

TESIS

APLIKASI LEAN CONSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI BIAYA AKIBAT KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS PERKERETAAPIAN MANGGARAI S.D JATINEGARA (PAKET A) (TAHAP II) MAINLINE I

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh:

ANDIP SUBEKTI

NIM : 20202100054

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

APLIKASI LEAN CONSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI BIAYA AKIBAT KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS PERKERETAAPIAN MANGGARAI S.D JATINEGARA (PAKET A) (TAHAP II) MAINLINE I

Disusun oleh:

ANDIP SUBEKTI

NIM: 20202100054

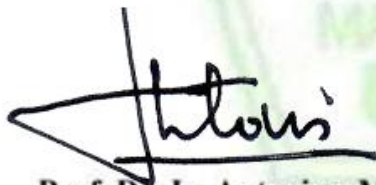
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Tanggal,

Pembimbing I,

Tanggal,

Pembimbing II,



Prof. Dr. Ir. Antonius, MT
NIK. 210202033



Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM, MT
NIK. 210291015

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**APLIKASI LEAN CONSTRUCTION UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI
BIAYA AKIBAT KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS
PERKERETAAPIAN MANGGARAI S.D JATINEGARA (PAKET A) (TAHAP II)**

MAINLINE I

Disusun Oleh :

Andip Subekti

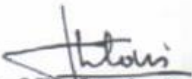
20202100054

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

14 Agustus 2025

Tim Penguji :

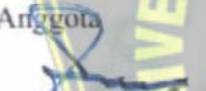
1. Ketua


(Prof. Dr. Ir. Antonius, M.T.)

2. Anggota


(Dr. Ir. Kartono Wibowo, M.M., M.T.)

3. Anggota


(Ir. M. Faizun Ni'ama, Ph.D.)

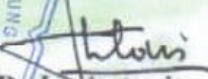
Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Magister Teknik (MT)

Semarang, 14 Agustus 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi


Prof. Dr. Ir. Antonius, M.T.
NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T.
NIK. 210200031

MOTTO

Al Qur'an Surat Ali Imron Ayat 110

لَئِنْ كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ ﴿١١٠﴾

Artinya : Kamu adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah, Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.

Al Qur'an Al-Insyirah Ayat 5

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

Artinya : Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.

Al Qur'an Al-Insyirah Ayat 6

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

Artinya : Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas petunjuk dan hidayah diberikan kepada hambaNya, Sholawat serta salam kepada junjungan kita nabi Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam. Penulis persembahkan teruntuk orang-orang yang selalu hadir dan selalu memberi dorongan, perhatian, kasih dan sayangnya kepada penulis, kepada orang yang selalu setia hadir dalam kehidupan penulis khususnya untuk :

Kedua orang

Ayahanda : Bapak Yusmani

Ibunda : Almarhumah Ibu Murtini

Istriku tercinta : Badi'atul Umayyah

Putra dan Putri : Haza Nihalar Rohman
Faidhul Hikam
Hanina Althafin Nisa

Team Proyek : Nindya-Citra-Kharisma KSO,
Pembangunan Main Line I Manggarai.
Waskita-Nindya-LRS KSO,
Proyek LRT Jakarta 1B Zona 2

Serta teman-teman Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Angkatan 49 yang telah menemani selama perkuliahan, serta Almamater tercinta Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

ABSTRAK

Anggaran untuk sector pembangunan infrastruktur naik sebesar 7,57% atau sebesar Rp 125,18 triliun tahun 2022, serta untuk meningkatkan pembangunan perlu integrasi antar moda transportasi. Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) Mainline I merupakan salah satu contoh pembangunan infrastruktur. Menghindari terjadinya keterlambatan konstruksi perlu upaya atau suatu tindakan untuk menjaga keselamatan dan kualitas suatu proyek disertai dengan peningkatan efisiensi dan nilai. *Lean construction* merupakan salah satu cara untuk pembangunan ramping yang berfokus kepada peningkatan efisiensi, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan nilai bagi semua pihak yang terlibat. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan dan pemborosan biaya dalam proyek Stasiun Manggarai serta strategi dan Langkah yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian didukung menggunakan analisa AHP (Analytic Hierarchy Process), dimana data yang dikumpulkan dari responden terpilih akan diolah dan dibobotkan sesuai dengan ranking. Faktor utama keterlambatan berupa, Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta sebesar 0,284%, Lahan tidak digunakan karena masih digunakan pihak lain sebesar 0,2674%, Gambar DED yang tidak ada sebesar 0,164%, Lahan bangunan belum ditentukan sebesar 0,156%, Sengketa lahan untuk proses pembangunan sebesar 0,132%. faktor utama pemborosan biaya, Kesalahan manajemen material, alat dan tenaga kerja sebesar 0,276%, Birokrasi yang lama sebesar 0,217%, Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan 0,205%, Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja sebesar 0,165%, Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan sebesar 0,138%. Hasil perhitungan *waiting* 20,6%, *Unnecessary Inventory* 18,6%, *Unnecessary Motion* 18,6%, *Over Production* 16,4% dan *Inappropriate Processing* 17,4%. Hasil dominan dari *lean construction* adalah *waiting* dari penyebab pemborosan biaya, dalam proyek ini merupakan menunggu persetujuan dari pihak lainnya. Kondisi tersebut menjadi penentu untuk menentukan tindakan pencegahan berupa upaya pencegahan, manajemen pendatanganan material dan alat serta pencegahan terhadap kerusakan.

Kata Kunci: Keterlambatan Proyek, Pemborosan Biaya, Lean Construction, Proyek Konstruksi, Kereta Api

ABSTRACT

The budget for the infrastructure development sector increased by 7.57% or Rp 125.18 trillion in 2022, and to enhance development, integration between transportation modes is needed. The Construction Project of Manggarai to Jatinegara Railway Facilities (Package A) (Phase II) Mainline I is one example of infrastructure development. To avoid construction delays, efforts or actions are needed to maintain the safety and quality of a project along with increased efficiency and value. Lean construction is one method for streamlined development that focuses on improving efficiency, reducing waste, and enhancing value for all parties involved. The aim of the research is to identify the causes of delays and cost overruns in the Manggarai Station project as well as appropriate strategies and steps to address these issues. The research is supported using AHP (Analytic Hierarchy Process) analysis, where data collected from selected respondents will be processed and weighted according to their ranking. The main factors causing delays include drawings that are not aligned with rail operation patterns (0.284%), land that cannot be used because it is still occupied by other parties (0.2674%), missing Detailed Engineering Design (DED) drawings (0.164%), building sites that have not yet been determined (0.156%), and land disputes that hinder the construction process (0.132%). The main factors causing cost waste include poor management of materials, equipment, and labor (0.276%), lengthy bureaucracy (0.217%), contract changes or work addendums (0.205%), damage and shortage of equipment or labor (0.165%), and theft of materials and equipment used (0.138%). The results show waiting at 20.6%, Unnecessary Inventory at 18.6%, Unnecessary Motion at 18.6%, Over Production at 16.4%, and Inappropriate Processing at 17.4%. The dominant result of lean construction is waiting as a cause of cost waste, which in this project involves waiting for approval from other parties. This condition determines the actions to be taken in terms of preventive measures, which include efforts for prevention, management of material and equipment registration, and prevention of damage.

Keywords: *Project Delays, Cost Wastage, Lean Construction, Construction Projects, Railways*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

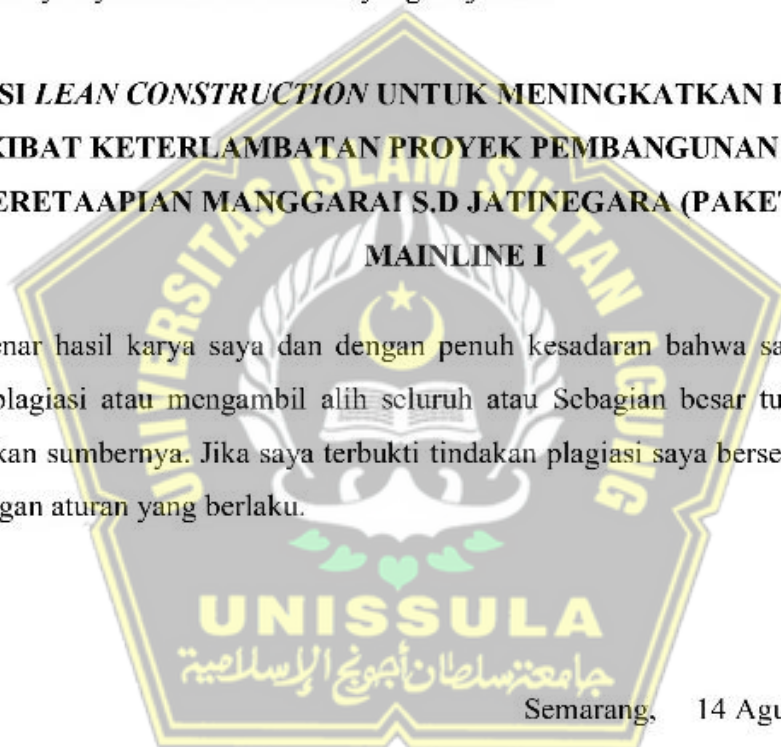
Nama : ANDIP SUBEKTI

NIM : 20202100054

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul :

**APLIKASI *LEAN CONSTRUCTION* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI BIAYA
AKIBAT KETERLAMBATAN PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS
PERKERETAAPIAN MANGGARAI S.D JATINEGARA (PAKET A) (TAHAP II)
MAINLINE I**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau Sebagian besar tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti tindakan plagiasi saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.



Semarang, 14 Agustus 2025



ANDIP SUBEKTI

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur dipanjatkan kehadirat Allah Yang Maha Kuasa, atas rahmat dan Karunia-Nya sehingga Tesis berjudul **Aplikasi *Lean Construction* Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Akibat Keterlambatan Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) Mainline I** ini dapat diselesaikan dengan baik sesuai waktu yang telah ditentukan. Penulisan laporan ini diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan akademis dalam mendapatkan gelar Magister Teknik pada Program Pascasarjana Teknik. Penulisan Tesis ini dapat terselesaikan berkat dukungan dan bantuan, baik secara moril maupun materil, dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang tiada terhingga, terutama kepada yang terhormat Bapak/Ibu :

1. Prof. Dr. H. Gunarto, S.H., M.Hum selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Dr Abdul Rochim, ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang
3. Prof Dr. Ir Antonius, MT selaku Kaprodi Program Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang serta sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, motivasi dan arahan selama proses penulisan ini.
4. Prof. Dr. Ir. Kartono Wibowo, M.M., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II dan penguji, atas bimbingan, motivasi, dan kesabarannya membantu penulis menyelesaikan Laporan Penelitian ini.
5. Bapak-Ibu seluruh Dosen Fakultas Teknik Unissula yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu
6. Tenaga Pendidik dan karyawan Fakultas Teknik Unissula
7. Teman - Teman Program Magister Teknik Sipil Unissula yang saling dukung.

Penulis telah berusaha menyusun Laporan Tesis ini dengan kerja keras, namun menyadari bahwa penyusunan Tesis ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak agar Tesis ini menjadi lebih sempurna.

Semoga hasil penelitian Tesis ini dapat menjadi karya peneliti yang dapat bermanfaat bagi penulis, masyarakat, bangsa dan Negara Indonesia. Amiin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Semarang, Agustus 2025

Penulis

Andip Subekti



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	18
1.1 Latar Belakang.....	18
1.2 Perumusan Masalah.....	20
1.3 Batasan Masalah.....	20
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	23
2.1 Gambaran Umum Proyek.....	23
2.2 Ruang Lingkup Pekerjaan.....	25
2.3 Keterlambatan Proyek.....	30
2.3.1 Pengertian Keterlambatan.....	30
2.3.2 Dampak Keterlambatan	31
2.3.3 Identifikasi Keterlambatan Proyek	32
2.4 Efisiensi Biaya.....	38
2.5 Lean Construction	39
2.6 Fishbone Diagram dan Analisa	43
2.7 Analytic Hierarchy Process (AHP)	45
2.8 Penelitian Terdahulu.....	46
2.9 Keaslian Penelitian	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	52

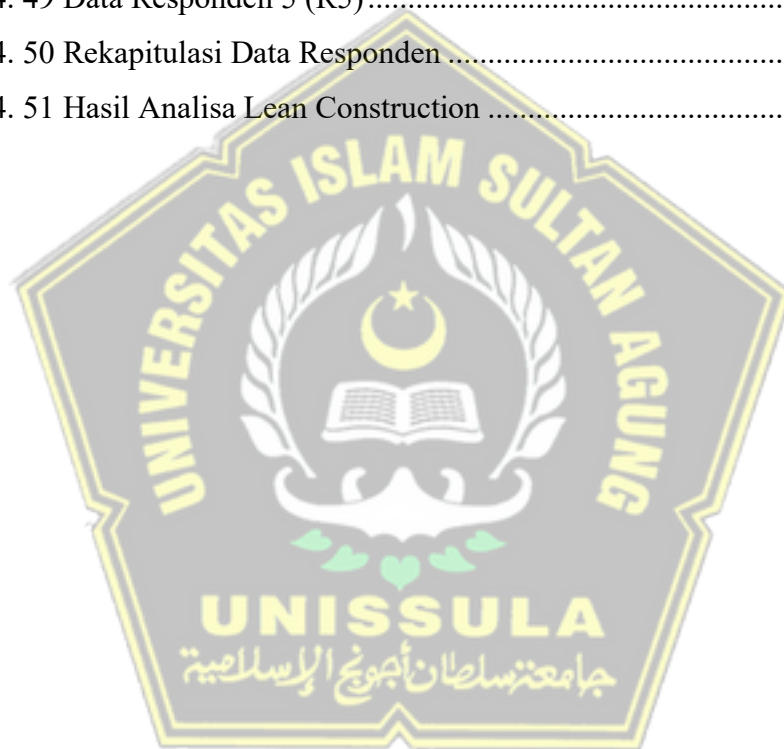
3.1	Lokasi Penelitian dan Data Umum Proyek	52
3.2	Populasi	55
3.3	Sampel	55
3.4	Teknik Pengumpulan Data	55
3.5	Kuesioner Penelitian.....	56
3.6	Variabel Penelitian Keterlambatan Proyek	56
3.7	Variabel Penelitian Pemborosan Biaya	58
3.8	Responden Penelitian	60
3.8.1	Analisis Responden Layak Tidak Dengan Kriteria	61
3.8.2	Daftar Responden	61
3.9	Uji Validitas Faktor Untuk Faktor Keterlambatan dan Pemborosan Biaya	62
3.10	Uji Reabilitas untuk Faktor Keterlambatan dan Pemborosan Biaya	63
3.11	Analisis Faktor-Faktor Keterlambatan	65
3.12	Analisis Untuk Pengendalian Biaya	68
3.13	Analisis Efektivitas <i>Lean Construction</i>	69
BAB IV HASIL ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		78
4.1	Data Responden.....	78
4.2	Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek	81
4.3	Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya.....	83
4.4	Analisis Uji Validitas Untuk Variabel Keterlambatan Proyek.....	85
4.5	Analisis Uji Reabilitas Untuk Variabel Keterlambatan Proyek	90
4.6	Analisis Uji Validitas Untuk Variabel Pemborosan Biaya	92
4.7	Analisis Uji Reabilitas Untuk Variabel Pemborosan Biaya	96
4.8	Analisis Faktor Keterlambatan Proyek.....	98
4.9	Analisis Faktor Pemborosan Biaya	116
4.10	Analisa Efektivitas Strategi <i>Lean Construction</i>	134
4.11	Identifikasi Strategi Mengatasi Permasalahan.....	149
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		164
5.1	Kesimpulan.....	164
5.2	Saran	165
DAFTAR PUSTAKA		166

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Umum Rencana Revitalisasi Pengembangan Staisun Manggarai	25
Tabel 2.2 Data Umum Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”	29
Tabel 2.3 Tabel Progress Pekerjaan Proyek.....	33
Tabel 2.4 Identifikasi Item-Item Pekerjaan yang Mengalami Keterlambatan	34
Tabel 2.5 Kronologi Kontrak dan Addendum Pekerjaan.....	34
Tabel 2.6 Identifikasi Penyebab Permasalahan Pada Proyek Pembangunan Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”	35
Tabel 2.7 Rincian Pembengkakan Biaya pelaksanaan Pekerjaan Penyedia Jasa..	37
Tabel 3. 1 Data Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”	53
Tabel 3.2 Variabel bebas Penelitian (Faktor - Faktor Keterlambatan)	57
Tabel 3. 3 Skala Penilaian Faktor Keterlambatan.....	58
Tabel 3. 4 Variabel bebas Penelitian (Faktor-Faktor Pemborosan Biaya).....	59
Tabel 3. 5 Skala Penilaian Faktor Pemborosan Biaya Pelaksanaan Konstruksi ..	60
Tabel 3. 6 List Kuesioner untuk Identifikasi Pemborosan Biaya.....	60
Tabel 3. 7 Analisis Kelayakan Responden.....	61
Tabel 3. 8 Daftar Responden.....	61
Tabel 3. 9 Tabel Interpretasi Nilai Alpha.....	64
Tabel 4. 1 Daftar Responden.....	78
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Keterlambatan Proyek	Error!
Bookmark not defined.	
Tabel 4. 3 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek	82
Tabel 4. 4 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek Dengan Skor/Nilai Tertinggi.....	82
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Pemborosan Biaya	Error!
Bookmark not defined.	
Tabel 4. 6 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya.....	84
Tabel 4. 7 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya Dengan Skor/Nilai Tertinggi.....	84

Tabel 4. 8 Penjumlahan Skor Untuk Variabel Keterlambatan Proyek.....	86
Tabel 4. 9 Tabel r Tabel untuk Uji Validitas	87
Tabel 4. 10 Perhitungan r-Hitung untuk Variabel Keterlambatan Proyek.....	88
Tabel 4. 11 Hasil Uji Validitas Untuk Variabel Keterlambatan Proyek	89
Tabel 4. 12 Perhitungan Jumlah Variasi Untuk Variabel Keterlambatan Proyek. 91	
Tabel 4. 13 Penjumlahan Skor Untuk Variabel Pemborosan Biaya	92
Tabel 4. 14 Tabel r Tabel untuk Uji Validitas	94
Tabel 4. 15 Perhitungan r-Hitung Untuk Variabel Pemborosan Biaya.....	95
Tabel 4. 16 Hasil Uji Validitas Untuk Variabel Pemborosan Biaya.....	96
Tabel 4. 17 Perhitungan Jumlah Variasi Untuk Variabel Pemborosan Biaya	97
Tabel 4. 18 Penilaian Rating Kriteria.....	99
Tabel 4. 19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1).....	100
Tabel 4. 20 Penilaian Rating Kriteria Responden 2 (R2).....	102
Tabel 4. 21 Penilaian Rating Kriteria Responden 3 (R3).....	102
Tabel 4. 22 Penilaian Rating Kriteria Responden 4 (R4).....	103
Tabel 4. 23 Penilaian Rating Kriteria Responden 5 (R5).....	104
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Rating Kriteria.....	104
Tabel 4. 25 Tabel Matriks Perbandingan Antar Kriteria.....	107
Tabel 4. 26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria	107
Tabel 4. 27 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria.....	109
Tabel 4. 28 Perhitungan Bobot Matriks, Priority Vector, Konsistensi	112
Tabel 4. 29 Pengujian Konsistensi Kriteria.....	115
Tabel 4. 30 Nilai Prioritas	115
Tabel 4. 31 Penilaian Rating Kreteria,	116
Tabel 4. 32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1).....	117
Tabel 4. 33 Penilaian Rating Kriteria Responden 2 (R2).....	120
Tabel 4. 34 Penilaian Rating Kriteria Responden 3 (R3).....	120
Tabel 4. 35 Penilaian Rating Kriteria Responden 4 (R4).....	121
Tabel 4. 36 Penilaian Rating Kriteria Responden 5 (R5).....	121
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Rating Kriteria.....	122
Tabel 4. 38 Tabel Matriks Perbandingan Antar Kriteria.....	124
Tabel 4. 39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria	125

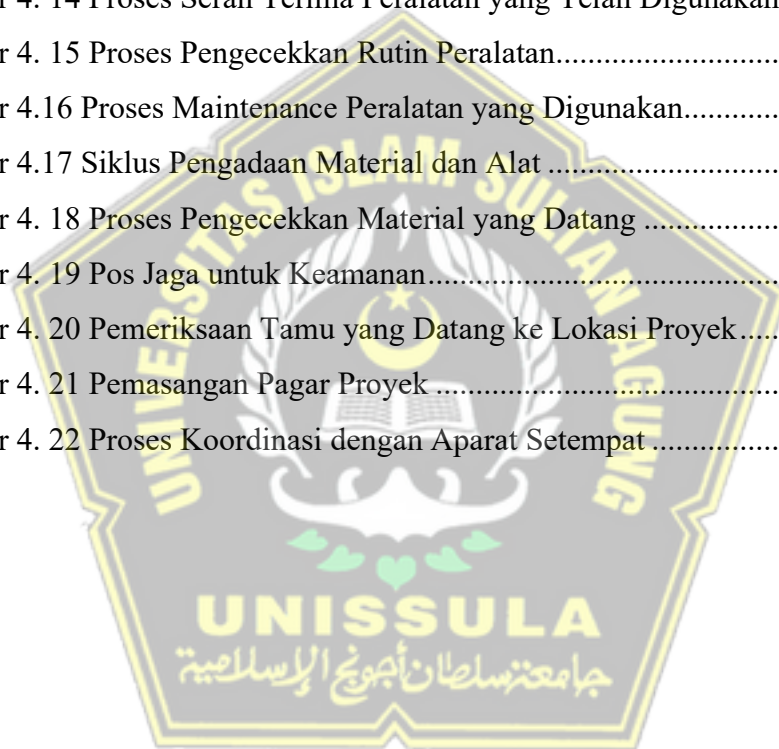
Tabel 4. 40 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria.....	127
Tabel 4. 41 Perhitungan Bobot Matriks, Priority Vector, Konsistensi	130
Tabel 4. 42 Pengujian Konsistensi Kriteria.....	132
Tabel 4. 43 Nilai Prioritas	133
Tabel 4. 44 Data Ranging Pemborosan Biaya	134
Tabel 4. 45 Data Responden 1 (R1).....	135
Tabel 4. 46 Data Responden 2 (R2).....	136
Tabel 4. 47 Data Responden 3 (R3).....	138
Tabel 4. 48 Data Responden 4 (R4).....	139
Tabel 4. 49 Data Responden 5 (R5).....	141
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Data Responden	142
Tabel 4. 51 Hasil Analisa Lean Construction	144



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Denah Lokasi Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”	26
Gambar 2.2 Ruang Lingkup Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”	26
Gambar 2.3 Progress Pekerjaan Proyek Sampai Akhir Tahun 2024	33
Gambar 2.4 Diagram Fishbone	44
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	52
Gambar 3. 2 Gambar Rencana Anggaran Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”	53
Gambar 3. 3 Gambar Struktur Organisasi Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”	55
Gambar 3. 4 Hubungan Uji Validitas dengan Uji Reabilitas	63
Gambar 3. 5 Diagram Fishbond Hubungan Faktor Keterlambatan	66
Gambar 3. 6 Bagan Alir Analisa Faktor Keterlambatan	67
Gambar 3. 7 Bagan Alir Analisa Faktor Pemborosan Biaya Konstruksi	68
Gambar 3. 8 Bagan Alir Analisa Strategi Lean Construction pada Pemborosan Biaya Konstruksi	70
Gambar 4. 1 Pelaksanaan Diskusi Grup	80
Gambar 4. 2 Diagram Hasil Analisis Skala Likert dari 5 (Lima) Kategori Pemborosa (Waste) Lean Construction	144
Gambar 4. 3 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan Menunggu (Waiting)	146
Gambar 4. 4 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan (Unnecessary inventory)	146
Gambar 4. 5 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan Gerakan yang Tidak Perlu (Unncessary Mitition)	147
Gambar 4. 6 Tahapan atau Langkah Kerja Pemberian Informasi kepada Pemilik Pekerjaan	149

Gambar 4. 7 Tahapan atau Langkah Kerja Pemberian Informasi Dampak yang Ditimbulkan kepada Pemilik Pekerjaan	150
Gambar 4. 8 Tahapan atau Langkah Kerja Permohonan Legalitas Terhadap Perubahan Pekerjaan	151
Gambar 4. 9 Pelaksanaan Proteksi Pekerjaan	151
Gambar 4. 10 Tahapan Pengajuan Material yang akan Digunakan	153
Gambar 4. 11 Tahapan Pengajuan Ijin Kerja	154
Gambar 4. 12 Tahapan Pengajuan Berkas Quantity	156
Gambar 4. 13 Proses Penyusunan Peralatan yang Telah Digunakan.....	157
Gambar 4. 14 Proses Serah Terima Peralatan yang Telah Digunakan	158
Gambar 4. 15 Proses Pengecekan Rutin Peralatan.....	159
Gambar 4.16 Proses Maintenance Peralatan yang Digunakan.....	160
Gambar 4.17 Siklus Pengadaan Material dan Alat	160
Gambar 4. 18 Proses Pengecekan Material yang Datang	161
Gambar 4. 19 Pos Jaga untuk Keamanan.....	162
Gambar 4. 20 Pemeriksaan Tamu yang Datang ke Lokasi Proyek.....	162
Gambar 4. 21 Pemasangan Pagar Proyek	163
Gambar 4. 22 Proses Koordinasi dengan Aparat Setempat	163



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur merupakan salah satu sektor yang menjadi fokus utama dalam masa Pemerintahan Presiden Joko Widodo dalam Kabinet Indonesia Maju. Anggaran yang dialokasikan untuk sektor pembangunan yaitu sebesar Rp 125,18 triliun atau naik sebesar 7,57% dibandingkan tahun 2022. Infrastruktur memang merupakan salah satu faktor utama yang dapat menentukan kesejahteraan masyarakat dalam suatu negara. Untuk meningkatkan penggunaan infrastruktur kota Jakarta menerapkan integrasi transportasi antar moda transportasi. Integrasi antar moda transportasi di Jakarta, ditandai oleh integrasi Trans Jakarta, MRT Jakarta, LRT Jakarta, dan KRL Commuterline. Salah satu bukti peningkatan integrasi adalah “Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) Mainline I”.

Pemerintah Indonesia sendiri saat ini sedang menggalakan pembangunan infrastruktur, baik itu jalan (bayar dan non-bayar), Pelabuhan, bandara dan stasiun. Salah satu stasiun yang saat ini sedang dilakukan rejuvenation yaitu stasiun manggarai. Stasiun manggarai merupakan salah satu stasiun tersibuk di Jakarta. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2014 sebelum direvitalisasi jumlah penumpang yang singgah di stasiun manggarai mencapai 4.640.185 Per tahun atau sekitar 12.713 penumpang tiap harinya. Pada bulan november tahun 2022 Jumlah Penumpang yang transit di Stasiun Manggarai mencapai 21.589 Per harinya atau sekitar 616 perjalanan kereta setiap harinya.

Kementerian Perhubungan melalaui Direktorat Jendral Perkeretaapian (DJKA) Balai Teknik Perkertaan Wilayah Jakarta dan Banten saat ini masih terus berupaya untuk merevitalisasi Stasiun Manggarai. Tujuan revitalisasi ini nantinya akan menjadikan Stasiun Manggarai sebagai stasiun sentral menggantikan Stasiun Gambir. Stasiun Manggarai juga dipersiapkan untuk dapat diintegrasikan dengan moda transportasi lain seperti LRT, Transjakarta, dan transportasi umum lainnya. Pengembangan integrasi dan interkoneksi antarmoda ini dilakukan sebagai upaya untuk mengakomodasi pergerakan 1,2 juta penumpang yang diperkirakan akan dilayani oleh Stasiun Manggarai (DJKA). Hal itu yang membuat stasiun tersebut

terus dipadati penumpang dari berbagai kota satelit yang menuju Ibu Kota. Selain memperindah arsitek stasiun tersebut, revitalisasi dilakukan untuk memenuhi Standar Pelayanan Minimum (SPM) Kereta Api sesuai peraturan Permenhub No.63 tahun 2019 pasal 5 yang harus memenuhi aspek keselamatan, keamanan, kehandalan, kenyamanan, kemudahan dan kesetaraan fasilitas perkeretaapian. Adanya fasilitas yang semakin baik, terintegrasi dan interkoneksi antar moda transportasi diharapkan mobilitas dan aktivitas masyarakat akan semakin lancar dan efisien nantinya. Hal itu dilakukan karena Stasiun Manggarai direncanakan menjadi stasiun sentral ultimate pertama di Indonesia.

Pada proyek konstruksi dikenal adanya ikatan kerja antara pengguna jasa dengan penyedia jasa yang digunakan sebagai dasar hukum, berbentuk kontrak konstruksi. Pada umumnya kontrak konstruksi berisi tentang pembagian hak dan kewajiban diantara keduanya. Sebuah kontrak mengatur nominal, tenggat waktu pekerjaan, serta Batasan antara hak dan kewajiban yang perlu dilakukan. Dampak yang ditimbulkan dari keterlambatan sebuah proyek konstruksi dapat berupa

1. Pelanggaran kontrak kerja
2. Pembengkakan biaya yang tidak terkontrol
3. Perpanjangan waktu penyelesaian (tidak tepat waktu penyelesaian), timbulnya denda keterlambatan
4. Kualitas yang buruk karena terburu-buru
5. Gangguan lainnya yang timbul dikemudian hari karena keterlambatan

Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” yang seharusnya diselesaikan selama 720 hari kalender mengalami penambahan waktu. Menghindari terjadinya keterlambatan konstruksi yang merugikan berbagai pihak, perlu adanya upaya atau suatu tindakan untuk pencegahan terhadap dampak akibat penambahan waktu karena keterlambatan pekerjaan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan oleh kontraktor dalam menjaga keselamatan dan kualitas suatu proyek tetapi disaat bersamaan dapat meningkatkan efisiensi dan nilai. *Lean construction* atau dapat diartikan pembangunan ramping, merupakan topik yang banyak dibicarakan oleh para akademisi terkhusus di sektor AEK. *Lean construction* telah terbukti secara kuantitatif dapat meningkatkan efisiensi pengerjaan suatu proyek.

Lean Construction Management (LCM) adalah sebuah pendekatan dalam manajemen konstruksi yang berfokus pada peningkatan efisiensi dengan mengurangi pemborosan dan meningkatkan nilai bagi semua pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi. Pemborosan tidak hanya merujuk pada pemborosan material, tetapi juga waktu, tenaga kerja, serta sumber daya lainnya yang tidak memberikan nilai tambah bagi proyek. Konsep LCM berasal dari prinsip-prinsip *lean manufacturing* yang digunakan dalam industri. LCM menekankan pada perencanaan yang lebih baik, komunikasi yang lebih efisien, dan pengelolaan sumber daya yang lebih optimal serta menciptakan nilai maksimal dengan meminimalkan pemborosan, meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja faktor yang mempengaruhi keterlambatan penyelesaian proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”.
2. Bagaimana strategi Lean construction dalam pengendalian biaya dalam mengatasi kenaikan harga item-item pekerjaan akibat keterlambatan Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”.
3. Bagaimana mengidentifikasi hasil dari strategi Lean construction pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”.

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan mengenai *Lean construction* merupakan penelitian yang luas, mencakup kondisi dan teknik konstruksi yang tersedia dalam Lean construction pada proyek tersebut, sehingga untuk menjadi fokus dalam penelitian ini Peneliti membatasi pada pembahasan yaitu:

1. Penelitian ini mengambil studi kasus Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” pada pekerjaan bangunan gedung, portal elevated, track at

- grid di Stasiun Manggarai menggunakan kuesioner yang disebar kepada staff dan jajaran yang terlibat selama masa pelaksanaan proyek.
2. Data material yang digunakan dalam menyusun penelitian ini menggunakan data material Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”.
 3. Pengoptimalisasi waktu, material dan tenaga kerja hasil penelitian *Lean construction*, hanya dalam ruang lingkup pekerjaan kontraktor pelaksana dalam Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan penentuan perumusan masalah pada sub bab sebelumnya, penentuan tujuan ini bermaksud untuk mengetahui mengapa dan bagaimana permasalahan – permasalahan itu terjadi lalu seperti apa strategi penyelesaiannya. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi faktor – faktor penyebab keterlambatan penyelesaian proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (TahapII) “Mainline I”.
2. Menentukan Strategi atau langkah pengendalian biaya yang tepat untuk mengantisipasi resiko kenaikan biaya akibat keterlambatan proyek Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (TahapII) “Mainline I” dengan menerapkan strategi *Lean construction*.
3. Mengetahui hasil dari efektifitas penggunaan strategi *Lean construction* Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (TahapII) “Mainline I”.

Beberapa manfaat dilakukannya penelitian *lean construction* pada proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor resiko penyebab keterlambatan penyelesaian Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara

(Paket A) (Tahap II) “Mainline I” dapat dijadikan lesson learned bagi penyedia Jasa untuk proyek-proyek selanjutnya khususnya disektor Perkeretaapian di Indonesia.

2. Mengidentifikasi strategi pengendalian biaya dan waktu terhadap keterlambatan Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” dapat bermanfaat bagi penyedia jasa dan dapat diterapkan pada proyek-proyek selanjutnya khususnya di sektor perkeretaapian supaya didalam pelaksanaan proyek penyedia jasa tidak mengalami resiko kenaikan biaya yang signifikan dikarenakan keterlambatan penyelesaian proyek.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Proyek

Proyek, sebagaimana didefinisikan oleh (PMI, 2017), adalah suatu usaha singkat yang dimulai dengan tujuan mengembangkan suatu produk atau layanan yang khas. Tanggal dimulainya dan selesainya suatu proyek menentukan parameternya, sedangkan kekhasannya berkaitan dengan cara produk atau layanan akhir berbeda dari produk atau layanan lain yang sebanding. Sederhananya, setiap proyek memerlukan serangkaian kegiatan sebelumnya, dan satu proyek tidak dapat dianggap identik dengan proyek lainnya.

Salah satu atribut penting dari sebuah proyek adalah orisinalitasnya. Mengambil langkah ini seringkali terasa asing karena bahaya yang melekat, yaitu jarak yang cukup jauh yang terlibat dalam proyek ini. Tidak ada dua proyek dalam fase pelaksanaan yang identik; bahkan proyek yang dilakukan kembali akan bervariasi dalam satu atau lebih aspek karakteristik komersial, administratif, atau fisiknya. Misalnya, banyak proyek yang memerlukan biaya substansial yang melebihi anggaran yang dialokasikan, seringkali mengakibatkan keterlambatan atau bahkan ditinggalkan sebelum selesai. Di banyak sektor, termasuk bisnis, perdagangan, dan khususnya sektor publik, kegagalan sering kali terlihat.

Menentukan metodologi manajemen proyek yang tepat adalah langkah awal yang sangat penting untuk keberhasilan proyek. Menurut (Lesmana & Antika, 2019) ada empat faktor utama yang memengaruhi keberhasilan suatu proyek, keempat hal tersebut adalah:

1. Manajemen proyek melalui mekanisme siklus hidup proyek.
2. Memantau dan mengendalikan jadwal proyek, anggaran proyek, kualitas proyek, dan risiko proyek.
3. Integrasikan/gabungkan alat dan metodologi manajemen proyek untuk meningkatkan produktivitas, kinerja tim, dan komunikasi.
4. Komitmen manajemen. Hal ini memainkan peran yang sangat penting dalam keberhasilan proyek.

Salah satu wujud keseriusan pemerintah untuk merealisasikan

keberhasilansuatu proyek dengan membangun infrastruktur salah satunya adalah mengembangkan proyek Proyek Double – Double Track. Proyek DDT Manggarai-Cikarang, dapat memberikan manfaat mengurangi keterlambatan perjalanan kereta api (Kemenhub, 2021), meningkatkan keselamatan dan keamanan perjalanan kereta api, memperpendek waktu tempuh perjalanan, dan manfaat positif lainnya. Stasiun Manggarai menjadi standar baru bagaimana kita membangun perkeretaapian kedepan, untuk menyediakan transportasi massal yang mudah diakses, terjangkau, dan ramah lingkungan. Diharapkan keberadaannya akan mengurangi masalah transportasi perkotaan seperti kemacetan dan polusi udara, dan juga mendorong orang untuk menggunakan transportasi publik.

Saat ini jumlah penumpang kereta commuter line (KRL) kian bertambah. Jumlah penumpang rata-rata mencapai 1,2 juta setiap hari pada 2019, menunjukkan bahwa keretaapi merupakan bagian penting dari sistem transportasi umum.

Saat ini penyelesaian proyek Double – Double Track masih terus berjalan salah satunya Paket pekerjaan pembangunan Stasiun Manggarai II yang mulai tanda tangan kontrak pada tanggal 11 Oktober 2019 dan direncanakan akan selesai pekerjaan di tanggal 30 September 2021. Jenis Kontrak Lumpsum dan harga satuan dengan sumber dana Surat Berharga Syariah Negera (SBSN) DIPA Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten Th. Anggaran 2019 s/d 2021 (MYC). Waktu Pelaksanaan Pekerjaan 720 Hari Kalender dan masa pemeliharaan 360 hari kalender.

Merevitalisasi pengembangan Stasiun Manggarai, Kementerian Perhubungan berusaha untuk meningkatkan layanan transportasi kereta api publik. Saat ini, pemerintah tengah membangun kawasan terpadu di sejumlah stasiun transit di Jakarta. Stasiun Manggarai, bersama dengan DKI Jakarta, adalah salah satu stasiun tersibuk di Indonesia. Saat ini, stasiun ini melayani hampir 50% transit KRL Jabodetabek.

Stasiun Manggarai Baru masih dalam tahap pembangunan, namun stasiun ini memiliki keunggulan yang setara dengan stasiun-stasiun yang sudah ada di kota-kota besar di seluruh dunia (Kemenhub, 2021). Tujuan pembangunan Kawasan *Transit Oriented Development (TOD)* ini adalah menjadikan Stasiun Manggarai sebagai stasiun pusat dalam rangka meningkatkan efisiensi dan efektivitas

transportasi publik. Stasiun Manggarai Baru sedang dibangun oleh Kemenhub melalui Ditjen Perkeretaapian Tengah. Ini adalah bagian dari Proyek Double-Double Track (jalur ganda) Manggarai-Cikarang, yang terdiri dari beberapa paket pekerjaan. Stasiun Jatinegara, Stasiun Depo Cipinang, dan sisi barat jalur elevated Manggarai-Jatinegara-Cipinang adalah beberapa proyek yang sudah selesai (Kemenhub, 2021). Bangunan Stasiun Manggarai ini dimulai pada tahun 2014. Berikut data umum rencana revitalisasi pengembangan Stasiun Manggarai:

Tabel 2.1 Data Umum Rencana Revitalisasi Pengembangan Stasiun Manggarai

Rencana Pengembangan Stasiun Manggarai	
Lokasi Proyek	Jalan Manggarai Utara 1, Kecamatan Tebet Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12850.
Daerah Operasi	1 Jakarta
Luas Lahan	2,47 Ha
Jalur Eksisting	7 Jalur aktif
Rencana Pengembangan	18 Jalur aktif (8 Jalur di lantai dasar dan 10 jalur di lantai 2)
Fasilitas Pengembangan	Lantai 1 difungsikan sebagai Concourse (KAI Commuter Line, KA Bandaran dan KA Jarak Jauh), dilengkapi 14 Lift dan 14 Escalator, penambahan luasan terbuka, dipersiapkan untuk terintegrasi dengan moda transportasi lain seperti, LRT, Trans Jakarta, Bandar Udara dan transportasi umum lainnya, dipersiapkan menjadi stasiun sentral ultimate pertama di Indonesia.
Pelayanan Stasiun Awal	KAI Commuter Line tujuan (Bogor, Depok, Jatinegara, Jakarta Kota dan Cikarang)
Rencana Pengembangan Pelayanan	KAI Commuter Line tujuan (Bogor, Depok, Jatinegara, Jakarta Kota, Cikarang), KAI Bandara tujuan Bandara Internasional Soekarno-Hatta dan keberangkatan kereta jarak jauh.
Sumber : Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) "Mainline I", 2023	

(Sumber : Data Proyek Main Line I Manggarai, 2025)

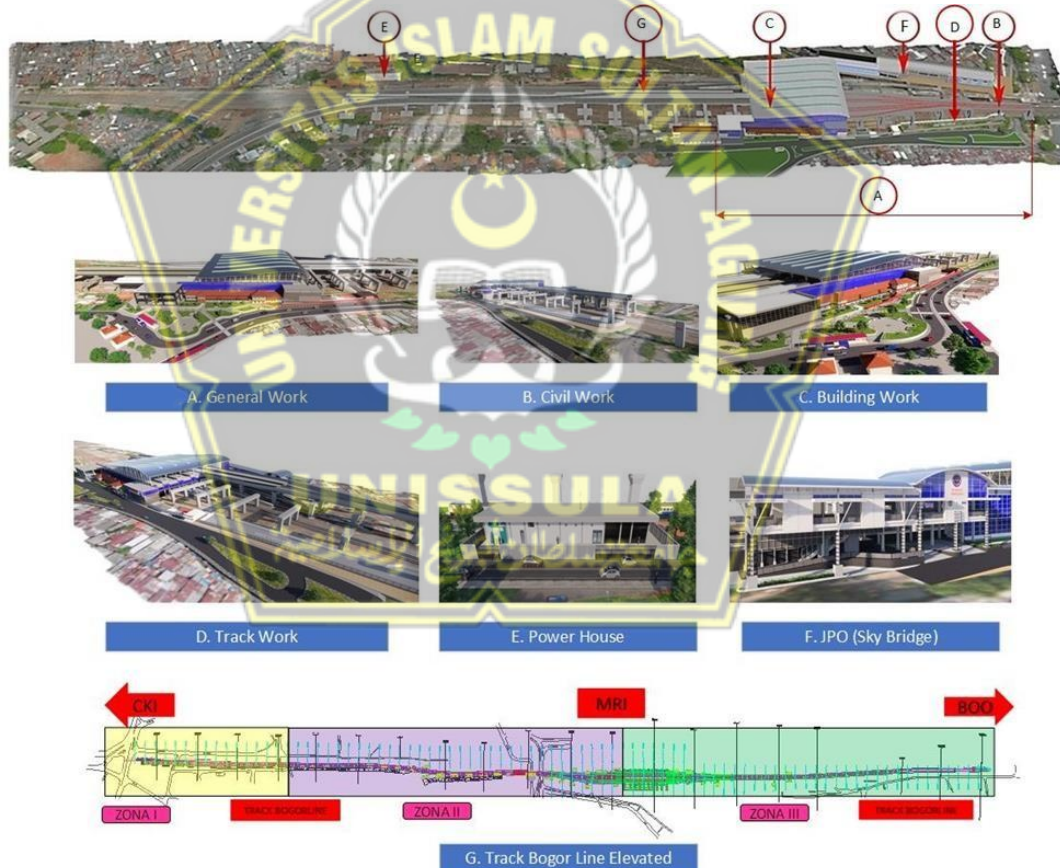
2.2 Ruang Lingkup Pekerjaan

Ruang lingkup pekerjaan adalah Batasan yang tegas mengenai jenis kegiatan yang harus dilakukan, besaran volume, biaya yang ditimbulkan oleh kontraktor dalam sebuah proyek konstruksi.



Gambar 2.1 Denah Lokasi Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”

(Sumber : Dokumentasi Proyek Main Line I Manggarai, 2025)



Gambar 2.2 Ruang Lingkup Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”

(Sumber : Dokumentasi Proyek Main Line I Manggarai, 2025)

Berdasarkan gambar diatas ruang lingkup pekerjaan Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” terbagi menjadi beberapa *Scope* Pekerjaan antara lain sebagai berikut:

1. General Work
 - a. Pekerjaan Persiapan (Master Project)
 - b. Mobilisasi Karyawan dan Fasilitas Kantor
 - c. Survey Topografi (Pengukuran)
 - d. Pekerjaan Uji Borelog
 - e. Pemindahan dan Perlindungan Fasilitas KAI dan Lain-lain
 - f. SMKK (Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi) dan Pengawas Jalan
2. Civil Work
 - a. Pekerjaan Pondasi Bore Pile Dia.1200 mm
 - b. Pekerjaan Galian & Timbunan
 - c. Pekerjaan Struktur
 - Struktur Pile Cap
 - Struktur Pier
 - Struktur Pier Head
 - d. Pekerjaan Revitalisasi Area P.01
3. Building Work
 - a. Pekerjaan Pondasi Bore Pile Dia.1000 mm
 - b. Pekerjaan Galian & Timbunan
 - c. Pekerjaan Struktur
 - Struktur Pile Cap
 - Struktur Tie Beam
 - Struktur Kolom
 - Struktur Balok
 - Struktur Plat Lantai
 - Struktur Baja
 - d. Pekerjaan Arsitektur
 - e. Pekerjaan Landscape
 - f. Pekerjaan Mechanical Electrical & Plumbing (MEP)

- g. Pekerjaan Power House
 - h. Pekerjaan Ruang PAP
 - i. Pekerjaan Ruang Kepala Stasiun
 - j. Pekerjaan Tangga Manual Sisi Utara
 - k. Pekerjaan Ruang Locket Heritage
4. Track Work
- a. Pekerjaan Platform Wall
 - b. Pekerjaan Ballast Supply
 - c. Pekerjaan Concrete Sleeper
 - d. Installation Simple Turnout R54 #10
 - e. Installation Scissors Turnout R54 #10
 - f. Track Panel Assembly
 - g. Ballast Removal
 - h. Rail Welding
 - i. Switch Over Track
5. Track Bogor Line Elevated
- a. Pekerjaan Elevated Track Survey and Measurement
 - b. Pekerjaan Ballast Supply
 - c. Pekerjaan Concrete Sleeper R54
 - d. Installation Simple Turnout R54 #10
 - e. Elevated Parapet Demolition
 - f. Track Panel Assembly
 - g. Ballast Removal
 - h. Rail Welding
 - i. Wooden Sleeper R54
 - j. Guard Rail
 - k. Ballast Stoper
 - l. Temporary Crossing Bogor Line Elevated
6. JPO Sky Bridge
- a. Pekerjaan Pondasi Bore Pile Dia.600 mm
 - b. Pekerjaan Galian & Timbunan
 - c. Pekerjaan Struktur

- Struktur Pile Cap
- Struktur Tie Beam
- Struktur Kolom
- Struktur Balok
- Struktur Plat Lantai
- Struktur Baja
- d. Pekerjaan Arsitektur
- e. Pekerjaan Landscape
- f. Pekerjaan Mechanical Electrical & Plumbing (MEP)

Tabel 2.2 Data Umum Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”

Nama Pekerjaan	Pemangunan Fasilitas Perkeretaapian Untuk Manggarai s/d Jatinegara (Paket A) Tahap II “ Mainline 1”
Lokasi Pekerjaan	Manggarai Kec. Tebet, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta
Nomor Kontrak	001/P1/K/BTPWJB/X/2019
Tanggal Kontrak	11 Oktober 2019
Nomor SPMK	001/P1/SPMK/BTPWJB/X/2019
Tanggal SPMK	14 Oktober 2019
Tanggal PHO	03 Sepetember 2021
Nilai Kontrak	Rp 370.037.700.000,-(Inc. PPN)
Sumber Dana	Surat Berharga Syariah Negara (SBSN) DIPA Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten Tahun Anggaran 2019 s/d 2021 (MYC)
Jenis Kontrak	Gabungan Lumpsum & Harga Satuan
Waktu Pelaksanaan	720 Hari Kalender
Waktu Pemeliharaan	365 Hari Kalender
Pemilik Pekerjaan	Kementerian Perhubungan Direktoral Jendral Perkeretaapian
Kontraktor	Nindya Citra Kharisma KSO
Konsultan	Daya Cipta Laudya Scalarindo KSO
Cara Pembayaran	Montly Certificate (MC)

Tagihan	10 Milyar / MC
---------	----------------

(Sumber : Data Proyek Main Line I Manggarai, 2025)

2.3 Keterlambatan Proyek

2.3.1 Pengertian Keterlambatan

Pengertian keterlambatan menurut Ervianto (1998) adalah sebagai waktu pelaksanaan yang tidak dimanfaatkan sesuai dengan rencana kegiatan sehingga menyebabkan satu atau beberapa kegiatan mengikuti menjadi tertunda atau tidak diselesaikan tepat sesuai jadwal yang telah direncanakan. Menurut Levis dan Atherley (1996), jika suatu pekerjaan sudah ditargetkan harus selesai pada waktu yang telah ditetapkan namun karena suatu alasan tertentu tidak dapat dipenuhi maka dapat dikatakan pekerjaan itu mengalami keterlambatan. Hal ini akan berdampak pada perencanaan semula serta pada masalah keuangan. Keterlambatan yang terjadi dalam suatu proyek konstruksi akan memperpanjang durasi proyek atau meningkatkan biaya maupun keduanya. Adapun dampak keterlambatan pada klien atau owner adalah hilangnya kesempatan untuk menempatkan sumber dayanya ke proyek lain, meningkatkan biaya langsung yang dikeluarkan yang berarti bahwa bertambahnya pengeluaran untuk gaji karyawan, sewa peralatan dan lain sebagainya serta mengurangi pada tanggal serah terima pekerjaan pertama yang telah ditetapkan dikarenakan suatu alasan tertentu keuntungan. Menurut Callahan (1992), keterlambatan (delay) adalah apabila suatu aktifitas atau kegiatan proyek konstruksi mengalami penambahan waktu, atau tidak diselenggarakan sesuai dengan rencana yang diharapkan. Keterlambatan proyek dapat diidentifikasi dengan jelas melalui schedule. Dengan melihat schedule, akibat keterlambatan suatu kegiatan terhadap kegiatan lain dapat terlihat dan diharapkan dapat segera diantisipasi. Dari uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa proyek mengalami keterlambatan apabila tidak dapat diserahkan oleh penyedia jasa kepada pengguna jasa pada tanggal serah terima pekerjaan pertama yang telah ditetapkan dikarenakan suatu alasan tertentu.

Jervis pada tahun 1988, mengklasifikasikan keterlambatan sebuah proyek konstruksi menjadi 4 type :

1. Excusable delay, yaitu keterlambatan kinerja kontraktor yang terjadi karena faktor yang berada diluar kendali kontraktor dan owner. Kontraktor berhak mendapat perpanjangan waktu yang setara dengan keterlambatan tersebut dan tidak berhak atas kompensasinya.
2. Non Excusable delay, yaitu keterlambatan dalam kinerja kontraktor yang terjadi karena kesalahan kontraktor tidak secara tepat melaksanakan kewajiban dalam kontrak. Kontraktor tidak berhak menerima penggantian biaya maupun perpanjangan waktu.
3. Compensable delay, keterlambatan dalam kinerja kontraktor yang terjadi karena kesalahan pihak owner untuk memenuhi dan melaksanakan kewajiban dalam kontrak secara tepat. Dalam hal ini kontraktor berhak atas kompensasi biaya dan perpanjangan waktu.
4. Concurrent delay, yaitu keterlambatan yang terjadi karena dua sebab yang berbeda. Jika excusable delay dan compensable delay terjadi berbarengan dengan non excusable delay maka keterlambatan akan menjadi non excusable delay. Jika compensable delay terjadi berbarengan dengan excusable delay maka keterlambatan akan diberlakukan sebagai excusable delay.

2.3.2 Dampak Keterlambatan

Menurut Lewis dan Atherley (1996), keterlambatan akan berdampak pada perencanaan semula serta pada masalah keuangan. Keterlambatan dalam suatu proyek konstruksi akan memperpanjang durasi proyek atau meningkatkan biaya maupun keduanya. Adapun dampak keterlambatan pada owner adalah hilangnya potensial income dari fasilitas yang dibangun tidak sesuai waktu yang ditetapkan, sedangkan pada kontraktor adalah hilangnya kesempatan untuk menempatkan sumber dayanya ke proyek lain, meningkatnya biaya tidak langsung (indirect cost) karena bertambahnya pengeluaran untuk gaji karyawan, sewa peralatan serta mengurangi keuntungan.

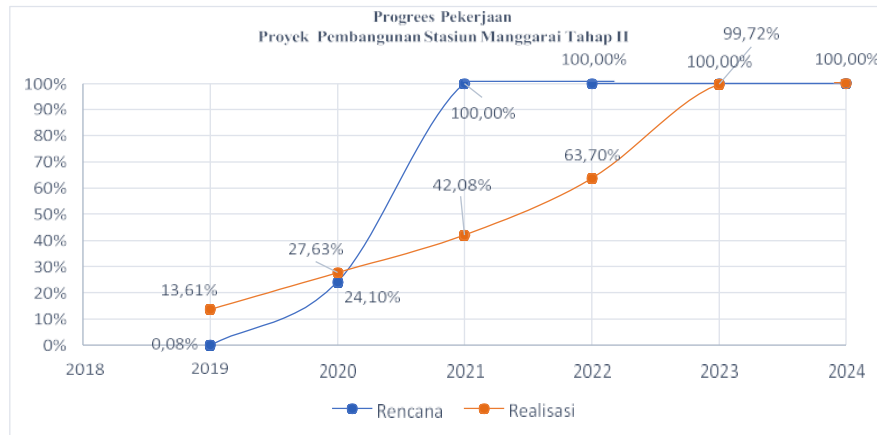
Obrein JJ (1976), menyimpulkan bahwa dampak keterlambatan menimbulkan kerugian:

1. Bagi pemilik, keterlambatan menyebabkan kehilangan penghasilan dari bangunan yang seharusnya sudah bisa digunakan atau disewakan.
2. Bagi kontraktor, keterlambatan penyelesaian proyek berarti naiknya overhead karena bertambah panjang waktu pelaksanaan, sehingga merugikan akibat kemungkinan naiknya harga karena inflasi dan naiknya upah buruh, juga akan tertahannya modal kontraktor yang kemungkinan besar dapat dipakai untuk proyek lain.
3. Bagi konsultan, keterlambatan akan mengalami kerugian waktu, karena dengan adanya keterlambatan tersebut konsultan yang bersangkutan akan terhambat dalam mengagendakan proyek lainnya.

2.3.3 Identifikasi Keterlambatan Proyek

Adapun faktor-faktor yang menjadi indikasi keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”, sebagai berikut:

1. Kemajuan progress yang tidak sesuai dengan rencana
Penelitian ini diambil pada Paket Proyek Pembangunan Stasiun Manggarai Tahap II dengan sumber dana proyek berasal dari Surat Berharga Syariah Negara (SBSN) DIPA Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten Tahun Anggaran 2019 s.d 2021 Kontrak Tahun Jamak (Multi Years Contract) yang selanjutnya disingkat (MYC). Penandatanganan kontrak paket pekerjaan ini dilaksanakan pada tanggal 11 Oktober 2019 dengan nomor kontrak 001/P1/K/BTPWJB/X/2019 dan harus selesai pada tanggal 30 September 2021 dengan durasi waktu pelaksanaan 720 hari kalender, namun realisasi pelaksanaan pekerjaan mengalami kendala keterlambatan penyelesaian proyek yang disebabkan berbagai hal, sehingga sampai akhir penyelesaian masa konstruksi pada tahun 2024.



Gambar 2.3 Progress Pekerjaan Proyek Sampai Akhir Tahun 2024

(Sumber : Analisis Data Proyek Main Line I Manggarai, 2025)

Tabel 2.3 Tabel Progress Pekerjaan Proyek

Tahun	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Rencana	0,08%	24,10%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Realisasi	13,61%	27,63%	42,08%	63,70%	99,72%	100,00%
Deviasi	13,53%	3,53%	-57,92%	-36,30%	-0,28%	0,00%

(Sumber : Analisis Data Proyek Main Line I Manggarai, 2025)

Data diatas menunjukkan bahwa pada akhir tahun 2022 progress pelaksanaan mencapai 63,70% dan mengalami ketidaktercapaian progress sebesar (-36,30%) dari rencana. pada akhir tahun 2023 progress pelaksanaan mencapai 99,72% dan mengalami ketidaktercapaian progress sebesar (-0,28%) dari rencana. Kemudian dilakukan Perpanjangan Waktu terakhir dan disetujui pada tanggal 29 Desember 2023 sampai dengan 31 Januari 2024.

2. Item pekerjaan yang ter-indikasi mengalami keterlambatan
Adapun item pekerjaan yang sudah ter-indikasi keterlambatan pada masa konstruksi sebagai berikut:

Tabel 2.4 Identifikasi Item-Item Pekerjaan yang Mengalami Keterlambatan

No	Item Pekerjaan	Rencana Schedule Pekerjaan		Rencana Pekerjaan (Th.2019-2021)	Realisasi Pekerjaan (Th.2019-2021)	Keterlambatan Waktu (Th.2019-2021)	Realisasi Pekerjaan (Th.2019-2022)	Keterlambatan Waktu (Th.2019-2022)	Keterangan	Status
		Start	Finish							
1	General Work	14/10/2019	03/10/2021	0,95%	0,59%	-0,35%	0,64%	- 0,31 %	Terlambat	Pekerjaan Masih Berjalan
2	Civil Work									
	a. Pekerjaan Struktur	27/09/2020	03/10/2021	15,57%	0,24%	-13,26%	9,73%	- 5,84 %	Terlambat	Pekerjaan Masih Berjalan
	b. Pekerjaan Pengadaan	05/05/2021	03/10/2021	0,84%	4,01%	-2,01%	0,84%	-	Terlambat	Finish tidak tepat waktu
3	Building Work									
	a. Pekerjaan Struktur	02/11/2020	18/07/2021	42,57%	13,26%	-25,36%	27,58%	-14,99 %	Terlambat	Pekerjaan Masih Berjalan
	b. Pekerjaan Arsitektur	27/06/2021	03/10/2021	13,14%	4,89%	-8,13%	3,84%	- 9,30 %	Terlambat	Pekerjaan Masih Berjalan
	c. Pekerjaan MEP	23/05/2021	03/10/2021	6,32%	0,00%	-6,63%	1,96%	- 4,36 %	Terlambat	Pekerjaan Masih Berjalan
4	Track Work	24/01/2020	26/09/2021	6,43%	4,92%	-2,06%	4,92%	-1,51 %	Terlambat	Pekerjaan Masih Berjalan
5	Track Bogor Line Elevated	07/07/2020	03/03/2021	8,26%	8,26%	-0,11%	8,26%	-	Terlambat	Finish tidak tepat waktu
6	Skyridge (JPO)	01/12/2020	03/10/2021	5,93%	5,90%	0,00%	5,93%	-	Terlambat	Finish tidak tepat waktu
	Bobot Pekerjaan			100 %	42,10%	57,90%	63,70%	-36,20%		

(Sumber : Analysis Data Proyek Main Line I Manggarai, 2025)

3. Perubahan kontrak atau addendum perubahan

Perubahan kontrak atau addendum mengakibatkan perubahan pada ruang lingkup pekerjaan, perubahan volume pekerjaan serta nominal pekerjaan. Hal ini akan berdampak pada waktu, biaya dan kualitas pekerjaan. Adapun kronologi perubahan kontrak pada Proyek Pembangunan Stasiun Manggarai Tahap II

Tabel 2.5 Kronologi Kontrak dan Addendum Pekerjaan

No	Kontrak/ Addendum	Nomor Kontrak/ Addendum	Tanggal	Keterangan
1	Kontrak	001/P1/BTPWJB/X/ 2019	11 Oktober 2019	Kontrak Awal
2	Addendum 1	Addendum 1	03 Januari 2020	Balance Budget
3	Addendum 2	Addendum 2	30 Juli 2020	Perubahan Nama PPK
4	Addendum 3	Addendum 3	23 Juli 2021	Perubahan nilai kontrak (109,5 %) & perpanjangan waktu pelaksanaan
5	Addendum 4	Addendum 4	19 November 2021	Balance budget
6	Addendum 5	Addendum 5	15 Juli 2022	Perubahan PPN dari 10% menjadi 11%
7	Addendum 6	Addendum 6	14 November 2022	Perpanjangan waktu pelaksanaan
8	Addendum 7	Addendum 7	27 April 2023	Perubahan nama ppk

9	Addendum 8	Addendum 8	11 Agustus 2023	Perubahan nama kuasa kso
10	Addendum 9	Addendum 9	18 September 2023	Balance budget
11	Addendum 10	Addendum 10	13 Desember 2023	CCO final & perpanjangan waktu pelaksanaan
12	Addendum 11	Addendum 11	29 Desember 2023	Perpanjangan waktu pelaksanaan
13	Addendum 12	Addendum 12	26 Januari 2024	Perubahan nama kuasa KSO

(Sumber : Data Proyek Main Line I Manggarai, 2025)

4. Dasar perubahan ruang lingkup pada kontrak kerja

Penyebab utama keterlambatan pelaksanaan Pembangunan Stasiun Manggarai yang menyebabkan terganggunya *Sequence Activity* pekerjaan salah satunya adalah

- Keterlambatan serah terima lahan pekerjaan
- Perencanaan desain pada tahap sebelum konstruksi yang tidak optimal sehingga mengakibatkan review desain mengalami keterlambatan
- Pelaksanaan pekerjaan yang harus menyesuaikan pola operasi kereta
- Banyaknya utilitas pada stasiun manggarai yang tidak di prediksi pada saat tahap sebelum konstruksi.

Berikut ini identifikasi penyebab permasalahan utama yang didapatkan didapatkan dari data sekunder proyek:

Tabel 2.6 Identifikasi Penyebab Permasalahan Pada Proyek Pembangunan Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”

No	Penyebab Keterlambatan Waktu	Penjelasan Keterlambatan Waktu	Durasi Keterlambatan
1	Keterlambatan Serah Terima Lahan Pekerjaan		
	Pekerjaan Power House	Belum ditentukannya lokasi bangunan yang akan dikerjakan.	4 Bulan (Oktober 2019 – April 2020)
	Pekerjaan <i>Sky Bridge</i> JPO	- Masih sengkanya lahan <i>Sky Bridge</i> JPO. - Area masih digunakan erection Box Girder <i>Phase 1</i>.	15 Bulan (Oktober 2019 – Desember 2020)
	Pekerjaan Bogor Line Elevated	- Area masih tahap pekerjaan erection Box girder <i>Phase 1</i>. - Pelimpahan pekerjaan dari <i>Phase 1</i>.	13 Bulan (Oktober 2019 – Oktober 2020)
	Pekerjaan Civil Work	Menunggu pengalihan jalur switch over 4 (pengaktifan jalur Bogor Line Elevated) untuk membongkar jalur 4	24 Bulan (Oktober 2019 – November 2021)

		dan 5 eksisting.	
	Peekerjaan Building Work	Menunggu pengalihan jalur switch over 4 (pengaktifan jalur Bogor Line Elevated) untuk membongkar jalur 4 dan 5 eksisting.	24 Bulan (Oktober 2019 – November 2021)
	Peekerjaan Track Work	Menunggu pengalihan jalur switch over 4 (Pengaktifan jalur Bogor Line Elevated) untuk membongkar jalur 4 dan 5 eksisting.	24 Bulan (Oktober 2019 – November 2021)
2	Review Desain		
	Pekerjaan Power House	Gambar DED tidak ada, sehingga bangunan Power House di desain kembali untuk menyesuaikan kebutuhan daya utilitas staisun manggarai.	4 Bulan (Desember 2019 – Maret 2020)
	Pekerjaan <i>Sky Bridge</i> JPO	Gambar DED hanya denah dan tidak bisa diaplikasikan untuk pelaksanaan, sehingga perlu review desain untuk bisa dilaksanakakan.	12 Bulan (Januari 2020 – Desember 2020)
	Pekerjaan Bogor Line Elevated	Gambar DED belum ada, karena pelimpahan pekerjaan dari phase 1.	7 Bulan (Januari 2020 – Juli 2020)
	Peekerjaan Civil Work	Gambar DED belum ada konfigurasi Box Girder dan Track Elevated sehingga perlu di review desain menggunakan peraturan SNI terbaru.	18 Bulan (Januari 2020 – Juni 2021)
	Peekerjaan Building Work	Gambar DED hanya ada Struktur Beton, sehingga untuk pekerjaan Struktur Atap baja, arsitektur, dan Mechanical Eektrikal harus direview Desain.	18 Bulan (Januari 2020 – Juni 2021)
	Peekerjaan Track Work	Gambar DED belum menyesuaikan pola operasi kereta, sehingga perlu review desain menyesuaikan kebutuhan dan kondisi lapangan.	18 Bulan (Januari 2020 – Juni 2021)
3	Switch Over / Pola Opersi Kereta		
	Switch Over	Pekerjaan tidak bisa dilakukan secara paralel karena harus menyesuaikan pola operasi kereta, sehingga lahan yang diterma juga terbatas dan bertahap.	18 Bulan (November 2021 – Mei2023)
4	Banyak utilitas yang belum terpetakan di awal pekerjaan		
	Relokasi Listrik Aliran Atas (LAA)	- Kontrak pekerjaan kontraktor FASOP mengalami perubahan ruang lingkup dan di optimasi pekerjaan sehingga membutuhkan kontrak baru untuk penyelesaian pekerjaan. - Tidak detailnya ruang lingkup relokasi.	4 Bulan (Oktober 2022 – Februari 2023)

	Aliran Listrik PLN	Tidak terdeteksinya di awal posisi aliran listrik PLN bawah tanah, sehingga harus melakukan tes PIT dan Georadar terlebih dahulu.	3 Bulan (Oktober 2021 – Januari2022)
5.	<i>Sequence Activity</i>		
	<i>Sequence Activity</i>	<i>Sequence Activity</i> yang tidak jelas dari awal desain hingga tahapan pelaksanaan pekerjaan membuat hambatan pelaksanaan pada awal konstruksi.	18 Bulan (Juli 2021 – Desember 2022)
6.	Interface, depedensi antar phase dan paket pekerjaan		
	Phase 1	Menunggu selesainya pekerjaan Struktur elevated untuk pekerjaan track bogor line elevated.	13 Bulan (Oktober 2019 – Oktober 2020)
	Paket Mainline II	Menunggu <i>switch over</i> 5 paket lain Waskita Utama KSO Waskita Utama KSO.	2 Bulan (Maret 2022 – Mei 2023)
	Paket FASOP (Fasilitas Operasi)	Menunggu pembongkaran tiang LAA dikarenakan Kontrak pekerjaan kontraktor FASOP mengalami perubahan ruang lingkup dan di optimasi pekerjaan sehingga membutuhkan kontrak baru untuk penyelesaian pekerjaan.	4 Bulan (Oktober 2022 – Februari 2023)
(Sumber : Data Proyek Main Line I Manggarai, 2025)			

5. Pembengkakkan biaya akibat ruang lingkup pekerjaan yang berubah dan perpanjangan masa konstruksi Dampak keterlambatan bagi penyedia jasa sangat berpengaruh terhadap biaya pelaksanaan pekerjaan, dikarenakan membengkaknya biaya komoditas material, naiknya biaya penggunaan alat dikarenakan tahapan melaksanakan pekerjaan yang tidak bisa di prediksi sebelum pelaksanaan pekerjaan, subkon banyak mengajukan perubahan dan penambahan kontrak akibat keterlambatan waktu dan naiknya beberapa harga komoditas material, naiknya biaya overhead dan naiknya biaya administrasi bank.

Tabel 2.7 Rincian Pembengkakan Biaya pelaksanaan Pekerjaan Penyedia Jasa

No	Item Pekerjaan	Unit	Rencana Biaya	Realisasi Biaya	Pembengkakkan Biaya	Penyebab
A	Bahan					
1	Besi	Kg	Rp 43.008.638.339,30	Rp 53.100.086.816,10	(Rp 9.462.078.476,80)	Naiknya Harga Komoditas
2	Beton	m3	Rp 30.988.862.983,86	Rp 31.031.712.984,67	(Rp 42.850.000,81)	Naiknya Harga Komoditas
3	Kawat Bendrat	Kg	Rp 715.414.552,81	Rp 1.053.090.221,73	(Rp 337.675.668,92)	Naiknya Harga Komoditas
B	Alat					
1	Peralatan	Lot	Rp 7.255.752.291,83	Rp 12.988.126.109,81	(Rp 5.732.373.817,98)	Naiknya Harga Sewa

C	Subkon					
1	Steel Structure Fabrication	Kg	Rp 14.682.678.412,29	Rp 19.338.161.811,31	(Rp 4.655.483.399,02)	Naiknya Harga Komoditas
2	Steel Structure Installation	Kg	Rp 2.864.912.860,94	Rp 3.223.026.968,55	(Rp 358.114.107,62)	Naiknya Harga Komoditas
3	Metal Roffing and Facia	M2	Rp 3.002.102.695,23	Rp 3.763.199.153,17	(Rp 761.096.457,94)	Naiknya Harga Komoditas
D	Biaya Umum					
1	Overhead	Lot	Rp 14.882.699.572,46	Rp 29.953.586.447,54	(Rp 15.070.886.876,08)	Keterlambatan Waktu
E	Biaya Umum					
1	Biaya Bank	Lot	Rp 13.630.125.685,03	Rp 14.303.77.615,17	(Rp 673.581.930,14)	Keterlambatan Waktu
Total			Rp 131.660.557.392,73	Rp 168.754.698.128,05	(Rp 37.094.140.753,32)	
Sumber : Data Proyek Main Line I Manggari, 2025						

2.4 Efisiensi Biaya

Proyek konstruksi sering dihadapkan dengan permasalahan terkait efisiensi, terutama dalam menjaga standar kualitas yang optimal sambil menekan biaya. Komitmen manajemen adalah fondasi dari kualitas proyek konstruksi yang berhasil. Pihak manajemen harus berperan aktif dalam mengawasi seluruh fase proyek, memastikan setiap kegiatan memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Pada tahap inisiasi dan desain, kualitas gambar dan spesifikasi sangatlah penting. Gambar yang jelas dan spesifikasi dapat mencegah kesalahan pada pelaksanaan konstruksi. Sedangkan pada tahap perencanaan desain konstruksi harus dapat dibangun atau “*constructable*” yang menekankan pada metode kerja untuk menghindari implementasi rancangan sulit atau mahal dilaksanakan. Selama masa konstruksi Standar kualitas yang harus dipenuhi dalam tahap ini sangat berdampak pada keseluruhan siklus hidup proyek. Pengawasan ketat dan penggunaan bahan bangunan berkualitas adalah kunci untuk mencegah kegagalan konstruksi.

Saat ini banyak perusahaan pengawas, kontraktor dan perencana menggunakan teknologi untuk membantu pelaksanaan konstruksi seperti BIM dan sistem ERP. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan efisiensi operasional. Teknologi yang digunakan memungkinkan kontraktor konstruksi untuk merencanakan, memantau dan mengendalikan biaya proyek secara *real time*.

Strategi pengadaan material yang efisien selama masa kontrak dapat mengurangi biaya material secara signifikan. Memilih material yang tepat tanpa mengorbankan kualitas dapat menghasilkan penghematan besar dalam anggaran

proyek. Optimalisasi rantai pasokan melalui kemitraan strategis dengan pemasok dan penggunaan sistem manajemen rantai pasokan (Supply Chain Management - SCM) memastikan ketersediaan material dengan harga yang kompetitif.

2.5 Lean Construction

Lean construction (LC) atau konstruksi ramping diartikan sebagai efisiensi atau meminimalisir suatu kegiatan produksi atau konstruksi sehingga outputnya adalah tidak terdapat pemborosan pada sumber daya yang dimiliki, sumber daya sebagaimana yang dimaksud adalah alat, benda orang dan termasuk waktu (APICS Dictionary, 2005). Tujuan utama dari *Lean construction* adalah menghilangkan kegiatan-kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah (*non-value added*) atau istilah yang biasa digunakan adalah *waste*.

Menurut Koskela et. al. (2002) *lean construction* yaitu kegiatan merencanakan kegiatan produksi dengan menurunkan probabilitas terjadinya waste yang berkaitan dengan biaya dan waktu *in line* dengan sasaran pengerjaan dapat selesai tepat pada waktunya. Target dari *Lean construction* yaitu menghilangkan atau mengeliminasi kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah atau dapat dikatakan kegiatan atau Upaya yang dikerjakan dalam suatu proyek tetapi pada hakikatnya tidak menambah nilai pengerjaan proyek tersebut. Kegiatan yang berbelit-belit yang hanya membuangbuang tenaga dan waktu menjadi kegiatan yang ramping, cepat tetapi secara keseluruhan tidak mengurangi nilai proyek (asal- asalan). Sehingga dapat diambil benang merah bahwa *lean construction* yaitu penerapan pada lean management yang diterapkan pada kegiatan pabrik atau industri Ketika menghasilkan suatu barang. Upaya-upaya lean construction tersebut dapat dilakukan sebagaimana berikut:

1. Orientasi konsumen, Produksi yang efisien secara berkelanjutan (tidak ada waktu tunggu yang berlebih) dan pengiriman atau pendistribusian “just in time”
2. Peningkatan kualitas dari suatu produk.
3. Percepatan pada developing produk baru terkhusus teknik-teknik yang berkaitan dengan tepat waktu penyelesaian.

4. Pembukaan pelanggan baru dengan tetap menjaga existing customers.
5. Hubungan proses (tanpa melalui struktur organisasi) yang harmonis dari perusahaan dalam bisnis atau usaha
6. Fleksibel dalam:
 - Akselerasi pengerjaan atau alur.
 - Meminimalisir birokrasi yang berbelit
 - Komunikasi secara langsung
 - Mempertinggi tanggung jawab dengan cara melakukan delegasi kekuasaan secara kuat.

Prinsip prinsip pada *lean construction* adalah sebagai berikut (Womack dan jones, 1996)

1. *Value*. Pendefinisian nilai harus sangat spesifik dan dilakukan oleh customer akhir.
2. *The Value Stream*. Harus didesain sedemikian rupa sehingga terdapat perpindahan nilai yang terdefinisi dari suatu kegiatan ke kegiatan yang lain, mulai dari kegiatan problem-solving di awal, kemudian ke kegiatan pengelolaan informasi, dan kepada kegiatan transformasi dari material mentah hingga produk akhir.
3. *Flow* perpindahan nilai tersebut harus dilakukan secara mengalir, tidak ada hambatan.
4. *Pull*. Untuk menghindari produk yang tidak terpakai, dan mengurangi waste, maka produk sebaiknya diproduksi ketika diminta oleh pengguna.
5. *Perfection*. Kegiatan memperbaiki semua proses dengan terus menerus harus dilakukan untuk mencapai kesempurnaan.

Kategori waste atau pemborosan sebagai bentuk gambaran kegiatan dalam penggunaan kebutuhan sumber daya proyek secara berlebih. Sehingga pada beberapa kondisi, ditemukannya sisa produksi maupun pengerjaan lainnya yang menimbulkan adanya kerugian dari segi penyimpanan maupun pengolahan. Adapun kategori pemborosan yang intensitasnya cukup sering terjadi di beberapa keadaan pada pekerjaan proyek antara lain sebagai berikut:

1. *Waiting* atau waktu tunggu

Pelaksanaan proyek merupakan rangkaian terstruktur dan terurut dari awal konstruksi hingga waktu penyelesaian. Namun dalam pelaksanaannya banyak kendala yang menyebabkan berbagai macam kendala, kondisi tersebut akan mempengaruhi durasi waktu pelaksanaan. Salah satu yang terjadi dilapangan dalam kategori pemborosan adalah berupa waktu tunggu, hal ini dapat sangat terlihat dalam durasi pelaksanaan konstruksi yang menyebabkan keterlambatan. Keterlambatan akibat waktu tunggu merupakan salah satu item faktor kendala. Waktu tunggu yang dimaksudkan cukup beragam penerapan penggunaan waktunya. Beberapa faktor diantaranya yaitu dari mulai faktor manusia yang memiliki probabilitas terjadinya waktu tunggu dalam hal tenaga pengerjaan yang terlambat datang pada lokasi pengerjaan, adalah adanya kualitas tenaga kerja yang buruk dan kurang kompeten dalam bidang yang dikerjakan sehingga cukup memakan waktu dalam menyeleksi kembali tenaga kerja lama untuk ditempatkan di posisi yang lebih kompeten dan sesuai pada bidang pengerjaannya yang baru.

2. *Unncessary Inventory* atau Persediaan yang Tidak Perlu

Penunjang efisiensi dalam proyek konstruksi yaitu dengan memiliki tempat yang dapat digunakan sebagai persediaan beragam hal yang diperlukan dalam keperluan proyek, baik dari material hingga peralatan kerja. Dalam konstruksi manajerial material, alat dan tenaga perlu diperhatikan karena akan menyangkut kualitas dan kuantitas pelaksanaan pekerjaan. Tempat penyimpanan terhadap material perlu diperhatikan agar kualitas bahan tetap bagus hingga proses pemasangan, dalam konstruksi material biasanya di simpan dalam gudang penyimpanan. Namun dalam gudang penyimpanan memiliki ukuran yang terbatas jadi perlu adanya pengaturan selama masa konstruksi.

3. *Unnecessary Motion* atau Gerakan yang Tidak Perlu

Area dan lokasi proyek memiliki pengaruh terhadap kinerja dan perpindahan pergerakan yang terjadi untuk keberlangsungan pengerjaan proyek konstruksi. Apabila kondisi area proyek memiliki ruang yang cukup leluasa dalam pengerjaan dan keberlangsungan kegiatan proyek, maka, dapat dibuat tempat khusus yang strategis sebagai penengah antara lokasi area kerja dengan tempat penyimpanan alat kerja dan material sementara. Hal ini bertujuan mempersingkat pergerakan yang tidak diperlukan terjadi begitu sering dan kegiatan secara berulang pada pekerja saat melakukan perpindahan. Kegiatan perpindahan yang terlalu jauh dan sering, menimbulkan penurunan produktivitas pekerja menjadi kurang optimal.

4. *Over Production* atau Produksi Berlebih

Over production atau produksi dengan skala berlebih dalam lingkup proyek dapat terjadi pada beberapa kondisi, baik saat dilakukannya pembelian persediaan material yang berlebih dari kebutuhan yang dibutuhkan, terlalu banyak tenaga kerja yang mengerjakan beberapa item pekerjaan tertentu sehingga kurang maksimal hingga terjadi pembengkakan dari sisi pembiayaan, dalam jangka waktu yang lebih cepat dari permintaan yang diajukan, hingga pembuatan dan penyusunan komponen penunjang keberlangsungan proyek, misal pembuatan besi tulangan dengan diameter tertentu, yang seharusnya hanya sedikit, namun karena kurangnya fokus dan ketelitian, sehingga dibentuk dalam jumlah yang banyak yang mengakibatkan menjadi salah satu bagian dari produksi berlebih.

5. *Inappropriate Processing* atau Proses yang Tidak Sesuai

Tahapan pengerjaan yang tidak sesuai dengan proses pengerjaan yang seharusnya dilakukan mulai dari penggunaan alat kerja yang kurang tepat sehingga mengakibatkan kinerja melambat sehingga tidak sesuai dengan target yang ingin dicapai, penerapan metode kerja yang kurang efektif juga bagian dari proses yang tidak sesuai, minimnya kontroling

dan awareness yang kurang antar sesama pekerja, Kerjasama tim yang minim sehingga kurangnya komunikasi yang terjalin, serta tidak sesuainya jenis material dalam pemesanan yang tidak sesuai dalam spesifikasi yang ditentukan juga berpengaruh terhadap proses pelaksanaan pekerjaan yang berdampak pada kekuatan dan keamanan pekerjaan konstruksi di kemudian hari.

6. *Transportation* atau Transportasi

Proses pemindahan alat berat, tenaga, material dan lainnya selama masa konstruksi perlu direncanakan dengan baik, karena keterlambatan kedatangan akan mempengaruhi *sequency* keseluruhan pekerjaan. Faktor lain yang mempengaruhi item transportasi adalah minimal pembelian, proses pengangkutan, jadwal yang tidak sesuai dengan waktu kebutuhan. Adapun penyebab lainnya terkait transportasi juga dipengaruhi adanya kondisi jalan yang tidak selalu dalam kualitas yang layak guna dalam proses mobilisasi kegiatan proyek yang sedang berlangsung hingga terjadi penundaan pengiriman karena ketidakakuratan informasi harga maupun jenis material yang disampaikan oleh supplier.

7. *Defect* atau Cacat

Kerusakan produk baik pada kategori jenis material, desain, hingga cara penyimpanan material yang cukup berpengaruh terhadap keberlangsungan pengerjaan pekerjaan proyek dapat menimbulkan terjadinya perubahan desain, biaya, pemesanan ulang, hingga perkiraan waktu berakhirnya barang material yang telah dipesan untuk pekerjaan proyek yang dikarenakan banyak hal salah satunya minim koordinasi satu sama lain sebagai internal yang dirasa perlu meningkatkan adanya kerjasama tim yang lebih intense lagi sehingga hal ini salah satu yang cukup berpengaruh pada kepuasan pengguna.

2.6 Fishbone Diagram dan Analisa

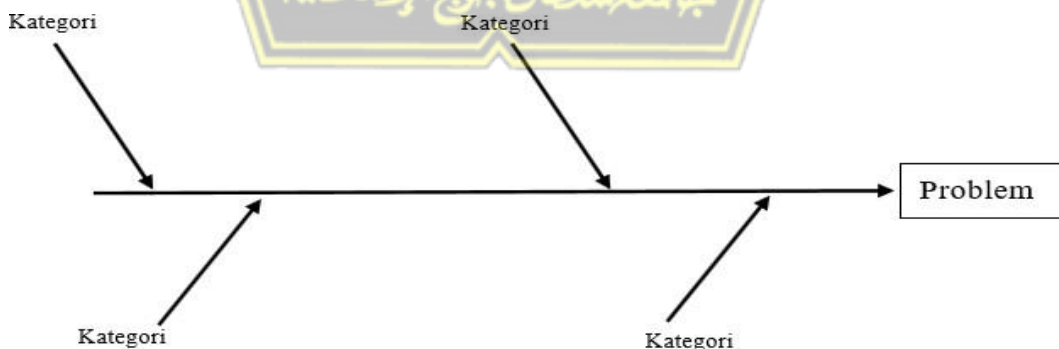
Cara untuk mendapatkan data yang baik, dapat menggunakan instrument penelitian khususnya, angket dan tes harus memenuhi setidaknya syarat berikut

seperti pengecekan Validitas dan Reliabilitas. Berpedoman pada pendapat hadjar (1996) angket adalah suatu daftar pertanyaan atau pernyataan tentang topic tertentu yang diberikan kepada subjek, baik secara individual atau kelompok untuk mendapatkan informasi tertentu, seperti prefensi, keyakinan, minat, dan perilaku.

Secara singkat angket adalah teknik pengumpulan data melalui sejumlah pernyataan tertulis untuk mendapatkan informasi atau data dari sumber data atau responden. Dengan kata lain, kuesioner adalah lembaran pernyataan yang berdasarkan pertanyaannya terdiri dari dua bentuk, yaitu kuesioner dengan pertanyaan terbuka, atau kuesioner dengan pertanyaan tertutup, atau kombinasi keduanya. Pertanyaan terbuka memungkinkan penjelasan yang panjang dan mendalam, sementara dalam pernyataan tertutup, jawaban unit analisis sudah dibatasi sehingga memudahkan dalam perhitungan.

Diagram tulang ikan adalah salah satu metode RCA yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1943 oleh ilmuwan Jepang, Profesor Kaoru Ishikawa. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan penyebab dominan dari suatu masalah, mencari akar penyebabnya, dan kemudian melakukan analisis lebih lanjut. Diagram ini sering disebut sebagai diagram sebab-akibat atau diagram Ishikawa. Berikut adalah beberapa fungsi dari diagram tulang ikan:

1. Mengidentifikasi penyebab mendasar dari suatu masalah tertentu.
2. Membantu dalam menemukan dan menyelidiki informasi lebih lanjut.
3. Membantu dalam menemukan metode-metode yang bisa memberikan solusi terhadap permasalahan yang sedang terjadi.



Gambar 2.4 Diagram Fishbone

2.7 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah suatu model untuk membangun gagasan – gagasan dan proses mendefinisikan persoalan dengan cara membuat asumsi serta memperolehan pemecahan yang diinginkan darinya. Gagasan tersebut digunakan untuk menentukan kriteria untuk memecahkan suatu persoalan tertentu, lalu dengan menggunakan asumsi gagasan tersebut dikelompokkan menjadi suatu struktur hirarkis dan diberi pembobotan atau gagasan itu agar didapat pemecahan yang diinginkan. AHP merupakan Teknik pengambilan keputusan matematis yang mempertimbangkan aspek kualitatif dan kuantitatif dari suatu keputusan. Ia menyediakan framework yang rasional untuk menstrukturkan masalah yang ada ke dalam fokus yang lebih kecil, menilai elemen pada tiap grup yang ada dengan memperhatikan alternatif yang lain agar didapat tujuan yang diinginkan.

Analytic Hierarchy Process (AHP) mempunyai landasan aksiomatik, adapun landasan tersebut sebagai berikut:

1. Resprocal Comparison, yang mengandung arti bahwa matriks perbandingan yang berbentuk harus bersifat kebalikan.
2. Homogeneity, yaitu mengandung arti kesamaan dalam melakukan perbandingan.
3. Dependence, yang berarti setiap level mempunyai kaitan (complete hierarchy) walaupun mungkin saja terjadi hubungan yang tidak sempurna (incomplete hierarchy).
4. Expectation, yang berarti menonjolkan penilaian yang bersifat ekspektasi dan prefensi dalam pengambilan keputusan. Penilaian dapat berupa data kuantitatif maupun bersifat kualitatif.

Tahapan-tahapan pengambilan keputusan dalam metode AHP pada dasarnya adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan
2. Membuat sruktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria-kriteria dan alternatif-alternatif pilihan yang ingin dirangking.
3. Membentuk matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusirelatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing

tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan pilihan atau judgement dari pembuat keputusan dengan menilai tingkat tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya.

4. Menormalkan data yaitu dengan membagi nilai dari setiap elemen di dalam matriks yang berpasangan dengan nilai total dari setiap kolom.
5. Menghitung nilai eigen vector dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten maka pengambilan data (preferensi) perlu diulangi. Nilai eigen vector yang dimaksud adalah nilai eigen vector maximum yang diperoleh dengan menggunakan matlab maupun dengan manual.
6. Mengulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.
7. Menghitung eigen vector dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai eigen vector merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini untuk mensintesis pilihan dalam penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarki terendah sampai pencapaian tujuan
8. Menguji konsistensi hirarki. Jika tidak memenuhi dengan $CR < 0,100$ maka penilaian harus diulang kembali.
9. Menguji konsistensi hirarki. Jika tidak memenuhi dengan $CR < 0,100$ maka penilaian harus diulang kembali.

2.8 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian terdahulu tentang analisis faktor-faktor risiko penyebab keterlambatan proyek stasiun manggarai dan penggunaan *Lean Construction*, sebagai berikut:

1. Chrys Adrian Lolo, Optimasi Prediksi Jadwal Penyelesaian Pada Studi Kasus Proyek Pengembangan Double Double Track (Paket A) Dengan Metode Pert (Juli, 2022)
 - a. Permasalahan
 - 1) Keterlambatan penyelesaian proyek Pengembangan Double-Double Track (Paket A)
 - 2) Pengaruh penilaian kinerja kementerian dalam sector penyerapan anggaran karena dampak keterlambatan

- b. Hasil Penelitian
- Solusi optimasi untuk mengatasi keterlambatan jadwal menggunakan penggunaan simulasi Monte Carlo dengan metode Program Evaluation and Review Technique (PERT)
2. Badzlina Harvy Nesya, Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Untuk Manggarai s/d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) "Pekerjaan Mainline I" (September, 2021)
- a. Permasalahan
- 1) Faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap keterlambatan pada proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Untuk Manggarai s/d Jatinegara Paket A Tahap II " Pekerjaan Main Line I "
 - 2) Implementasi hasil tingkatan faktor penyebab keterlambatan terhadap kondisi langsung dilapangan.
- b. Hasil Penelitian
- Adanya tingkatan dari faktor penyebab keterlambatan menggunakan Analisa AHP serta metode dan schedule untuk penyelesaian konstruksi
3. Syaeful Karim, Simulasi Penjadwalan Pelaksanaan Pembangunan Stasiun Manggarai Tahap Ii Berbasis Risiko Untuk Mengoptimalkan Waktu Penyelesaian Proyek (September, 2024)
- a. Permasalahan
- 3) Indikator penyebab risiko keterlambatan penyelesaian Proyek Pembangunan Stasiun Manggarai Tahap II
 - 4) Simulasi penjadwalan pelaksanaan pembangunan stasiun manggarai tahap II Berbasis Risiko untuk Mengoptimalkan waktu Penyelesaian Proyek
 - 5) Strategi dan rekomendasi Respon Risk yang tepat untuk mengantisipasi risiko-risiko yang mempunyai Hightly Impact terhadap Schedule pelaksanaan pembangunan stasiun manggarai tahap II untuk Mengoptimalkan Waktu Penyelesaian Proyek

- b. Hasil Penelitian
- Strategi dan rekomendasi respon risk yang tepat untuk mengatasi *Highly impact* terhadap Schedule pada pelaksanaan pembangunan stasiun manggarai tahap II yang mengakibatkan terjadinya keterlambatan penyelesaian proyek.
4. Anggi Sanjaya, Strategi Pengendalian Perubahan Lingkup Pekerjaan Berbasis Risiko Menggunakan Probability Impact Matrix Untuk Meningkatkan Kinerja Biaya Pada Proyek Double-Double Track (Januari, 2025)
- a. Permasalahan
- 1) Faktor risiko penyebab terjadinya perubahan lingkup pekerjaan proyek Pembangunan Double-Double Track
 - 2) Faktor risiko dominan penyebab terjadinya perubahan lingkup pekerjaan proyek Pembangunan Double-Double Track
 - 3) Faktor risiko penyebab terjadinya perubahan lingkup terhadap kinerja biaya
 - 4) Strategi pengendalian perubahan lingkup pekerjaan yang tepat guna meningkatkan kinerja biaya pada proyek Pembangunan Double-Double Track
- b. Hasil Penelitian
- Strategi pengendalian perubahan ruang lingkup pekerjaan yang tepat guna meningkatkan kinerja biaya pada proyek Pembangunan Double-Double Track
5. Jianli Hao, Hongping Yuan, Jing Liu, Chee Seong Chin, Weisheng Lu dengan judul penelitian *A model for assessing the economic performance of construction waste reduction (Journal of Cleaner Production, 2019)*
- a. Permasalahan
- Penelitian berusaha untuk mengisi gap penelitian dalam lean construction yang belum terdapat system yang dinamis untuk menginvestigasi performa ekonomi dalam pengurangan construction waste.

- b. Hasil penelitian

Hasil dari penelitian ini yaitu terdapat empat strategi yang dapat digunakan untuk meningkatkan nilai ekonomi dalam saat melakukan praktis *construction waste*. Pertama, memperketat pemilihan *waste*, mengurangi kebiasaan pembuangan ilegal, *recycling*, meningkatkan biaya penimbunan sampah.
6. Weiqi xing, Jian li hao, Liang qian, Vivian W.Y Tam, Karol S. Sikora dengan judul penelitian *Implementing lean construction techniques and management methods in Chinese projects: A case study in Suzhou, China* (*Journal of Cleaner Production*, 2020)
 - a. Permasalahan

Teknik yang digunakan pada kontraktor china dalam meningkatkan efektivitas pekerjaan

 - b. Penelitian

Penelitian ini mengemukakan bahwa Teknikteknik yang digunakan oleh kontraktor di China yang dianggap efektif untuk meningkatkan nilai konstruksi, memperpendek *schedule* proyek, meningkatkan kualitas, dan mengurangi waste yaitu Last Planner System, Sistem Kanban, *Justin-Time*, *prefabrication*, *Internet of Things*, *quality and safety management*.
7. Danquah Jeff Boakye, Ishmael Tingbani, Gabriel Ahinful, Isaac Damoah, Venancio Tauringana, dalam judul penelitian *Sustainable environmental practices and financial performance: Evidence from listed small and medium-sized enterprise in the United Kingdom* (*Business Strategy and The Environment*, 2020)
 - a. Pembahasan

Penelitian ini hendak mengungkapkan variable-variable yang dianggap memiliki pengaruh terhadap corporate financial performance (ROA) dengan menggunakan 201 sample UMKM dari 1.049 perusahaan 2011 - 2016, dengan hasil statistik *Tobin's q* (0,116), *sustainable environmental policies* (0,493), *energy*

Efficiency practices (0,372), greenhouse gases (0,396), waste (0,354).

8. Ricky Kristo Ngantung, Fabian J. Manoppo, Carter D. E. Kandou dalam judul penelitian Penerapan value engineering dalam upaya meningkatkan efisiensi biaya proyek pada pembangunan gedung dprd sulawesi utara (Universitas Sam Ratulangi, 2021)

a. Permasalahan

Permasalahan yang sering terjadi dalam industri konstruksi yaitu pembengkakan biaya proyek yang diakibatkan kurangnya pengelolaan proyek.

b. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis desain eksisting menggunakan metode value engineering yang berlaku umum, berdasarkan metode studi kasus atau analisis untuk proses penerapan rekayasa nilai. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan kajian pekerjaan-pekerjaan apa saja yang berpotensi dapat memberikan efisiensi nilai dan efektifitas pekerjaan, kemudian mengevaluasi nilai penghematan antara biaya yang telah menggunakan rekayasa nilai dengan biaya awal yang telah direncanakan. Implementasi Rekayasa Nilai (VE) merupakan salah satu alternatif yang dapat memaksimalkan efisiensi biaya proyek (Value for money yang optimum) pada pembangunan gedung DPRD Sulawesi Utara. Serta menjadi metode pilihan dalam penyelesaian, jika ditemukan indikasi inefisiensi dalam penggunaan anggaran biaya proyek.

9. Ossama M. SALEM, Julie Solomon, Ash M Genaidy, M luegring dalam judul penelitian *Site Implementation and Assessment of Lean Construction Techniques (Lean Construction Journal, 2005)*

a. Permasalahan

Penggunaan teknik dalam dunia konstruksi

b. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa Teknik- teknik yang data digunakan oleh kontraktor untuk meningkatkan nilai serta mengurangi waste diantaranya *last planner, visualization, daily huddle meeting, first run studies, the 5s process, fail safe for quality and safety*.

10. Jamil Sarhan, Bo Xia, Sabrina Fawzia, Azharul Karim dalam judul penelitian *Framework for the implementation of lean construction strategies using the interpretive structural modelling (ISM) technique: A case of the Saudi construction industry (Engineering, Construction and Architectural Managemenet, 2020)*

a. Pembahasan

Penelitian ini menemukan bahwa dalam 12 critical success factor dalam lean construction terbagi menjadi empat clusters yaitu: autonomous, linkage, dependent dan driving clusters. Serta, terdapat tujuh hirarki dalam hubungan antara CSFS.

2.9 Keaslian Penelitian

Sebagaimana penulis terdahulu yang sudah meneliti pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Untuk Manggarai s/d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Pekerjaan Mailine I” hanya seputar antisipasi keterlambatan, simulasi penjadwalan akibat keterlambatan dan identifikasi indikator keterlambatan. Sehingga peneliti mengambil pembahasan mengenai *lean construction* yang belum pernah dibahas sebelumnya, dengan tujuan agar pengaplikasian *lean construction* dapat membantu secara nyata untuk Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s/d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Pekerjaan Mailine I” dari pemborosan biaya yang terjadi karena keterlambatan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian dan Data Umum Proyek

Lokasi penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”.

Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”, berlokasi di Jl. Manggarai Utara, RW.1, Manggarai, Kec. Tebet, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12850.



(Sumber : Dokumen Proyek Main Line I, Manggarai)

Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

KONTRAK			ALTERNATIF 109,5%			ANGGARAN BIAYA ADD 5 (109,5%)					
RENCANA ANGGARAN BIAYA (100%)			RENCANA ANGGARAN BIAYA ADD 3 (109,5%)			RENCANA ANGGARAN BIAYA ADD 5 (109,5%)					
No	Pekerjaan	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp.)	No	Pekerjaan	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp.)	No	Pekerjaan	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp.)
1.	Umum		3.476.266.666,67	1.	Umum		3.476.266.666,67	1.	Umum		3.476.266.666,67
2.	Sipil		97.995.908.478,52	2.	Sipil		101.007.747.252,33	2.	Sipil		81.933.396.807,87
		a. Struktur Bawah	13.070.891.443,34			a. Struktur Bawah	29.429.456.424,50			a. Struktur Bawah	46.523.095.228,84
		b. Struktur Portal	27.527.304.231,24			b. Struktur Portal	40.129.542.016,07			b. Struktur Portal	452.510.500,64
		c. Struktur Atas	48.483.629.053,93			c. Struktur Atas	11.416.486.755,30			c. Struktur Atas	13.209.841.078,34
		d. JPO	8.914.083.750,00			d. JPO	20.032.262.056,45			d. JPO	21.747.950.000,05
3.	Gedung		201.309.282.249,19	3.	Gedung		209.025.160.933,05	3.	Gedung		226.821.530.982,42
		a. Struktur Bawah	33.482.023.259,78			a. Struktur Bawah	38.019.907.670,70			a. Struktur Bawah	48.449.591.426,88
		b. Struktur Beton Gedung	58.344.765.720,88			b. Struktur Beton Gedung	93.536.608.386,81			b. Struktur Beton Gedung	85.604.753.241,91
		c. Struktur Rangka Atap Baja	26.355.010.351,31			c. Struktur Rangka Atap Baja	29.100.675.220,11			c. Struktur Rangka Atap Baja	24.360.307.092,63
		d. Arsitektur	15.144.719.556,90			d. Arsitektur	20.274.822.566,47			d. Arsitektur	20.176.346.256,81
		e. Fasade	4.193.870.000,00			e. Fasade	1.537.686.500,00			e. Fasade	3.447.222.105,00
		f. Furnitur	1.070.233.000,00			f. Furnitur	-			f. Furnitur	-
		g. Landscape	5.443.800.114,53			g. Landscape	-			g. Landscape	36.061.198,00
		h. MEP	56.805.525.245,79			h. MEP	20.094.845.816,63			h. MEP	38.286.634.888,84
		i. Power house	469.335.000,00			i. Power house	6.460.614.772,34			i. Power house	6.460.614.772,34
4.	Track		33.616.441.670,90	4.	Track		54.846.523.329,77	4.	Track		54.636.012.233,23
		a. Track Mainline I	33.616.441.670,90			a. Track Mainline I (At Grade)	24.003.569.796,26			a. Track Mainline I (At Grade)	23.793.058.699,72
						b. Track Bogorline	30.842.953.533,51			b. Track Bogorline	30.842.953.533,51
JUMLAH			336.397.899.065,27	JUMLAH			368.355.698.181,82	JUMLAH			366.867.206.690,19
PPN 10%			33.639.789.906,53	PPN 10%			36.835.569.818,18	PPN 10% + PPN 11%			38.324.061.309,81
JUMLAH INCLUDE PPN			370.037.688.971,80	JUMLAH INCLUDE PPN			405.191.268.000,00	JUMLAH INCLUDE PPN			405.191.268.000,00
PROSENTASE			100,00%	PROSENTASE			109,50%	PROSENTASE			109,50%

Gambar 3. 2 Gambar Rencana Anggaran Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”

(Sumber : Data Proyek Main Line I, Manggarai)

Tabel 3. 1 Data Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”

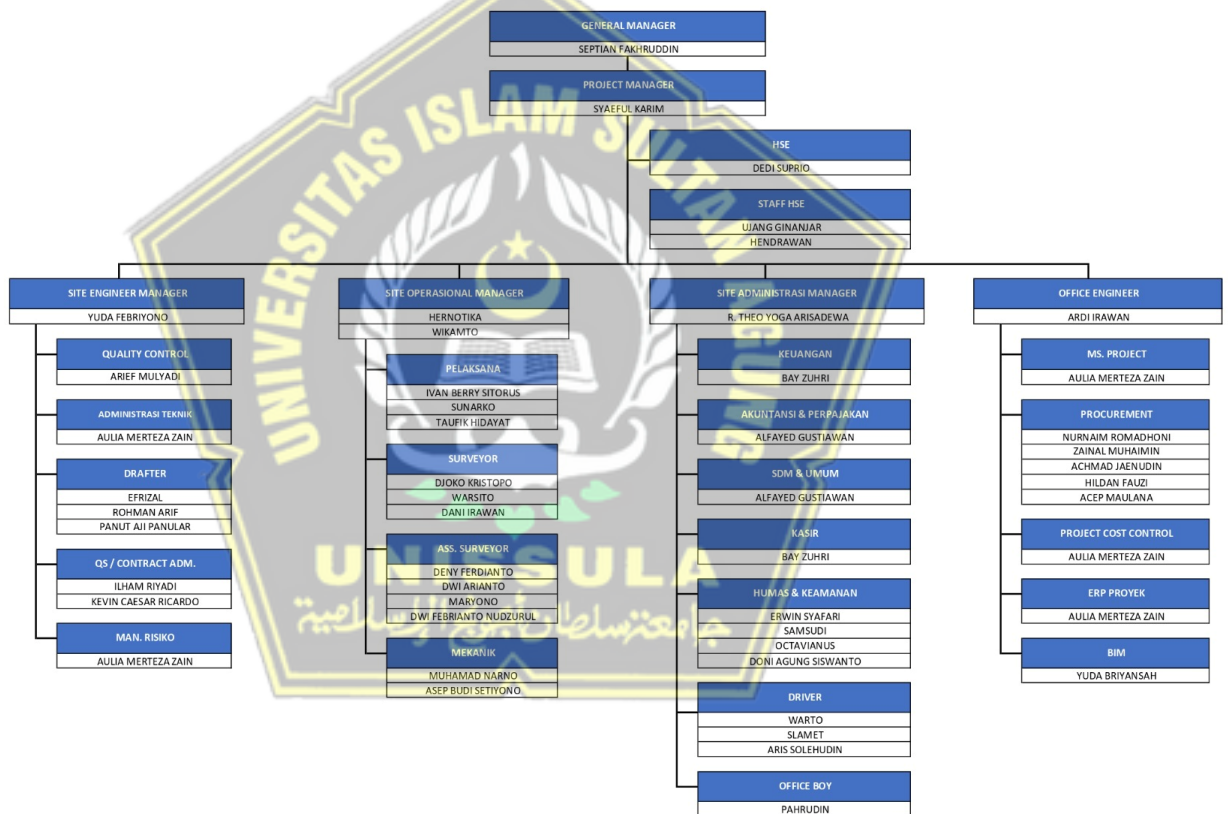
Nama Pekerjaan	Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Untuk Manggarais/d Jatinegara (Paket A) Tahap II “ Mainline 1”
Lokasi Pekerjaan	Manggarai Kec. Tebet, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta
Nomor Kontrak	001/P1/K/BTPWJB/X/2019
Tanggal Kontrak	11 Oktober 2019
Nomor SPMK	001/P1/SPMK/BTPWJB/X/2019
Tanggal SPMK	14 Oktober 2019
Tanggal PHO	03 September 2021
Nilai Kontrak	Rp 370.037.700.000,-(Inc. PPN)
Sumber Dana	Surat Berharga Syariah Negara (SBSN)DIPA Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jakarta dan Banten (Tahun Anggaran 2019 s/d 2021 (MYC))
Jenis Kontrak	Gabungan Lumpsum & Harga Satuan
Waktu Pelaksanaan	720 Hari Kalender

Waktu Pemeliharaan	365 Hari Kalender
Pemilik Pekerjaan	Kementerian Perhubungan Direktoral Jendral Perkeretaapian
Kontraktor	Nindya Citra Kharisma KSO
Konsultan	Daya Cipta Laudya Scalarindo KSO
Cara Pembayaran	Montly Certificate (MC)
Tagihan	10 Milyar / MC

(Sumber : Data Proyek Main Line I, Manggarai)



STRUKTUR ORGANISASI PROYEK
PEMBANGUNAN FASILITAS PERKERETAAPIAN UNTUK MANGGARAI S/D JATINEGARA (PAKET A) TAHAP II " MAIN LINE 1 "



NINDYA - CITRA - KHARISMA KSO
Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian
Untuk Manggarai s/d Jatinegara (Paket A) (Tahap II)
" Pekerjaan Main Line I "

SYAEFUL KARIM
Project Manager

Gambar 3. 3 Gambar Struktur Organisasi Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”

(Sumber : Data Proyek Main Line I, Manggarai)

3.2 Populasi

Populasi adalah keseluruhan, totalitas atau generalisasi dari satuan, individu, objek atau subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang akan diteliti, yang dapat berupa orang, benda, institusi, peristiwa, dan lain-lain yang di dalamnya dapat diperoleh atau dapat memberikan informasi (data) penelitian yang kemudian dapat ditarik kesimpulan.

3.3 Sampel

Sampel merupakan bagian dari populasi yang menjadi sumber data yang sebenarnya dalam suatu penelitian. Dengan kata lain, sampel adalah sebagian dari populasi untuk mewakili seluruh populasi. Sampel pada penelitian ini adalah responden atau orang yang ikut melaksanakan Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” dan memberikan solusi serta masukan selama proses pelaksanaan konstruksi baik dari Tingkat proyek sampai dengan tingkat di atasnya jika diperlukan. Penentuan jumlah sampel pada proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”. Jumlah sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah 20 (dua puluh) responden atau personel yang terlibat dalam pelaksanaan proyek kemudian dilanjutkan dengan melakukan diskusi dengan 5 (lima) orang personel atau expert yang terpilih.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah teknik atau metode yang digunakan untuk mengumpulkan data yang akan diteliti. Teknik tersebut memerlukan langkah yang strategis dan juga sistematis untuk mendapatkan data yang valid dan juga sesuai dengan kenyataannya. Dalam memilih teknik pengumpulan data, tentu ada beberapa teknik yang harus dilakukan untuk meminimalisasi adanya hambatan, kesalahan, atau masalah yang terjadi selama penelitian berlangsung. Sehingga

teknik yang dipilih juga harus tepat dan berlangsung secara sistematis, antara lain sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data Primer

Pengambilan data primer dilakukan dengan metode survey. Survey dilakukan dengan penyebaran kuesioner dan wawancara pihak personel proyek Nindya-Citra-Kharisma, KSO yang terlibat dalam pelaksanaan Pembangunan proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Main Line I” sebagai sumber informasi (expert judgement).

2. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dari penelitian ini berupa kajian literatur pada penelitian sebelumnya yang sejenis maupun pada referensi lain yang dapat membantu pengumpulan data dan informasi yang diperlukan untuk merumuskan rumusan dan batasan masalah.

3.5 Kuesioner Penelitian

Kuesioner Penelitian Merupakan sebuah pertanyaan yang diajukan dan berhubungan dengan masalah penelitian, dan tiap pertanyaan merupakan jawaban yang memiliki makna dalam menguji hipotesis. Terdapat 2 (dua) jenis kuesioner berdasarkan keleluasaan responden untuk memberikan jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diajukan antara lain sebagai berikut :

1. Kuesioner terbuka (kuesioner tidak terstruktur), adalah kuesioner yang dibuat sedemikian rupa sehingga jawaban yang diperoleh dapat bermacam-macam.
2. Kuesioner tertutup (kuesioner berstruktur), kuesioner yang dibuat sedemikian rupa sehingga responden dibatasi dalam memberi jawaban kepada beberapa alternatif ataupun kepada satu jawaban saja. Jenis kuesioner yang digunakan pada penelitian ini adalah kuesioner tertutup.

3.6 Variabel Penelitian Keterlambatan Proyek

Keterlambatan penyelesaian proyek berdampak terhadap *life cycle* pelaksanaan proyek. Selain itu dampak dari keterlambatan proyek juga berdampak terhadap beberapa stakeholder terkait baik itu pemilik proyek, penyedia jasa, user atau operator stasiun perkeretaapian di manggarai dan masyarakat. Untuk PT

Kereta Api Indonesia dalam hal ini berlaku sebagai user, keterlambatan proyek mengganggu produktifitas usaha, terganggunya keselamatan transportasi pada proses pelaksanaan pekerjaan dan tidak bisa segera merasakan manfaat pembangunan. Dalam penelitian ini peneliti meninjau faktor keterlambatan yang mempengaruhi hasil pelaksanaan pekerjaan pada proyek, yang sebagai variable (X) digambarkan dalam Tabel 3.2. keterlambatan pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Variabel bebas Penelitian (Faktor - Faktor Keterlambatan)

No	Kategori	Kode	Variabel	Responden
1	Keterlambatan Serah Terima Lahan Pekerjaan	X1	Lokasi bangunan belum ditentukan	Project Manager
2		X2	Sengketa lahan untuk proses pembangunan	Project Manager
3		X3	Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan oleh pihak lain	Project Manager
4		X4	Pelimpahan pekerjaan dari pihak lain	Project Manager
5		X5	Menunggu pengalihan jalur switch over, untuk dapat memulai pekerjaan	Site Operasional Manager
6	Review Desain	X6	Gambar DED yang tidak ada	Site Engineering Manager
7		X7	Desain DED hanya berupa denah tanpa detail pekerjaan	Site Engineering Manager
8		X8	Ketidakjelasan kontrak dan pelimpahan pekerjaan antar paket pekerjaan	Project Manager
9		X9	Konfigurasi Gambar Box Girder dengan Track	Site Engineering Manager
10		X10	Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta	Site Engineering Manager
11	Pola Operasi Kereta	X11	Koordinasi antar pihak yang berkaitan yang kurang baik	Site Operasional Manager
12		X12	Proses pemberitahuan pihak terkait pola operasi yang memakan waktu lama	Site Operasional Manager
13		X13	Pelaksanaan pekerjaan yang tidak bisa dilakukan secara parallel	Site Operasional Manager
14		X14	Pengaturan penumpang pasca melakukan perubahan pola operasi kereta	Site Operasional Manager
15		X15	Lahan pekerjaan yang sempit dan beresiko tinggi untuk melakukan perubahan pola operasi kereta	HSE Manager
16		X16	Akses masuk mobilisasi pekerjaan untuk memenuhi perubahan pola operasi	HSE Manager

17	Utilitas yang belum teridentifikasi dan Sequence Activity	X17	Tidak adanya identifikasi utilitas pada bangunan stasiun manggarai	Site Operasional Manager
18		X18	Item pembongkaran yang tidak ter-indikasi sebelum kontrak pekerjaan dimulai	Site Operasional Manager
19		X19	Pihak lain yang perlu dihubungi untuk proses relokasi bongkaran	Humas
20		X20	Sequence Activity yang tidak jelas dari awal desain hingga tahapan pelaksanaan pekerjaan	Site Operasional Manager
21		X21	Kesalahan pembongkaran karena tidak adanya identifikasi awal	Site Operasional Manager

(Sumber : Pengolahan Data Kuesioner, 2025)

Penilaian dalam tahap pengisian kuesioner diberikan skala penilaian terhadap faktor-faktor keterlambatan dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Skala Penilaian Faktor Keterlambatan

Skala	Deskripsi
5	Sangat Mempengaruhi
4	Cukup Mempengaruhi
3	Mempengaruhi
2	Tidak Mempengaruhi
1	Sangat Tidak Mempengaruhi

(Sumber : Pengolahan Data Kuesioner, 2025)

3.7 Variabel Penelitian Pemborosan Biaya

Fungsi dari sistem manajemen adalah untuk merencanakan dan mengendalikan proses. Perencanaan melibatkan penetapan tujuan dengan mengestimasi langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai tujuan tersebut. Sementara itu, kontrol merupakan kegiatan observasi yang memantau apakah langkah-langkah yang telah direncanakan perlu disesuaikan atau tidak, serta menilai apakah pekerjaan telah dilaksanakan sesuai dengan rencana. Proses identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pemborosan biaya pelaksanaan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Variabel bebas Penelitian (Faktor-Faktor Pemborosan Biaya)

No	Kategori	Kode	Variabel	Responden
1	Perubahan Ruang Lingkup Pekerjaan	X1	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan	Project Manager
2		X2	Keterlambatan izin kepada pihak terkait	Project Manager
3		X3	Birokrasi yang berbelit-belit	Site Engineering Manager
4		X4	Kontrol penyedia jasa kepada sub-kontraktor dalam pelaksanaan	Office Engineering
5		X5	Perubahan staff dan organisasi selama masa konstruksi	Site Administration Manager
6	Material, Tenaga kerja dan Peralatan	X6	Waste material yang tidak terkontrol serta tempat penyimpanan yang tidak memadai	Site Operasional Manager
7		X7	Kemampuan dan kultur tenaga kerja	Site Operasional Manager
8		X8	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja	Procurement
9		X9	Ketersediaan keuangan selama proses pelaksanaan untuk pembayaran upah dan pembelian material/ alat	Site Administration Manager
10		X10	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	Procurement
11	Waktu dan kontrol	X11	Koordinasi antar pihak terkait	Project Manager
12		X12	Kurangnya kontrol owner, konsultan pengawas dan kontraktor pelaksana terhadap waktu penyelesaian pekerjaan	
13		X13	Proses kelayakkan proyek sehingga waktu yang dikontrak dengan pelaksanaan tidak terlalu jauh	General Manager
14		X14	Tindakan pencegahan yang dilakukan owner, konsultan pengawas dan kontraktor pelaksana dalam penanggulangan keterlambatan	Project Manager
15	Interfensi pihak lainnya	X15	Perubahan kebijakan terkait pajak	Site Administration Manager
16		X16	Perubahan faktor ekonomi masyarakat (inflasi)	Site Administration Manager
17		X17	Proses pelaksanaan switch over (menunggu penyelesaian pihak lain) untuk pembukaan lahan kerja baru	Site Operasional Manager
18		X18	Ketidakjelasan pola operasi kereta	Site Operasional Manager
19		X19	Sengketa lahan dengan pihak lain	Site Operasional Manager
20		X20	Tidak adanya kejelasan indikasi item pembongkaran	Site Operasional Manager

21		X21	Tidak adanya kejelasan sequence activity dalam pekerjaan	Site Operasional Manager
22		X22	Mobilisasi pekerjaan yang tidak mumpuni	Site Operasional Manager
23		X23	Lingkungan (masyarakat) sekitar proyek yang mendukung penyelesaian pekerjaan	Humas
24		X24	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	Humas
25		X25	Bunga bank akibat keterlambatan	Site Administration Manager

(Sumber : Pengolahan Data Kuesioner, 2025)

Penilaian dalam tahap pengisian kuesioner diberikan skala penilaian terhadap faktor-faktor Pemborosan Biaya dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Skala Penilaian Faktor Pemborosan Biaya Pelaksanaan Konstruksi

Skala	Deskripsi
5	Sangat Berdampak Terhadap Biaya
4	Cukup Berdampak Terhadap Biaya
3	Berdampak Terhadap Biaya
2	Tidak Berdampak Terhadap Biaya
1	Sangat Tidak Berdampak Terhadap Biaya

(Sumber : Pengolahan Data Kuesioner, 2025)

Faktor-faktor yang menyebabkan pemborosan tersebut di uji kembali dalam kuesioner untuk diperoleh data kategori *lean construction*, dengan isian sebagai berikut:

Tabel 3. 6 List Kuesioner untuk Identifikasi Pemborosan Biaya

No	Kategori Pemborosan Biaya	Identifikasi Pemborosan Biaya				
		<i>Waiting</i>	<i>Unnecessary Inventory</i>	<i>Unnecessary Motion</i>	<i>Over Production</i>	<i>Inappropriate Processing</i>
1						
2						
3						
4						
5						
Dst..						

(Sumber : Pengolahan Data Kuesioner, 2025)

3.8 Responden Penelitian

Responden adalah orang yang dimintai tanggapan dari pertanyaan terstruktur dalam suatu pengujian atau penelitian, dapat diartikan sebagai sumber informasi penunjang penelitian. Sumber penelitian atau responden pada penelitian ini merupakan orang yang ikut melaksanakan proyek konstruksi maupun orang yang memberikan solusi serta masukan selama konstruksi berlangsung. Adapun daftar responden pada pengisian kuesioner pelaksanaan pengujian data ini.

3.8.1 Analisis Responden Layak Tidak Dengan Kriteria

Dalam penelitian ini persyaratan untuk menjadi responden, sebagai syarat kelayakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 7 Analisis Kelayakan Responden

No	Identitas Responden	Kriteria
1	Usia Responden	25 – 60 tahun
2	Pendidikan Terakhir Responden	Minimal S1
3	Pengalaman Pekerjaan	5 – 10 tahun
4	Personel Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”	Personil proyek yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek dan jabatan di atasnya yang diperlukan

(Sumber : Pengolahan Data Kuesioner, 2025)

3.8.2 Daftar Responden

Berikut adalah daftar responden yang merupakan personel proyek dan Staf di atasnya Manager Proyek Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”

Tabel 3. 8 Daftar Responden

No	Nama Responden	Instansi	Jabatan	Pendidikan Terakhir
1	R. Hariananta Seno	PT. Nindya Karya	VP HSE	S1
2	Ardiasa Sawala	PT. Nindya Karya	VP Proyek Khusus IKN	S2
3	Vebi Irawandi	PT. Nindya Karya	VP HSE	S2
4	Sugeng Prastyo	PT. Nindya Karya	Project Manager	S2
5	Andiko Irhash Putra	PT. Nindya Karya	Staff Produksi Pusat	S2
6	Berman	PT. Nindya Karya	VP Pemasaran Gedung	S2

7	Rangga	PT. Nindya Karya	VP Pemasaran Infra II	S2
8	Kartika purnomo	PT. Nindya Karya	HSE	S1
9	Syaiful karim	Nindya-Citra-Kharisma KSO	Project Manager	S2
10	Ardi Irawan	Nindya-Citra-Kharisma KSO	OE	S1
11	Yudha Febriyono	Nindya-Citra-Kharisma KSO	SEM	S1
12	Yudha Briansyah	Nindya-Citra-Kharisma KSO	Design Engineer	S1
13	Ilham Riyadi	Nindya-Citra-Kharisma KSO	Procurement	S1
14	Nur Naim Ramdoni	Nindya-Citra-Kharisma KSO	Logistik	S1
15	Dedi Supriyo	Nindya-Citra-Kharisma KSO	HSE	S1
16	R. Theo	Nindya-Citra-Kharisma KSO	SAM	S1
17	Sunarko	Nindya-Citra-Kharisma KSO	SOM	S1
18	Al Fayed	Nindya-Citra-Kharisma KSO	Perpajakan	S1
19	Rani Kardiani	PT. Nindya Karya	Project Manager	S2
20	Bangun arifanto	PT. Nindya Karya	Project Manager	S2

(Sumber : Pengolahan Data Kuesioner responden, 2025)

3.9 Uji Validitas Faktor Untuk Faktor Keterlambatan dan Pemborosan

Biaya

Validitas adalah konsep dasar yang perlu diingat ketika membuat penilaian apa pun. Validitas mengacu pada apakah suatu tes mengukur apa yang ingin diukurnya. Pengukuran yang valid umumnya dapat diandalkan. Oleh karena itu, jika suatu tes menghasilkan hasil yang akurat, maka hasil tersebut harus dapat direproduksi.

Uji validitas juga dilakukan untuk mengetahui apakah instrumen yang disusun benar-benar mampu mengukur apa yang diinginkan. Uji validitas digunakan untuk mengukur seberapa valid instrumen dapat mengungkapkan data dari variabel yang diteliti secara tepat. Pengujian validitas tiap butir digunakan analisis item, yaitu mengkorelasikan skor tiap butir dengan skor total (corrected item total correlation) yang penyelesaiannya dibantu dengan menggunakan program excel. Uji validitas dengan membandingkan antara r hitung dan r tabel dengan menggunakan rumus koefisien korelasi product moment yang dikemukakan oleh Pearson, dengan kriteria berikut ini :

- Jika r hitung $>$ r tabel maka pernyataan dapat dinyatakan valid
- Jika r hitung $<$ r tabel maka pernyataan dapat dinyatakan tidak valid

Validitas kuesioner pada penelitian ini diuji dengan menggunakan
Koefisien Product Moment Pearson.

3.10 Uji Reabilitas untuk Faktor Keterlambatan dan Pemborosan

Biaya

Reliabilitas yaitu standar keandalan pengukuran. Apabila nilai akurasi yang didapatkan tinggi, itu artinya penelitian tersebut dapat diandalkan. Semakin tinggi angka reliabilitas, semakin baik. Uji Reabilitas saling berhubungan satu dengan faktor lainnya. Hubungan antara uji validitas dengan uji reabilitas dapat digambarkan dengan gambar berikut:

1. Asesmen Tidak Valid dan Tidak Reliabel

Ini artinya, hasil asesmen semulanya valid dan benar, akan tetapi jika dilakukan asesmen pada kesempatan selanjutnya, hasilnya akan tidak sama.

2. Asesmen Reliabel Tetapi Tidak Valid

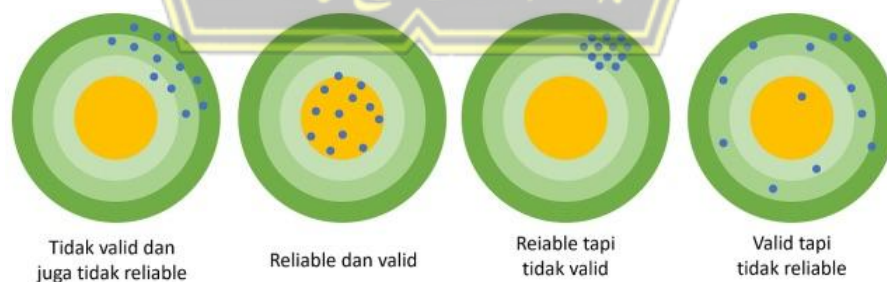
Instrumen dan prosedur asesmen sudah benar dan konsisten, namun konsep yang dicanangkan kurang tepat sehingga menjadi tidak valid.

3. Asesmen Tidak Reliabel Tetapi Valid

Uji validitas dan reliabilitas yang mendapatkan penilaian ini disebabkan karena adanya pertanyaan ambigu, perbedaan kultur dan bahasa responden, atau pertanyaan yang jawabannya bisa berubah di waktu berbeda.

4. Asesmen Reliabel dan Valid

Untuk mendapatkan penilaian ini, dibutuhkan proses identifikasi yang tepat sesuai objek penelitian dan hasilnya konsisten walaupun berada pada waktu berbeda.



Gambar 3. 4 Hubungan Uji Validitas dengan Uji Reabilitas

Reliabilitas adalah ukuran sejauh mana suatu instrumen menghasilkan hasil yang konsisten dan stabil. Dalam konteks kuesioner, reliabilitas menunjukkan

konsistensi internal butir-butir pertanyaan yang mengukur satu konstruk atau variabel. Dalam penelitian ini menggunakan uji reabilitas Cronbach's Alpha. Cronbach's Alpha, yang dikembangkan oleh Lee Cronbach pada tahun 1951, adalah salah satu koefisien reliabilitas paling terkenal yang digunakan untuk mengukur konsistensi internal dari skala pengukuran. Nilai Cronbach's Alpha berkisar antara 0 hingga 1, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan konsistensi internal yang lebih baik. Tujuan utama dari penggunaan Cronbach's Alpha adalah untuk:

- Menilai Konsistensi Internal: Apakah setiap item dalam satu skala mengukur konstruk yang sama.
- Mengidentifikasi Item yang Lemah: Item yang memiliki korelasi rendah dengan total skor dapat diidentifikasi dan dipertimbangkan untuk direvisi atau dihapus.
- Validasi Awal Instrumen: Sebelum melakukan analisis lebih lanjut, peneliti dapat memastikan bahwa alat ukur yang digunakan cukup reliabel.
- Meningkatkan Kualitas Data: Instrumen yang reliabel menghasilkan data yang lebih terpercaya dan meminimalkan kesalahan pengukuran.

Nilai Cronbach's Alpha yang tinggi menunjukkan bahwa item-item dalam instrumen memiliki konsistensi internal yang baik. Berikut adalah panduan umum interpretasi nilai Alpha:

Tabel 3. 9 Tabel Interpretasi Nilai Alpha

Nilai	Interpretasi
> 0.90	Sangat Baik (Excellent)
0.80 – 0.90	Baik (Good)
0.70 – 0.80	Cukup (Acceptable)
0.60 – 0.70	Kurang (Questionable)
0.50 – 0.60	Buruk (Poor)
< 0.50	Tidak Dapat Diterima (Unacceptable)

Perhitungan dan analisa menggunakan rumus uji reabilitas sebagai berikut :

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

Keterangan

r_{11} = Nilai reliabilitas yang dicari

n = jumlah item pertanyaan yang diuji

$\sum \sigma_t^2$ = Jumlah skor varian tiap-tiap item

σ_t^2 = varian total

3.11 Analisis Faktor-Faktor Keterlambatan

Pengumpulan data dan analisis data untuk penelitian, semua data yang didapat harus dikaji melalui tahapan-tahapan berikut:

1. Perumusan masalah

Pada tahap perumusan masalah perlu adanya tinjauan sebagai latar belakang, tujuan serta batasan masalah melakukan penelitian. Pada latar belakang membahas mengenai penjelasan secara garis besar mengenai permasalahan konstruksi yang terjadi, informasi kondisi lokasi dan cara analisa untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Dimana saat ini adanya peningkatan pembangunan untuk transportasi khususnya stasiun manggarai. Sedangkan, untuk tujuan dan batasan masalah merupakan *output* atau hasil yang diharapkan dari penyelesaian penelitian.

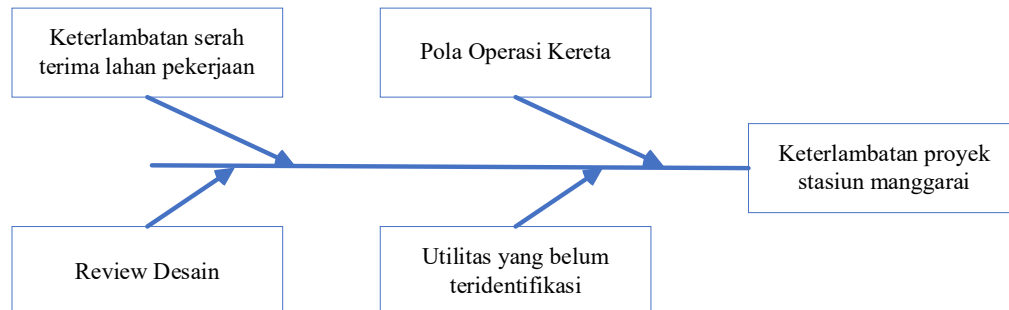
2. Tinjauan Pustaka dan Landasan

Tinjauan pustaka dan landasan merupakan teori dasar sebagai landasan acuan selama pelaksanaan penelitian dilakukan. Teori dasar yang disampaikan pada laporan ini adalah penjelasan mengenai keterlambatan konstruksi, dampak keterlambatan konstruksi, efisiensi biaya konstruksi, metode analisa menggunakan AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dan analisa efisiensi biaya menggunakan *Lean Construction*. Adapun hal lain yang perlu dibahas dalam tahap ini adalah kondisi Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” yang mengalami keterlambatan hingga tidak dapat menyelesaikan sesuai tepat waktu.

3. Analisa hubungan antara keterlambatan dengan pemborosan biaya

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui keterlambatan pada proyek konstruksi adalah penyebab pemborosan biaya atau dua hal tersebut tidak saling terkait. Untuk mengetahui hubungan tersebut diperlukan pengetahuan mengenai faktor-faktor terkait. Faktor yang di uji dalam permasalahan merupakan item yang terjadi didalam Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”. Faktor-faktor tersebut merupakan permasalahan utama yang sedang terjadi, hal ini merupakan konfirmasi dari staff atau tenaga yang bekerja langsung

dari proyek stasiun manggarai. Adapun faktor keterlambatan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. 5 Diagram Fishbond Hubungan Faktor Keterlambatan

(Sumber : Analysis Data , 2025)

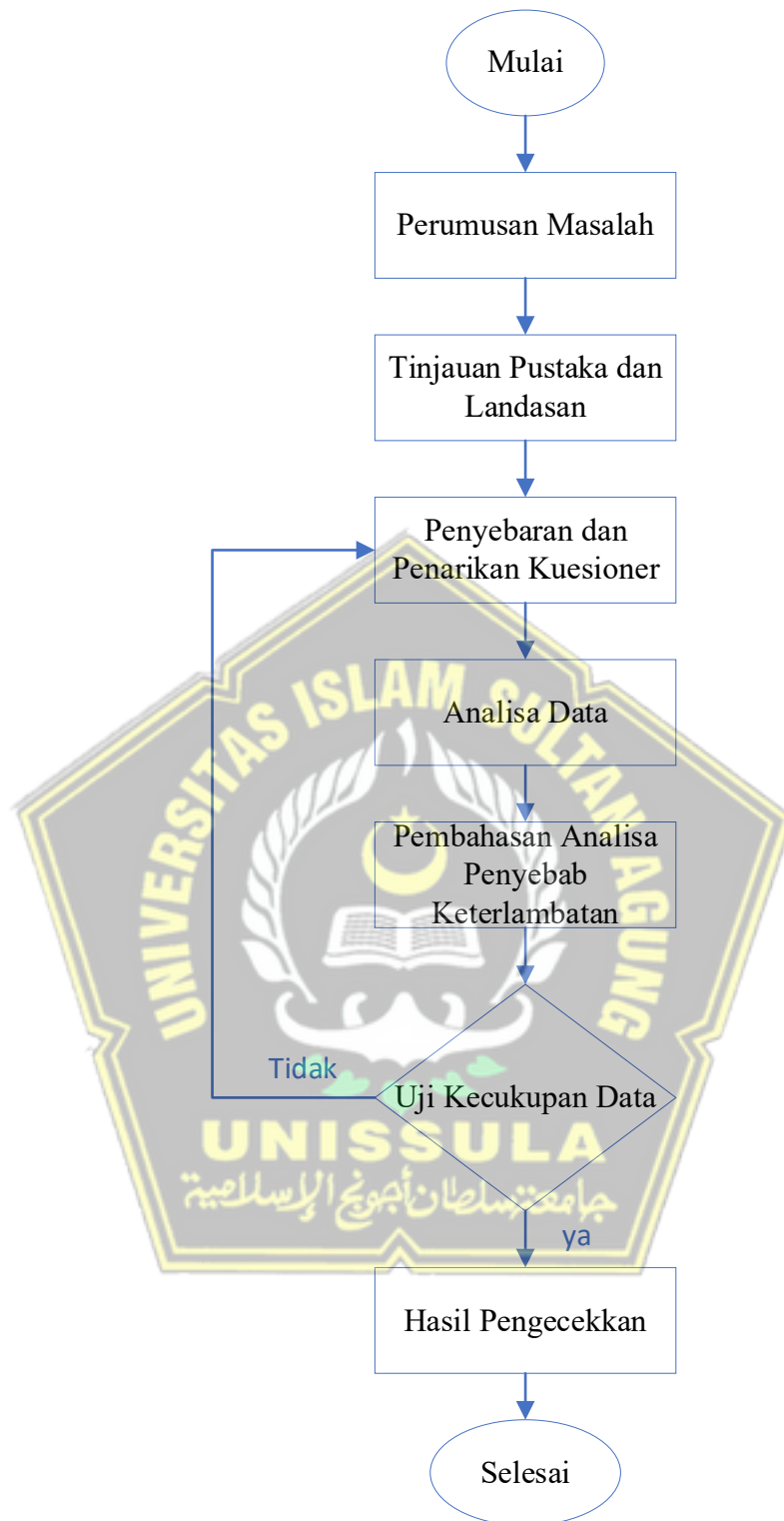
4. Analisa pemborosan biaya

Untuk tahapan ini akan dibahas item yang menyebabkan pemborosan biaya pada proyek konstruksi. Tahapan ini akan dibantu dengan analisa *lean construction*. Tinjauan analisa menggunakan *lean construction* akan meninjau penyebab pemborosan seperti *Waiting* atau waktu tunggu, *Unnecessary Inventory* atau Persediaan yang Tidak Perlu, *Unnecessary Motion* atau Gerakan yang Tidak Perlu, *Over Production* atau Produksi Berlebih, *Inappropriate Processing* atau Proses yang Tidak Sesuai, *Transportation* atau Transportasi serta *Defect* atau Cacat. Tahapan ini akan menjelaskan hal yang menyebabkan item pemborosan tersebut menjadi membengkak dan mempengaruhi siklus biaya dalam sebuah konstruksi.

5. Uji kecupan data dan hasil pembahasan

Dalam sebuah analisa diperlukan pengujian terhadap kelayakan data. Uji kelayakan juga didukung dengan penerapan dilapangan. Pada tahapan ini akan dijelaskan mengenai penerapan terhadap hasil dari penelitian.

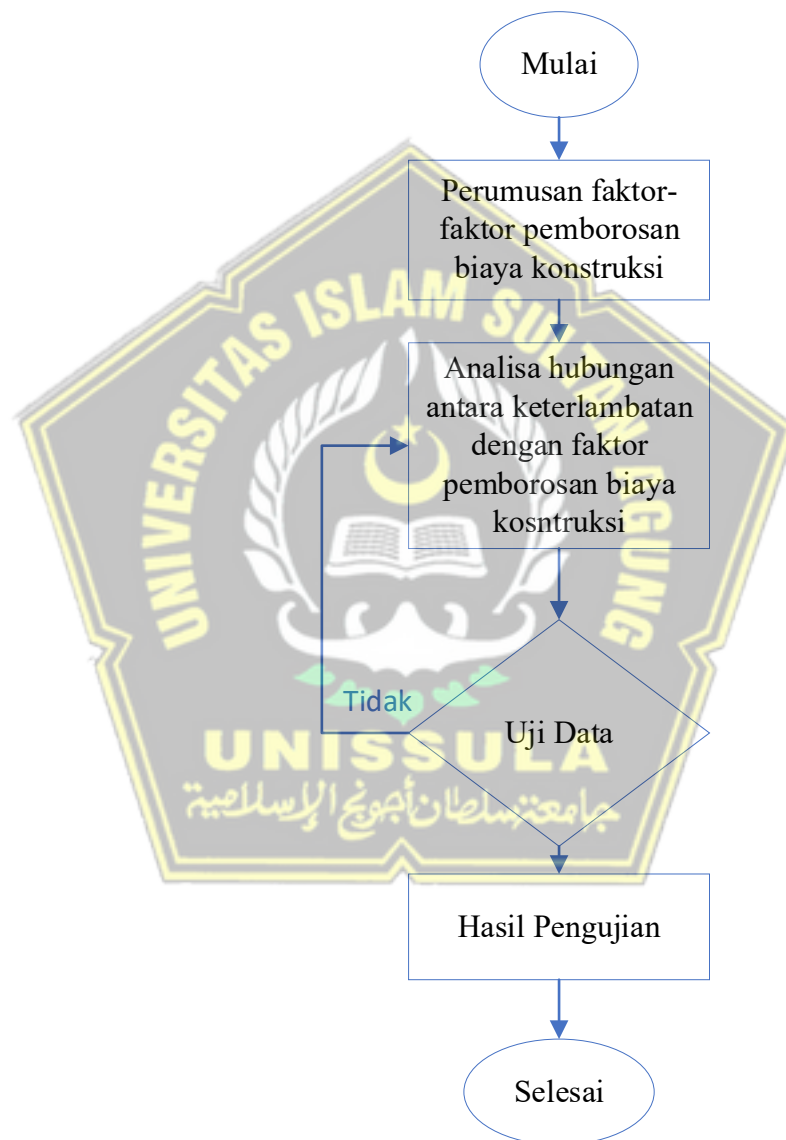
Dalam bagan alir keseluruhan bila diperinci sesuai dengan kebutuhan akan menjadi beberapa bagian. Bagaian pertama merupakan tahapan pemeriksaan terhadap faktor keterlambatan. Pada tahap ini akan dilakukan pengecekan melalui kuesioner untuk menentukan faktor utama penyebab keterlambatan pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”, berikut diagram alirnya:



Gambar 3. 6 Bagan Alir Analisa Faktor Keterlambatan
(Sumber : Data Analisis, 2025)

3.12 Analisis Untuk Pengendalian Biaya

Setelah mengetahui faktor utama penyebab keterlambatan, tahap selanjutnya adalah mencari penyebab pemborosan. Dalam tahapan ini akan mengetahui, adakah kemungkinan penyebab keterlambatan merupakan penyebab utama pemborosan biaya dalam Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”. Adapun diagram alir sebagai berikut:



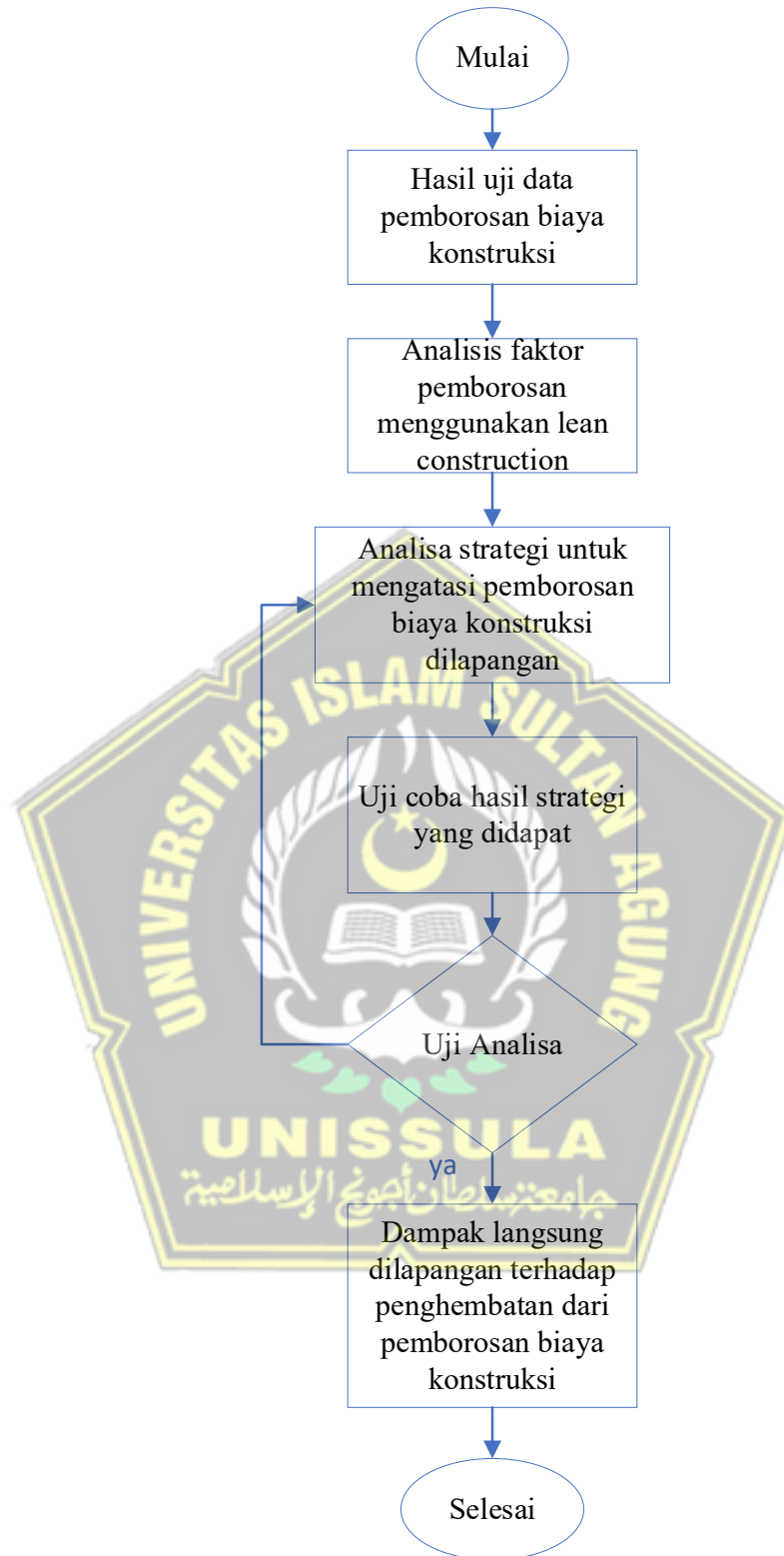
Gambar 3. 7 Bagan Alir Analisa Faktor Pemborosan Biaya Konstruksi

(Sumber : Data Analisis, 2025)

3.13 Analisis Efektifitas *Lean Contraction*

Dari item utama faktor pemborosan biaya didapatkan hasil yang kemudian perlu adanya tindakan untuk melakukan antisipasi atau strategi agar mengurangi dampak pemborosan biaya. Pada tahap ini analisa terhadap faktor utama pemborosan akan dikaji dinilai kembali menggunakan metode *lean construction*. Adapun diagram alirnya sebagai berikut:





Gambar 3. 8 Bagan Alir Analisa Strategi Lean Construction pada Pemborosan Biaya Konstruksi

(Sumber : Data Analisis, 2025)

3.14 Kuesioner Penelitian

KUESIONER PENELITIAN

TINGKAT KETERLAMBATAN DAN PEMBOROSAN BIAYA PADA PROYEK PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS PERKERETAAPIAN MANGGARAI S.D JATINEGARA (PAKET A) (TAHAP II) “MAINLINE I”

Dalam rangka penyelesaian Thesis. Saya, Andip Subekti bermaksud melakukan penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan dan pemborosan biaya pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”. Sehubungan dengan hal tersebut saya sangat mengharapkan kesediaan Bapak/ Ibu untuk meluangkan waktu sejenak untuk mengisi beberapa pertanyaan pada kuesioner ini. Atas perhatian dan kerja samanya, saya ucapkan terimakasih.

Nama :
Usia :
Pendidikan Terakhir :
Jabatan Saat Ini :

Petunjuk Pengisian untuk Faktor Keterlambatan

1. = Sangat Tidak Mempengaruhi
2. = Tidak Mempengaruhi
3. = Mempengaruhi
4. = Cukup Mempengaruhi
5. = Sangat Mempengaruhi

Seberapa besar pengaruh keterlambatan

Pernyataan untuk Faktor Keterlambatan

1. Keterlambatan Serah Terima Lahan Pekerjaan
 - a. Lokasi pembangunan belum ditentukan
 - b. Sengketa lahan untuk proses pembangunan
 - c. Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan pihak lain
 - d. Pelimpahan pekerjaan dari pihak lain
 - e. Menunggu pengalihan jalur kereta atau *switch over*
2. Review Desain
 - a. Gambar DED tidak tersedia
 - b. Desain DED hanya terdiri dari denah pekerjaan
 - c. Ketidakjelasan kontrak
 - d. Kongfigurasi gambar box girder dengan track kereta

- e. Gambar DED tidak sesuai dengan pola operasi kereta
- 3. Pola Operasi Kereta
 - a. Koordinasi antar pihak yang berkaitan yang kurang baik
 - b. Proses pemberitahuan pihak terkait pola operasi yang memakan waktu lama
 - c. Pelaksanaan pekerjaan yang tidak bisa dilakukan secara parallel
 - d. Pengaturan penumpang pasca melakukan perubahan pola operasi kereta
 - e. Lahan pekerjaan yang sempit dan beresiko tinggi untuk melakukan perubahan pola operasi kereta
 - f. Akses masuk mobilisasi pekerjaan untuk memenuhi perubahan pola operasi
- 4. Utilitas yang tidak Terdeteksi
 - a. Tidak adanya identifikasi utilitas pada bangunan stasiun manggarai
 - b. Item pembongkaran yang tidak ter-indikasi sebelum kontrak pekerjaan dimulai
 - c. Pihak lain yang perlu dihubungi untuk proses relokasi bongkaran
 - d. Sequence Activity yang tidak jelas dari awal desain hingga tahapan pelaksanaan pekerjaan
 - e. Kesalahan pembongkaran karena tidak adanya identifikasi awal

Petunjuk Pengisian untuk Faktor Pemborosan Biaya Pelaksanaan

- 1 = Sangat Tidak Berdampak Terhadap Biaya (STBTB)
- 2 = Tidak Berdampak Terhadap Biaya (TBTB)
- 3 = Berdampak Terhadap Biaya (BTB)
- 4 = Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)
- 5 = Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)

Pernyataan untuk Faktor Pemborosan Biaya Pelaksanaan

- 1. Perubahan ruang lingkup pekerjaan
 - a. Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan
 - b. Keterlambatan izin kepada pihak terkait
 - c. Birokrasi yang berbelit-belit
 - d. Kontrol penyedia jasa kepada sub-kontraktor dalam pelaksanaan
 - e. Perubahan staff dan organisasi selama masa konstruksi
- 2. Material, Tenaga Kerja dan Peralatan
 - a. Waste material yang tidak terkontrol serta tempat penyimpanan yang tidak memadai
 - b. Kemampuan dan kultur tenaga kerja
 - c. Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja
 - d. Ketersediaan keuangan selama proses pelaksanaan untuk pembayaran upah dan pembelian material/ alat

- e. Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat
- 3. Waktu dan Kontrol
 - a. Koordinasi antar pihak terkait
 - b. Kurangnya kontrol owner, konsultan pengawas dan kontraktor pelaksana terhadap waktu penyelesaian pekerjaan
 - c. Proses kelayakkan proyek sehingga waktu yang dikontrak dengan pelaksanaan tidak terlalu jauh
 - d. Tindakan pencegahan yang dilakukan owner, konsultan pengawas dan kontraktor pelaksana dalam penanggulangan keterlambatan
- 4. Interfensi Pihak Lainnya
 - a. Perubahan kebijakan terkait pajak
 - b. Perubahan faktor ekonomi masyarakat (inflasi)
 - c. Proses pelaksanaan switch over (menunggu penyelesaian pihak lain) untuk pembukaan lahan kerja baru
 - d. Ketidakjelasan pola operasi kereta
 - e. Sengketa lahan dengan pihak lain
 - f. Tidak adanya kejelasan indikasi item pembongkaran
 - g. Tidak adanya kejelasan squeecy activity dalam pekerjaan
 - h. Mobilisasi pekerjaan yang tidak mumpuni
 - i. Lingkungan (masyarakat) sekitar proyek yang mendukung penyelesaian pekerjaan
 - j. Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan
 - k. Bunga bank akibat keterlambatan

3.15 Form Diskusi *Analytic Hierarchy Process (AHP)*

FORM DISKUSI / PENILAIAN TINGKAT KETERLAMBATAN DAN PEMBOROSAN BIAYA PADA PROYEK PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS PERKERETAAPIAN MANGGARAI S.D JATINEGARA (PAKET A) (TAHAP II) “MAINLINE I”

Dalam rangka penyelesaian Thesis. Saya, Andip Subekti bermaksud melakukan penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan dan pemborosan biaya pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”. Sehubungan dengan hal tersebut saya sangat perlu adanya diskusi *instens* mengenai hasil pengisian *google form* terhadap masing-masing item faktor keterlambatan dan faktor pemborosan biaya. Besar harapan saya untuk menyelesaikan diskusi hari ini

dan besar rasa terima kasih kepada bapak telah meluangkan waktu untuk melakukan diskusi ini atas perhatian dan kerja samanya, saya ucapkan terimakasih.

Nama :
 Usia :
 Pendidikan Terakhir :
 Pengalaman Kerja :
 Posisi saat ini :

1. Tahapan penilaian

a. Hasil penyaringan penilaian dari pengisian *google form* dari keseluruhan pihak yang berperan selama masa konstruksi pada Proyek Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (PAKET A) (TAHAP II) “MAINLINE I”, sebagai berikut

1) Faktor utama penyebab keterlambatan

Tabel 3.10 Faktor Utama Keterlambatan

No	Kategori	Kode	Variabel
1	Keterlambatan Serah Terima	X1	Lokasi bangunan belum ditentukan
2		X2	Sengketa lahan untuk proses pembangunan
3	Lahan Pekerjaan	X3	Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan oleh pihak lain
4	Review Desain	X6	Gambar DED yang tidak ada
5		X10	Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta

(Sumber : Data Analisis, 2025)

2) Faktor utama penyebab pemborosan biaya

Tabel 3.11 Faktor Utama Keterlambatan

3. Penilaian untuk Faktor Penyebab Pemborosan Biaya

Tabel 3.12 Penilaian Faktor Penyebab Pemborosan

Rating Kriteria																						
No	Kode	Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kode	Kriteria	
1	X1	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan																		X3	Birokrasi yang berbelit-belit	
2	X1	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan																		X8	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja	
3	X1	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan																		X10	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	
4	X1	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan																		X24	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	
5	X3	Birokrasi yang berbelit-belit																		X8	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja	
6	X3	Birokrasi yang berbelit-belit																		X10	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	
7	X3	Birokrasi yang berbelit-belit																		X24	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	
8	X8	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja																		X10	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	
9	X8	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja																		X24	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	
10	X10	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat																		X24	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	

(Sumber : Data Analisis, 2025)

3.16 Form Diskusi *Lean Construction*

**FORM DISKUSI / PENILAIAN
TINGKAT KETERLAMBATAN DAN PEMBOROSAN BIAYA PADA
PROYEK PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS PERKERETAAPIAN
MANGGARAI S.D JATINEGARA (PAKET A) (TAHAP II) “MAINLINE I”**

Dalam rangka penyelesaian Thesis. Saya, Andip Subekti bermaksud melakukan penelitian mengenai penyelesaian faktor pemborosan biaya menggunakan metode *lean construction* pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”. Sehubungan dengan hal tersebut saya sangat perlu adanya diskusi *instens* dan penilaian. Besar harapan saya untuk menyelesaikan diskusi hari ini dan besar rasa terima kasih kepada bapak telah meluangkan waktu untuk melakukan diskusi ini atas perhatian dan kerja samanya, saya ucapkan terimakasih.

Nama :
Usia :
Pendidikan Terakhir :
Pengalaman Kerja :
Posisi saat ini :

1. Tahapan penilaian

- a. Nilai pada tahapan ini berisi nilai 1 hingga 5, dimana angka 5 merupakan ketersejuaan terhadap faktor utama yang menjadi penyebab pemborosan biaya konstruksi. Silahkan beri tanda $\checkmark$ pada nilai yang sesuai dengan kondisi yang dipersyaratkan.
 - b. Penilaian faktor keterlambatan menggunakan *lean construction* adalah 7 faktor yaitu *waiting*, *unnecessary inventory*, *unnecessary motion*, *over production*, *inappropriate processing*.
 - c. Pada penelitian ini tidak mengambil nilai *transportasi* dan *defect*. Hal ini dikarenakan:
 1. Untuk *transportasi* merupakan tanggung jawab *supplier*, sebagai main kontraktor kedatangan material/ peralatan yang mengatur jadwal kedatangan dengan segala resikonya.
 2. Untuk *defect* karena selama proses penilaian kondisi proyek masih dalam tahap *on going*/ masih dalam masa konstruksi
2. Form Penilaian

Tabel 3.13 Form Penelian Lean Construction

Rangking	Kategori Pemborosan Biaya	Identifikasi Pemborosan (Waste)																								
		Menunggu (Waiting)					Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory)					Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion)					Produksi Berlebih (Over Production)					Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing)				
		Responden (R)																								
		R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat																									
2	Birokrasi yang berbelit-belit																									
3	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan																									
4	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja																									
5	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan																									

(Sumber : Data Analisis, 2025)

BAB IV

HASIL ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Responden

Responden yang dipilih untuk mengisi kuesioner yang digunakan untuk membuat analisis data penilitan pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” sebanyak 20 (dua puluh) responden yang sudah memenuhi kriteria responden pada tabel 3.7 Analisis Kelayakan Responden. Seperti pada Gambar 4.1 Daftar Responden

Tabel 4. 1 Daftar Responden

DATA RESPONDEN						
No	Nama	Usia	Pendidikan Terakhir	Jabatan	Pengalaman Kerja	Ket
1	R. Hariananta Seno	46 Tahun	S1 Teknik Sipil	VP HSE	20 Tahun	Kantor Pusat PT. Nindya Karya
2	Ardiasa Sawala	47 Tahun	S2 Teknik Sipil	VP Proyek Khusus IKN	20 Tahun	Kantor Pusat PT. Nindya Karya
3	Vebi Irawandi	44 Tahun	S2 Teknik Sipil	VP HSE	20 Tahun	Kantor Pusat PT. Nindya Karya
4	Sugeng Prastyo	41 Tahun	S2 Teknik Sipil	Project Manager	18 Tahun	Kantor Pusat PT. Nindya Karya
5	Andiko Irhash Putra	39 Tahun	S2 Teknik Sipil	Staff Produksi Pusat	16 Tahun	Kantor Pusat PT. Nindya Karya
6	Berman	44 Tahun	S2 Teknik Sipil	VP Pemasaran Gedung	20 Tahun	Kantor Pusat PT. Nindya Karya
7	Rangga	44 Tahun	S2 Teknik Sipil	VP Pemasaran Infra II	20 Tahun	Kantor Pusat PT. Nindya Karya
8	Kartika purnomo	38 Tahun	S1 Teknik Lingkungan	HSE	15 Tahun	Kantor Pusat PT. Nindya Karya
9	Syaiful karim	36 Tahun	S2 Teknik Sipil	Project Manager	12 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
10	Ardi Irawan	30 Tahun	S1 Teknik Sipil	Office Engineer	12 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
11	Yudha Febriyono	29 Tahun	S1 Teknik Sipil	Site Engineering Manager	7 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
12	Yudha Briansyah	28 Tahun	S1 Teknik Sipil	Design Engineer	7 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
13	Ilham Riyadi	28 Tahun	S1 Teknik Sipil	Procurement	5 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
14	Nur Naim Ramdoni	31 Tahun	S1 Teknik Sipil	Logistik	12 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
15	Dedi Supriyo	40 Tahun	S1 Teknik Lingkungan	HSE	18 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
16	R. Theo	33 Tahun	S1 Akuntansi	Site Administrasi Manager	10 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
17	Sunarko	52 Tahun	S1 Teknik Sipil	Site Operational Manager	28 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
18	Al Fayed	27 Tahun	S1 Perpajakan	Perpajakan	5 Tahun	Proyek Main Line I Manggarai
19	Rani Kardiani	42 Tahun	S2 Teknik Sipil	Project Manager	18 Tahun	Proyek BTN Jakarta
20	Bangun arifanto	46 Tahun	S2 Teknik Sipil	Project Manager	20 Tahun	Proyek IKN

(Sumber : Data Analisis Respoden, 2025)

Data yang diperoleh dari faktor - Faktor keterlambatan proyek akan dianalisa dan didiskusikan kembali dengan pihak responden yang expert dan terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek. Perolahan faktor utama

keterlambatan proyek dan pemborosan biaya kemudian dilakukan analisis data menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP), adapun tahapan penelitian antara lain sebagai berikut:

1. Diskusi Group

Melakukan diskusi group dengan beberapa responden yang terpilih, pelaksanaan diskusi grup bertujuan untuk melakukan identifikasi lanjut dari faktor yang sangat mempengaruhi terhadap permasalahan yang terjadi. Merujuk pada Tabel 4.1 Daftar Responden, dipilih 5 (lima) responden dari 20 (dua puluh) responden yang mengisi kuesioner untuk menentukan nilai yang paling tinggi dan berpengaruh dalam faktor keterlambatan dan pemborosan biaya selama proses pelaksanaan proyek. Adapun responden yang dipilih pada proses diskusi grup adalah sebagai berikut:

Daftar Responden terpilih

- a. Nama Responden : Syaeful Karim
Usia : 36 Tahun
Pendidikan Terakhir : S2 Teknik Sipil
Pengalaman Kerja : 12 Tahun
Jabatan : Project Manager Proyek Main Line I Manggarai
- b. Nama Responden : Ardi Irawan
Usia : 30 Tahun
Pendidikan Terakhir : S1 Teknik Sipil
Pengalaman Kerja : 12 Tahun
Jabatan : Office Engineer Proyek Main Line I Manggarai
- c. Nama Responden : Yuda Briansyah
Usia : 28 Tahun
Pendidikan Terakhir : S1 Teknik Sipil
Pengalaman Kerja : 7 Tahun
Jabatan : Design Engineer
- d. Nama Responden : Yuda Febriyono
Usia : 29 Tahun
Pendidikan Terakhir : S1 Teknik Sipil
Pengalaman Kerja : 7 Tahun

Jabatan : SEM Proyek Main Line I Manggarai
e. Nama Responden : Ilham Riyadi
Usia : 28 Tahun
Pendidikan Terakhir : S1 Teknik Sipil
Pengalaman Kerja : 5 Tahun
Jabatan : Procurement Proyek Main Line I Manggarai

2. Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek Dengan Skor/Nilai Tertinggi

Mengaju pada Tabel 4.3 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek Dengan Skor/Nilai Tertinggi, dan Tabel 4.5 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya Dengan Skor/Nilai Tertinggi yang diperoleh selanjutnya akan digunakan untuk melakukan analisis data faktor keterlambatan proyek dan faktor pemborosan biaya dengan menggunakan metode AHP dan strategi *Lean Construction*.

3. Diskusi Group

Melakukan diskusi grup terhadap data kuesioner yang telah dipilih, berikut merupakan dokumentasi kegiatan diskusi grup, dimana proses diskusi membahas mengenai penilaian dari 5 faktor utama penyebab keterlambatan dan penyebab pemborosan pada Proyek Stasiun Manggarai Main Line I.



Gambar 4. 1 Pelaksanaan Diskusi Grup

(Sumber : Dokumentasi Diskusi Respoden, 2025)

4.2 Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek

Data Kuesioner variabel keterlambatan proyek, yang sudah diisi 20 (dua puluh) responden, Tabel 4.1 Daftar Responden, dengan menggunakan google form diperoleh hasil sebagai berikut, seperti terlihat pada Tabel 4.2 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek.

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Keterlambatan Proyek

No	Nama Responden	Variabel																				
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21
1	Nurnaim Romadhoni	5	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	3	5	3	3	3	3
2	Andiko Irhash Putra	5	4	4	4	2	3	3	4	4	4	3	2	2	2	3	2	4	4	2	5	4
3	Vebi Irawandi	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4
4	Sugeng P.	5	5	5	3	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5
5	Sunarko	4	5	5	3	2	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	3	5	5	4	5	4
6	Alfayed	3	3	3	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	2	4	4	4	3	3	3	4
7	Dedi S	5	4	3	4	3	3	2	4	2	4	3	2	3	2	4	1	2	3	2	4	3
8	Kartika Hari Purnomo	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5
9	Yuda Briyansah	2	1	4	4	5	5	5	3	5	4	3	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4
10	Rani Kardiani	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	Syaeful Karim	1	4	4	3	3	5	2	5	2	4	3	4	3	4	3	2	3	3	2	3	4
12	Bangun Arifanto	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	Theo Yoga	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4
14	Yuda Febriyono	3	4	5	3	5	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	5	2
15	Rangga	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3	3	4
16	Ardi Irawan	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
17	Ardiasa Sawala	5	5	5	3	4	4	5	5	4	4	4	4	2	2	3	4	5	4	4	4	4
18	Ilham	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
19	Berman	4	5	4	2	3	4	3	5	3	3	3	2	3	3	4	2	3	3	4	5	3
20	R. Seno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Total		83	84	89	77	80	85	81	84	79	84	76	79	76	70	79	71	82	78	69	82	79

(Sumber : Data Analisis Kuesioner Responden , 2025)

Pengisian nilai Variabel X1 pada kolom jumlah pada Tabel 4.3 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek, sama dengan X1 pada baris Total Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Keterlambatan Proyek, sehingga didapatkan nilai X1= 83, selanjutnya pengisian dilakukan dengan cara yang sama pada variabel yang lain mulai dari X2 sampai dengan X21.

Tabel 4. 3 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek

	Kategori	Kode	Variabel	Jumlah
1	Keterlambatan Serah Terima Lahan Pekerjaan	X1	Lokasi bangunan belum ditentukan	83
2		X2	Sengketa lahan untuk proses pembangunan	84
3		X3	Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan oleh pihak lain	89
4		X4	Pelimpahan pekerjaan dari pihak lain	77
5		X5	Menunggu pengalihan jalur switch over, untuk dapat memulai pekerjaan	80
6	Review Desain	X6	Gambar DED yang tidak ada	85
7		X7	Desain DED hanya berupa denah tanpa detail pekerjaan	81
8		X8	Ketidakjelasan kontrak dan pelimpahan pekerjaan antar paket pekerjaan	84
9		X9	Konfigurasi Gambar Box Girder dengan Track	79
10		X10	Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta	84
11	Pola Operasi Kereta	X11	Koordinasi antar pihak yang berkaitan yang kurang baik	76
12		X12	Proses pemberitahuan pihak terkait pola operasi yang memakan waktu lama	79
13		X13	Pelaksanaan pekerjaan yang tidak bisa dilakukan secara paralel	76
14		X14	Pengaturan penumpang pasca melakukan perubahan pola operasi kereta	70
15		X15	Lahan pekerjaan yang sempit dan beresiko tinggi untuk melakukan perubahan pola operasi kereta	79
16		X16	Akses masuk mobilisasi pekerjaan untuk memenuhi perubahan pola operasi	71
17	Utilitas yang belum teridentifikasi dan Sequence Activity	X17	Tidak adanya identifikasi utilitas pada bangunan stasiun manggarai	82
18		X18	Item pembongkaran yang tidak ter-indikasi sebelum kontrak pekerjaan dimulai	78
19		X19	Pihak lain yang perlu dihubungi untuk proses relokasi bongkaran	69
20		X20	Sequence Activity yang tidak jelas dari awal desain hingga tahapan pelaksanaan pekerjaan	82
21		X21	Kesalahan pembongkaran karena tidak adanya identifikasi awal	79

(Sumber : Data Analisis Kuesioner Responden, 2025)

Hasil yang diperoleh dari analisis kuesioner pada Tabel 4.3 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek didapatkan 5 (lima) variabel dengan skor/nilai yang tertinggi seperti pada Tabel 4.4 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek Dengan Skor/Nilai Tertinggi, sebagai berikut.

Tabel 4. 4 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek Dengan Skor/Nilai Tertinggi

No	Kategori	Kode	Variabel	Jumlah
1	Keterlambatan Serah Terima Lahan Pekerjaan	X1	Lokasi bangunan belum ditentukan	83
2		X2	Sengketa lahan untuk proses pembangunan	84
3		X3	Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan oleh pihak lain	89
4	Review Desain	X6	Gambar DED yang tidak ada	85
5		X10	Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta	84

(Sumber : Data Analisis Kuesioner Responden , 2025)

Pengisian nilai XI pada kolom jumlah pada Tabel 4.4 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek Dengan Skor/Nilai Tertinggi, sama dengan nilai X1 pada kolom jumlah pada Tabel 4.3 Hasil Kuesioner Variabel Keterlambatan Proyek, sehingga didapatkan nilai 83, selanjutnya pengisian dilakukan dengan cara yang sama pada variabel yang lain mulai dari X2 sampai dengan X10.

4.3 Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya

Data Kuesioner variabel keterlambatan proyek, yang sudah diisi 20 (dua puluh) responden, Tabel 4.1 Daftar Responden, dengan menggunakan google form diperoleh hasil sebagai berikut, seperti terlihat pada Tabel 4.5 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya.

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Pemborosan Biaya

No	Nama Responden	Variabel																								
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25
1	Nurmaim Romadhoni	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	2	3	4
2	Andiko Irhash Putra	4	5	4	4	3	5	4	4	3	5	3	4	4	5	2	4	4	5	4	4	5	3	3	4	4
3	Vebi Irawandi	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
4	Sugeng P.	5	5	5	5	4	3	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5
5	Sunarko	5	5	5	4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	Alfayed	3	4	4	4	2	4	3	4	5	5	4	3	2	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	5	3
7	Dedi S	2	3	4	1	1	2	2	2	3	3	2	4	2	3	2	2	4	3	3	3	3	2	3	2	3
8	Kartika Hari Purnomo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	Yuda Briyansah	4	5	5	5	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	2	1	4	4	4	4	4
10	Rani Kardiani	3	4	4	5	2	5	4	5	5	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	5	3
11	Syaeful Karim	5	3	3	1	1	2	3	4	5	3	2	2	2	2	2	1	4	4	3	3	2	2	3	1	1
12	Bangun Arifanto	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	Theo Yoga	3	3	4	3	3	4	3	4	3	5	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4
14	Yuda Febriono	5	2	3	4	2	5	2	4	2	5	1	2	2	3	4	2	4	3	2	2	3	3	2	4	3
15	Rangga	5	4	3	3	2	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	2
16	Ardi Irawan	5	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
17	Ardiasa Sawala	3	4	4	5	2	3	4	3	3	4	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	4
18	Ilham	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
19	Berman	2	3	3	3	2	4	2	5	3	4	2	3	3	3	2	5	4	2	3	4	3	2	2	4	4
20	R. Seno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Total		81	79	81	75	56	79	70	82	76	87	69	70	69	74	71	66	77	75	75	74	78	71	74	80	76

(Sumber : Data Analisis Kuesioner Responden , 2025)

Pengisian nilai Variabel X1 pada kolom jumlah pada Tabel 4.6 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya, sama dengan X1 pada baris Total pada Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Pemborosan Biaya, didapat X1 dengan nilai 81, selanjutnya pengisian dilakukan dengan cara yang sama pada variabel yang lain mulai dari X2 sampai dengan X25.

Tabel 4. 6 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya

No	Kategori	Kode	Variabel	Jumlah
1	Perubahan Ruang Lingkup Pekerjaan	X1	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan	81
2		X2	Keterlambatan izin kepada pihak terkait	79
3		X3	Birokrasi yang berbelit-belit	81
4		X4	Kontrol penyedia jasa kepada sub-kontraktor dalam pelaksanaan	75
5		X5	Perubahan staff dan organisasi selama masa konstruksi	56
6	Material, Tenaga kerja dan Peralatan	X6	Waste material yang tidak terkontrol serta tempat penyimpanan yang tidak memadai	79
7		X7	Kemampuan dan kultur tenaga kerja	70
8		X8	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja	82
9		X9	Ketersediaan keuangan selama proses pelaksanaan untuk pembayaran upah dan pembelian material/ alat	76
10		X10	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	87
11	Waktu dan kontrol	X11	Koordinasi antar pihak terkait	69
12		X12	Kurangnya kontrol owner, konsultan pengawas dan kontraktor pelaksana terhadap waktu penyelesaian pekerjaan	70
13		X13	Proses kelayakan proyek sehingga waktu yang dikontrak dengan pelaksanaan tidak terlalu jauh	69
14		X14	Tindakan pencegahan yang dilakukan owner, konsultan pengawas dan kontraktor pelaksana dalam penanggulangan keterlambatan	74
15	Interfensi pihak lainnya	X15	Perubahan kebijakan terkait pajak	71
16		X16	Perubahan faktor ekonomi masyarakat (inflasi)	66
17		X17	Proses pelaksanaan switch over (menunggu penyelesaian pihak lain) untuk pembukaan lahan kerja baru	77
18		X18	Ketidakjelasan pola operasi kereta	75
19		X19	Sengketa lahan dengan pihak lain	75
20		X20	Tidak adanya kejelasan indikasi item pembongkaran	74
21		X21	Tidak adanya kejelasan queue activity dalam pekerjaan	78
22		X22	Mobilisasi pekerjaan yang tidak mumpuni	71
23		X23	Lingkungan (masyarakat) sekitar proyek yang mendukung penyelesaian pekerjaan	74
24		X24	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	80
25		X25	Bunga bank akibat keterlambatan	75

(Sumber : Data Analisis Kuesioner Responden , 2025)

Hasil yang diperoleh dari analisis kuesioner pada Tabel 4.6 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya, didapatkan 5 (lima) variabel dengan skor/nilai yang tertinggi seperti pada Tabel 4.7 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya Dengan Skor/Nilai Tertinggi, sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya Dengan Skor/Nilai Tertinggi

No	Kategori	Kode	Variabel	Jumlah
1	Perubahan Ruang Lingkup	X1	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan	81
2		X3	Birokrasi yang berbelit-belit	81
3	Material, Tenaga kerja dan	X8	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja	82
4		X10	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	87
5	Interfensi pihak lainnya	X24	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	80

(Sumber : Data Analisis Kuesioner Responden , 2025)

Pengisian nilai XI pada kolom jumlah pada Tabel 4.7 Hasil Kuesioner Variabel Pemborosan Biaya Dengan Skor/Nilai Tertinggi, sama dengan nilai X1 pada kolom jumlah pada Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Faktor Pemborosan Biaya, sehingga didapatkan nilai 81, selanjutnya pengisian dilakukan dengan cara yang sama pada variabel yang lain mulai dari X2 sampai dengan X10.

4.4 Analisis Uji Validitas Untuk Variabel Keterlambatan Proyek

Uji validitas juga dilakukan untuk mengetahui apakah instrumen yang disusun benar-benar mampu mengukur apa yang diinginkan. Uji validitas digunakan untuk mengukur seberapa valid instrumen dapat mengungkapkan data dari variabel yang diteliti secara tepat. Pengujian validitas tiap butir digunakan analisis item, yaitu mengkorelasikan skor tiap butir dengan skor total (corrected item total correlation) yang penyelesaiannya dibantu dengan menggunakan program excel. Uji validitas dengan membandingkan antara r hitung dan r tabel dengan menggunakan rumus koefisien korelasi product moment yang dikemukakan Pearson, dengan kriteria berikut ini :

- a. Jika r hitung $>$ r tabel maka pernyataan dapat dinyatakan valid
- b. Jika r hitung $<$ r tabel maka pernyataan dapat dinyatakan tidak valid

Validitas kuesioner pada penelitian ini diuji dengan menggunakan Rumus *Koefisien Product Moment Pearson*. Perhitungan dilakukan menggunakan *Microsoft excel* dengan Langkah sebagai berikut :

1. Melakukan perhitungan total jawaban

Pada tahap ini dapat melakukan perjumlahan pada keseluruhan pertanyaan. Sebagai contoh untuk responden “nurnaim romadhoni” jumlah pertambahan dari variabel X1 sampai dengan variable X21.

summary (total variabel atas nama responden nurnaim Romadhoni)

Tabel 4. 8 Penjumlahan Skor Untuk Variabel Keterlambatan Proyek

AC4		=SUM(H4:AB4)																					
No	Nama Responden	Variabel																					Skor total
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	
1	Nurnaim Romadhoni	5	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	3	5	3	3	3	3	75
2	Andiko Irhash Putra	5	4	4	4	2	3	3	4	4	4	3	2	2	2	3	2	4	4	2	5	4	70
3	Vebi Irawandi	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	87
4	Sugeng P.	5	5	5	3	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	98
5	Sumarko	4	5	5	3	2	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	3	5	5	4	5	4	90
6	Alfayed	3	3	3	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	2	4	4	4	3	3	3	4	73
7	Dedi S	5	4	3	4	3	3	2	4	2	4	3	2	3	2	4	1	2	3	2	4	3	63
8	Kartika Hari Purnomo	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	100
9	Yuda Briyansah	2	1	4	4	5	5	5	3	5	4	3	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4	74
10	Rani Kardiani	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	105
11	Syaeful Karim	1	4	4	3	3	5	2	5	2	4	3	4	3	4	3	2	3	3	2	3	4	67
12	Bangun Arifanto	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	104
13	Theo Yoga	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	84
14	Yuda Febriyono	3	4	5	3	5	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	5	2	71
15	Rangga	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3	3	4	80
16	Ardi Irawan	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	86
17	Ardiasa Sawala	5	5	5	3	4	4	5	5	4	4	4	4	2	2	3	4	5	4	4	4	4	84
18	Ilham	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80
19	Berman	4	5	4	2	3	4	3	5	3	3	3	2	3	3	4	2	3	3	4	5	3	71
20	R. Seno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	105
Total		83	84	89	77	80	85	81	84	79	84	76	79	76	70	79	71	82	78	69	82	79	

(Sumber : Data Analisis Kuesioner Responden , 2025)

Dari analisis perhitungan dalam format rumus excel pada Tabel 4.8 Penjumlahan Skor Untuk Variabel Keterlambatan Proyek, total variable atas nama responden nurnaim Romadhoni adalah

Total Skor = Jumlah dari variabel X1 sampai dengan X21

Total Skor =SUM(H4:AB4), dalam format rumus excel

Total Skor =AC4, dalam format rumus excel

Total Skor = 75

2. Menentukan r tabel

Untuk menentukan nilai r tabel pada uji validitas pada *product momen* berdasarkan jumlah responden yang mengisi pertanyaan dari kuesioner.

Adapun untuk membantu perhitungan dapat menggunakan dari tabel berikut:

Tabel 4. 9 Tabel r Tabel untuk Uji Validitas

N	Taraf Signifikan		N	Taraf Signifikan		N	Taraf Signifikan	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0.997	0.999	26	0.388	0.496	55	0.266	0.345
4	0.950	0.990	27	0.381	0.487	60	0.254	0.330
5	0.878	0.959	28	0.374	0.478	65	0.244	0.317
6	0.811	0.917	29	0.367	0.470	70	0.235	0.306
7	0.754	0.874	30	0.361	0.463	75	0.227	0.296
8	0.707	0.834	31	0.355	0.456	80	0.220	0.286
9	0.666	0.798	32	0.349	0.449	85	0.213	0.278
10	0.632	0.765	33	0.344	0.442	90	0.207	0.270
11	0.602	0.735	34	0.339	0.436	95	0.202	0.263
12	0.576	0.708	35	0.334	0.430	100	0.194	0.256
13	0.553	0.684	36	0.329	0.424	125	0.176	0.230
14	0.532	0.661	37	0.325	0.418	150	0.159	0.210
15	0.514	0.641	38	0.320	0.413	175	0.148	0.194
16	0.497	0.623	39	0.316	0.408	200	0.138	0.181
17	0.482	0.606	40	0.312	0.403	300	0.113	0.148
18	0.463	0.590	41	0.308	0.398	400	0.098	0.128
19	0.456	0.575	42	0.304	0.393	500	0.088	0.115
20	0.444	0.561	43	0.301	0.389	600	0.080	0.105
21	0.433	0.549	44	0.297	0.384	700	0.074	0.097
22	0.423	0.537	45	0.294	0.380	800	0.070	0.091
23	0.413	0.526	46	0.291	0.376	900	0.065	0.086
24	0.404	0.515	47	0.288	0.372	1000	0.062	0.081
25	0.396	0.505	48	0.284	0.368			
			49	0.281	0.364			
			50	0.279	0.361			

Dari Tabel 4.9 Tabel r Tabel untuk Uji Validitas diperoleh nilai r dengan jumlah responden 20 (dua puluh) adalah 0,444.

3. Melakukan Perhitungan Untuk r Hitung

Untuk melakukan perhitungan pada r hitung yang dibantu dengan excel dapat menggunakan fungsi “correl” dan jumlah jawaban dari keseluruhan jawaban dari suatu pertanyaan.

Fungsi CORREL di Excel digunakan untuk menghitung koefisien korelasi antara dua set data, yang menunjukkan hubungan antara dua variabel.

Fungsi CORREL memiliki Sintaks Sebagai berikut :

=CORREL(array1, array2)

- **array1**: Rentang data pertama.
- **array2**: Rentang data kedua.

Tabel 4. 10 Perhitungan r-Hitung untuk Variabel Keterlambatan Proyek

H25	=CORREL(H4:H23;\$AC\$4:\$AC\$23)																										
B	C	D	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC			
1			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
2			Variabel																				Skor total				
	No	Nama Responden	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21				
3	1	Nurnaim Romadhoni	5	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	3	5	3	3	3	3		75		
4	2	Andiko Irhash Putra	5	4	4	4	2	3	3	4	4	4	3	2	2	2	3	2	4	4	2	5	4		70		
5	3	Vebi Irawandi	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4		87		
6	4	Sugeng P.	5	5	5	3	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5		98		
7	5	Sunarko	4	5	5	3	2	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	3	5	5	4	5	4		90		
8	6	Alfayed	3	3	3	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	2	4	4	4	3	3	3	4		73		
9	7	Dedi S	5	4	3	4	3	3	2	4	2	4	3	2	3	2	4	1	2	3	2	4	3		63		
10	8	Kartika Hari Purnomo	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5		100		
11	9	Yuda Briyansah	2	1	4	4	5	5	5	3	5	4	3	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4		74		
12	10	Rani Kardiani	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		105		
13	11	Syaeful Karim	1	4	4	3	3	5	2	5	2	4	3	4	3	4	3	2	3	3	2	3	4		67		
14	12	Bangun Arifanto	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		104		
15	13	Theo Yoga	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4		84		
16	14	Yuda Febriyono	3	4	5	3	5	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	5	2		71		
17	15	Rangga	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3	3	4		80		
18	16	Ardi Irawan	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3		86		
19	17	Ardiasa Sawala	5	5	5	3	4	4	5	5	4	4	4	4	2	2	3	4	5	4	4	4	4		84		
20	18	Ilham	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		80		
21	19	Berman	4	5	4	2	3	4	3	5	3	3	3	2	3	3	4	2	3	3	4	5	3		71		
22	20	R. Seno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		105		
23		Total	83	84	89	77	80	85	81	84	79	84	76	79	76	70	79	71	82	78	69	82	79				
24		R-hitung	0,461	0,488	0,639	0,559	0,462	0,569	0,811	0,469	0,757	0,719	0,921	0,816	0,786	0,745	0,585	0,873	0,694	0,875	0,865	0,368	0,758				

(Sumber : Data Analisis Kuesioner Responden , 2025)

Dari analisis yang diperoleh r hitung dalam perhitungan excel seperti pada Tabel 4.10 Perhitungan r-Hitung untuk Variabel Keterlambatan Proyek diperoleh hasil sebagai berikut :

r hitung = CORREL (H4:H23;\$AC\$4:\$AC\$23), dalam format rumus *Excel*

r hitung = H25, dalam format rumus *Excel*

r hitung =0,461

4. Analisis Tinjauan

Penentuan variabel yang valid dan tidak valid dilakukan menggunakan perbandingan *r product momen*. Dimana kriteria r hitung harus lebih besar dari r tabel ($r \text{ hitung} \geq r \text{ tabel}$). Seperti pada Gambar 4.8 Hasil Uji Validitas Untuk Variabel Keterlambatan Proyek, sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Hasil Uji Validitas Untuk Variabel Keterlambatan Proyek

H27	=IF(H25>=H26; "VALID"; "NO VALID")																										
B	C	D	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
			Variabel																								
No	Nama Responden	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	Skor total				
1	Nuraim Romadhoni	5	3	5	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	3	5	3	3	3	3	75				
2	Andiko Irhash Putra	5	4	4	4	2	3	3	4	4	4	3	2	2	2	3	2	4	4	2	5	4	70				
3	Vebi Irawandi	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	87				
4	Sugeng P.	5	5	5	3	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	98				
5	Sumarko	4	5	5	3	2	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	3	5	5	4	5	4	90				
6	Alfayed	3	3	3	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	2	4	4	4	3	3	4	4	73				
7	Dedi S	5	4	3	4	3	3	2	4	2	4	3	2	3	2	4	1	2	3	2	4	3	63				
8	Kartika Hari Purnomo	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	100				
9	Yuda Briyansah	2	1	4	4	5	5	5	3	5	4	3	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4	74				
10	Rani Kardiari	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	105				
11	Syaeful Karim	1	4	4	3	3	5	2	5	2	4	3	4	3	4	3	2	3	3	2	3	4	67				
12	Bangun Arifanto	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	104				
13	Theo Yoga	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	84				
14	Yuda Febriyono	3	4	5	3	5	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	5	71				
15	Rangga	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3	3	4	80				
16	Ardi Irawan	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	86				
17	Ardiasa Sawala	5	5	5	3	4	4	5	5	4	4	4	4	2	2	3	4	5	4	4	4	4	84				
18	Ilham	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80				
19	Bernan	4	5	4	2	3	4	3	5	3	3	3	2	3	3	4	2	3	3	4	5	3	71				
20	R. Seno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	105				
	Total	83	84	89	77	80	85	81	84	79	84	76	79	76	70	79	71	82	78	69	82	79					
	r-hitung	0,461	0,488	0,639	0,559	0,462	0,569	0,811	0,469	0,757	0,719	0,921	0,816	0,786	0,745	0,585	0,873	0,694	0,875	0,865	0,368	0,758					
	r-table	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444					
	Status validitas	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	NO VALID	VALID				
	VAR	1,397	1,116	0,576	0,871	1,053	0,618	1,103	0,484	0,997	0,484	0,695	0,997	0,905	1,211	0,682	1,418	0,832	0,726	1,103	0,726	0,682	18,676				
	σt	177,5																									

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Dari hasil uji 21 (dua puluh satu) variabel X1 sampai dengan X21 (H27:AB27) dalam format rumus *excel*, ada 1 (satu) variabel “No Valid” adalah X20 (AA27) dalam format rumus *excel*, pada Tabel 4.11 Hasil Uji Validitas Untuk Variabel Keterlambatan Proyek dengan menggunakan format dalam rumus Excel.

Dari hasil Analisa tersebut dari membandingkan nilai r hitung $>$ r tabel. Sebagai contoh pada Variabel X1 r -hitung (H25) dalam format rumus *excel* = 0,461 sedangkan r -tabel (H26), dalam format rumus *excel* = 0,444 dapat disimpulkan $0,461 \geq 0,444$.

Maka hasil perhitungan dinyatakan “VALID”. Selanjutnya maka dapat dilakukan uji realibilitas untuk faktor keterlambatan.

4.5 Analisis Uji Reabilitas Untuk Variabel Keterlambatan Proyek

Reliabilitas adalah ukuran sejauh mana suatu instrumen menghasilkan hasil yang konsisten dan stabil. Dalam konteks kuesioner, reliabilitas menunjukkan konsistensi internal butir-butir pertanyaan yang mengukur satu konstruk atau variabel. Dalam penelitian ini menggunakan uji reabilitas Cronbach's Alpha, Dengan tahapan sebagai berikut :

Adapun langkah perhitungan untuk uji reabilitas menggunakan metode Cronbach's Alpha adalah sebagai berikut:

A. Keterangan untuk kebutuhan data

2. Jumlah data Valid = 20
3. Jumlah data Tidak Valid = 1
4. Hasil perhitungan varian
5. $K = \text{jumlah data valid} = 20$
6. $\Sigma \sigma^2 = \text{Jumlah variasi dalam satu pertanyaan}$

Analisa VAR

Untuk perhitungan jumlah varian dapat menggunakan rumus pada Microsoft excel dengan menggunakan fungsi "VAR" , hasil perhitungan dengan 1 (satu) variabel X1. Dengan perhitungan varian sebagai berikut:

Varian = (Standar Deviasi) ²

Sintak penulisan varian pada dalam format rumus *Excel*

VAR = (number1; number 2; dst), dalam format rumus *Excel*

Pada Variabel X1 (H3), dalam format rumus *Excel*

VAR = VAR (H4:H23), dalam format rumus *Excel*

VAR = H28, dalam format rumus *Excel*

VAR = 1,397

Nilai VAR untuk variabel X1 (H28), dalam format rumus *Excel* = 1,397 seperti pada Tabel 4.10 Gambar Perhitungan Jumlah Variasi Untuk Variabel Keterlambatan Proyek.

Tabel 4. 12 Perhitungan Jumlah Variasi Untuk Variabel Keterlambatan Proyek

AC28		=SUM(H28:AB28)																							
B	C	D		H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
2				Variabel																				Skor total	
3	No	Nama Responden	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21		
4	1	Nurnaim Romadhoni	5	3	5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	3	5	3	3	3	3	75	
5	2	Andiko Irhash Putra	5	4	4	4	2	3	3	4	4	4	3	2	2	2	3	2	4	4	2	5	4	70	
6	3	Vebi Irawandi	5	5	5	5	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	87		
7	4	Sugeng P.	5	5	5	3	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	98	
8	5	Sunarko	4	5	5	3	2	5	5	4	4	5	4	5	4	4	5	3	5	5	4	5	4	90	
9	6	Alfayed	3	3	3	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	2	4	4	3	3	3	4	73		
10	7	Dedi S	5	4	3	4	3	3	2	4	2	4	3	2	3	2	4	1	2	3	2	4	3	63	
11	8	Kartika Hari Purnomo	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	100		
12	9	Yuda Briyansah	2	1	4	4	5	5	5	3	5	4	3	4	3	3	2	3	4	3	3	4	4	74	
13	10	Rani Kardiani	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	105	
14	11	Syaeful Karim	1	4	4	3	3	5	2	5	2	4	4	3	4	3	2	3	2	3	2	3	4	67	
15	12	Bangun Arifanto	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	104	
16	13	Theo Yoga	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	84	
17	14	Yuda Febrियोno	3	4	5	3	5	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	2	5	2	71	
18	15	Rangga	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3	3	4	80	
19	16	Ardi Irawan	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	86	
20	17	Adiasa Sawala	5	5	5	3	4	4	5	5	4	4	4	4	2	2	3	4	5	4	4	4	4	84	
21	18	Ilham	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80	
22	19	Berman	4	5	4	2	3	4	3	5	3	3	3	2	3	3	4	2	3	3	4	5	3	71	
23	20	R. Seno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	105	
24		Total	83	84	89	77	80	85	81	84	79	84	76	79	76	70	79	71	82	78	69	82	79		
25		r-hitung	0,461	0,488	0,639	0,559	0,462	0,569	0,811	0,469	0,757	0,719	0,921	0,816	0,786	0,745	0,585	0,873	0,694	0,875	0,865	0,368	0,758		
26		r-tabel	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444		
27		Status validitas	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	NO VALID	VALID		
28		VAR	1,397	1,116	0,576	0,871	1,053	0,618	1,103	0,484	0,997	0,484	0,695	0,997	0,905	1,211	0,682	1,418	0,832	0,726	1,103	0,726	0,682	18,676	
29		σt²	177,5																						

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Dari Tabel 4.12 Perhitungan Jumlah Variasi untuk Variabel Keterlambatan Proyek, sehingga diperoleh nilai $\Sigma\sigma^2$ sebagai berikut :

= sum (H28:AB28), dalam format rumus *excel*

= AC28, dalam format rumus *excel*

$$\Sigma\sigma^2 = 18,676$$

7. σ^2 = Jumlah variasi dalam skor total penilaian

Sedangkan untuk jumlah variasi dilakukan dengan cara yang sama, yaitu menggunakan fungsi excel berupa “VAR” namun dengan hasil perhitungan skor total dari jawaban. Sehingga untuk perhitungan jumlah variasi dalam skor seperti pada Tabel 4.12 Perhitungan Jumlah Variasi Untuk Variabel Keterlambatan Proyek.

$$\sigma^2 = \text{Jumlah variasi dalam skor total penilaian}$$

= VAR(AC4:AC23), dalam format rumus *Excel*

= H29, dalam format rumus *Excel*

$$= 177,5$$

B. Perhitungan dan analisa menggunakan rumus uji reabilitas

$$r = \frac{k}{k-1} \times \left\{ 1 - \frac{\Sigma \sigma^2}{\sigma t^2} \right\}$$

$$r = \frac{20}{20-1} \times \left\{ 1 - \frac{18,676}{177,50} \right\}$$

$$r = 0,9419 \approx 0,942$$

$$r = 0,942 > 0,90 = \text{Nilai Baik}$$

Maka hasil perhitungan dinyatakan baik selanjutnya maka dapat dilakukan untuk perhitungan selanjutnya.

4.6 Analisis Uji Validitas Untuk Variabel Pemborosan Biaya

Uji validitas juga dilakukan untuk mengetahui apakah instrumen yang disusun benar-benar mampu mengukur apa yang diinginkan. Uji validitas digunakan untuk mengukur seberapa valid instrumen dapat mengungkapkan data dari variabel yang diteliti secara tepat. Pengujian validitas tiap butir digunakan analisis item, yaitu mengkorelasikan skor tiap butir dengan skor total (corrected item total correlation) yang penyelesaiannya dibantu dengan menggunakan program excel. Uji validitas dengan membandingkan antara r hitung dan r tabel dengan menggunakan rumus koefisien korelasi product moment yang dikemukakan Pearson, dengan kriteria berikut ini :

1. Jika $r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$ maka pernyataan dapat dinyatakan valid
2. Jika $r \text{ hitung} < r \text{ tabel}$ maka pernyataan dapat dinyatakan tidak valid

Validitas kuesioner pada penelitian ini diuji dengan menggunakan Rumus *Koefisien Product Moment Pearson*. Perhitungan dilakukan menggunakan *excel* dengan Langkah sebagai berikut :

1. Melakukan perhitungan total jawaban

Pada tahap ini dapat melakukan penjumlahan pada keseluruhan pertanyaan. Sebagai contoh untuk responden “nurnaim romadhoni” jumlah pertambahan dari variabel X1 sampai dengan variable X25.

summary (total variabel atas nama responden nurnaim Romadhoni)

Tabel 4. 13 Penjumlahan Skor Untuk Variabel Pemborosan Biaya

Tabel 4. 14 Tabel r Tabel untuk Uji Validitas

N	Taraf Signifikan		N	Taraf Signifikan		N	Taraf Signifikan	
	5%	1%		5%	1%		5%	1%
3	0.997	0.999	26	0.388	0.496	55	0.266	0.345
4	0.950	0.990	27	0.381	0.487	60	0.254	0.330
5	0.878	0.959	28	0.374	0.478	65	0.244	0.317
6	0.811	0.917	29	0.367	0.470	70	0.235	0.306
7	0.754	0.874	30	0.361	0.463	75	0.227	0.296
8	0.707	0.834	31	0.355	0.456	80	0.220	0.286
9	0.666	0.798	32	0.349	0.449	85	0.213	0.278
10	0.632	0.765	33	0.344	0.442	90	0.207	0.270
11	0.602	0.735	34	0.339	0.436	95	0.202	0.263
12	0.576	0.708	35	0.334	0.430	100	0.194	0.256
13	0.553	0.684	36	0.329	0.424	125	0.176	0.230
14	0.532	0.661	37	0.325	0.418	150	0.159	0.210
15	0.514	0.641	38	0.320	0.413	175	0.148	0.194
16	0.497	0.623	39	0.316	0.408	200	0.138	0.181
17	0.482	0.606	40	0.312	0.403	300	0.113	0.148
18	0.463	0.590	41	0.308	0.398	400	0.098	0.128
19	0.456	0.575	42	0.304	0.393	500	0.088	0.115
20	0.444	0.561	43	0.301	0.389	600	0.080	0.105
21	0.433	0.549	44	0.297	0.384	700	0.074	0.097
22	0.423	0.537	45	0.294	0.380	800	0.070	0.091
23	0.413	0.526	46	0.291	0.376	900	0.065	0.086
24	0.404	0.515	47	0.288	0.372	1000	0.062	0.081
25	0.396	0.505	48	0.284	0.368			
			49	0.281	0.364			
			50	0.279	0.361			

Dari tabel 4.14 Tabel r Tabel untuk Uji Validitas diperoleh nilai r dengan jumlah responden 20 (dua puluh) adalah 0,444.

6. Melakukan Perhitungan Untuk r Hitung

Untuk melakukan perhitungan pada r hitung yang dibantu dengan excel dapat menggunakan fungsi “correl” dan jumlah jawaban dari keseluruhan jawaban dari suatu pertanyaan.

Fungsi CORREL di Excel digunakan untuk menghitung koefisien korelasi antara dua set data, yang menunjukkan hubungan antara dua variabel.

Fungsi CORREL memiliki Sintaks Sebagai berikut :

=CORREL(array1, array2)

- **array1**: Rentang data pertama.
- **array2**: Rentang data kedua.

Tabel 4. 15 Perhitungan r-Hitung Untuk Variabel Pemborosan Biaya

AH25		=CORREL(\$BG\$4:\$BG\$23;AH4:AH23)																									
AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
No	Nama Responden	Variable																							Skor Total		
		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	
1	Nurnaim Romadhoni	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	2	3	4	80
2	Andiko Irihash Putra	4	5	4	4	3	5	4	4	3	5	3	4	4	5	2	4	4	5	4	5	3	3	4	4	4	99
3	Vebi Irawandi	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	94
4	Sugeng P.	5	5	5	5	4	3	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	115
5	Sunarko	5	5	5	4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	119
6	Alfayed	3	4	4	4	2	4	3	4	5	5	4	3	2	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	5	3	91
7	Dedi S	2	3	4	1	1	2	2	2	3	3	2	4	2	3	2	2	4	3	3	3	3	2	3	2	3	64
8	Kartika Hari Purnomo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	123
9	Yuda Briyansah	4	5	5	5	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	2	1	4	4	4	4	4	4	90
10	Rani Kardiani	3	4	4	5	2	5	4	5	5	5	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	4	5	3	87
11	Syaeful Karim	5	3	3	1	1	2	3	4	5	3	2	2	2	2	2	1	4	4	3	3	2	2	3	1	1	64
12	Bangun Arifanto	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	117
13	Theo Yoga	3	3	4	3	3	4	3	4	3	5	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	88
14	Yuda Febriyono	5	2	3	4	2	5	2	4	2	5	1	2	2	3	4	2	4	3	2	2	3	3	2	4	3	74
15	Rangga	5	4	3	3	2	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	2	84
16	Ardi Irawan	5	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	97
17	Ardiasa Sawala	3	4	4	5	2	3	4	3	3	4	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	4	78
18	Ilham	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	99
19	Berman	2	3	3	3	2	4	2	5	3	4	2	3	3	3	2	5	4	2	3	4	3	2	2	4	4	77
20	R. Seno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	125
Total		81	79	81	75	56	79	70	82	76	87	69	70	69	74	71	66	77	75	75	74	78	71	74	80	76	
R-hitung		0.475	0.781	0.807	0.671	0.77	0.598	0.73	0.665	0.575	0.672	0.89	0.821	0.896	0.838	0.689	0.534	0.537	0.766	0.828	0.72	0.918	0.907	0.796	0.769	0.792	

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Dari analisis yang diperoleh r hitung dalam perhitungan excel seperti pada Tabel 4.15 Perhitungan r-Hitung Untuk Variabel Pemborosan Biaya diperoleh hasil sebagai berikut :

r hitung = CORREL (\$BG\$4:\$BG\$23;AH4:AH23), dalam format rumus Excel

r hitung = AH25, dalam format rumus Excel

r hitung =0,475

- Analisis Tinjauan Penentuan variabel yang valid dan tidak valid dilakukan menggunakan perbandingan *r product momen*. Dimana kriteria r hitung harus lebih besar dari r tabel ($r \text{ hitung} \geq r \text{ tabel}$). Seperti pada Tabel 4.16 Hasil Uji Validitas Untuk Variabel Pemborosan, sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Hasil Uji Validitas Untuk Variabel Pemborosan Biaya

AH27	=IF(AH25>=AH26;"VALID";"NO VALID")																											
AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
	No	Nama Responden	Variabel																							Skor Total		
			X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	
1		1 Nurnaim Romadhoni	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	2	3	4	80
2		2 Andiko Irbash Putra	4	5	4	4	3	5	4	4	3	5	3	4	4	5	2	4	4	5	4	4	5	3	3	4	4	99
3		3 Vebi Irawandi	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	94
4		4 Sugeng P.	5	5	5	5	4	3	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	115
5		5 Sunarko	5	5	5	4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	119
6		6 Alfayed	3	4	4	4	2	4	3	4	5	5	4	3	2	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	5	3	91
7		7 Dedi S	2	3	4	1	1	2	2	2	3	3	2	4	2	3	2	2	4	3	3	3	3	2	3	2	3	64
8		8 Kartika Hari Purnomo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	123
9		9 Yuda Briyansah	4	5	5	5	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	2	1	4	4	4	4	4	90
10		10 Rani Kardiani	3	4	4	5	2	5	4	5	5	5	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	4	5	3	87
11		11 Syaeful Karim	5	3	3	1	1	2	3	4	5	3	2	2	2	2	2	1	4	4	3	3	2	2	3	1	1	64
12		12 Bangun Arifanto	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	117
13		13 Theo Yoga	3	3	4	3	3	4	3	4	3	5	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	88
14		14 Yuda Febriyono	5	2	3	4	2	5	2	4	2	5	1	2	2	3	4	2	4	3	2	2	3	3	2	4	3	74
15		15 Rangga	5	4	3	3	2	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	2	84
16		16 Ardi Irawan	5	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	97
17		17 Ardiasa Sawala	3	4	4	5	2	3	4	3	3	4	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	4	78
18		18 Ilham	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	99
19		19 Berman	2	3	3	3	2	4	2	5	3	4	2	3	3	3	2	5	4	2	3	4	3	2	2	4	4	77
20		20 R. Seno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	125
21		Total	81	79	81	75	56	79	70	82	76	87	69	70	69	74	71	66	77	75	75	74	78	71	74	80	76	
22		R-hitung	0,475	0,781	0,807	0,671	0,77	0,598	0,73	0,665	0,575	0,672	0,89	0,821	0,896	0,838	0,689	0,534	0,537	0,766	0,828	0,72	0,918	0,907	0,796	0,769	0,792	
23		R-tabel	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	
24		Status Validitas	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	VALID	

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Dari hasil uji 21 (dua puluh satu) variabel X1 sampai dengan X25 (H27:BF27) adalah “Valid” seperti pada Tabel 4.16 Hasil Uji Validitas Untuk Variabel Pemborosan Biaya dengan menggunakan Excel.

Hasil Analisa dengan membandingkan nilai r hitung > r tabel. Sebagai contoh pada Variabel X1 r-hitung (AH25), dalam format rumus *Excel*

= 0,475 sedangkan r-tabel (AH26), dalam format rumus *Excel*

= 0,444 dapat disimpulkan $0,461 \geq 0,444$.

Maka hasil perhitungan dinyatakan “VALID”. Selanjutnya maka dapat dilakukan uji realibilitas untuk faktor keterlambatan.

4.7 Analisis Uji Reabilitas Untuk Variabel Pemborosan Biaya

Reliabilitas adalah ukuran sejauh mana suatu instrumen menghasilkan hasil yang konsisten dan stabil. Dalam konteks kuesioner, reliabilitas menunjukkan konsistensi internal butir-butir pertanyaan yang mengukur satu konstruk atau variabel. Dalam penelitian ini menggunakan uji reabilitas Cronbach’s Alpha, Dengan tahapan sebagai berikut :

Adapun langkah perhitungan untuk uji reabilitas menggunakan metode Cronbach’s Alpha adalah sebagai berikut:

1. Jumlah data Valid = 25
2. Jumlah data Tidak Valid = 0
3. Hasil perhitungan varian
4. $K = \text{jumlah data valid} = 25$
5. $\Sigma \sigma^2 = \text{Jumlah variasi dalam satu pertanyaan}$

Untuk perhitungan jumlah varian dapat menggunakan rumus pada excel dengan menggunakan fungsi “VAR”, hasil perhitungan dengan 1 (satu) variabel X1. Dengan perhitungan varian sebagai berikut:

Sintak penulisan varian pada rumus Microsoft Excel

Pada Variabel X1 (H3), dalam format rumus *Excel*

$\text{VAR} = \text{VAR} (\text{AH4:AH23})$, dalam format rumus *Excel*

VAR = AH28, dalam format rumus *Excel*

$$\text{VAR} = 1,208$$

Nilai VAR untuk variabel X1 = 1,208 seperti pada Tabel 4.16 Perhitungan

Jumlah Variasi Untuk Variabel Pemborosan Biaya.

Tabel 4. 17 Perhitungan Jumlah Variasi Untuk Variabel Pemborosan Biaya

97

=sum(AH28:BF28), dalam format rumus excel

= BG28, dalam format rumus excel

= 25,79

$$\Sigma\sigma^2 = 25,79$$

8. σ^2 = Jumlah variasi dalam skor total penilaian

Sedangkan untuk jumlah variasi dilakukan dengan cara yang sama, yaitu menggunakan fungsi excel berupa “VAR” namun dengan hasil perhitungan skor total dari jawaban. Sehingga untuk perhitungan jumlah variasi dalam skor seperti pada Tabel 4.17 Perhitungan Jumlah Variasi Untuk Variabel Keterlambatan Proyek.

σ^2 = Jumlah variasi dalam skor total penilaian

= VAR(BG4:BG23), dalam format Excel

= AH29, dalam format Excel

= 347

- C. Perhitungan dan analisa menggunakan rumus uji reabilitas

$$r = \frac{k}{k-1} \times \left\{ 1 - \frac{\Sigma\sigma^2}{\sigma t^2} \right\}$$

$$r = \frac{25}{25-1} \times \left\{ 1 - \frac{25,79}{347} \right\}$$

$$r = 1,042 \times 0,926$$

$$r = 0,964$$

$$r = 0,964 > 0,90 = \text{Nilai sangat baik}$$

4.8 Analisis Faktor Keterlambatan Proyek

A. Pengolahan Data Dengan Analytical Hierarchy Process (AHP)

1. Menentukan Bobot Variabel Penelitian

a. Tabel Rating Kreteria

Tabel Rating Kreteria dibuat dalam format rumus *excel* seperti pada Tabel 4.18 Penilaian Rating Kreteria, dengan menggunakan skala perbandingan berpasangan dimana sebagai berikut dengan mengambil sampel Rating Kriteria Responden 1 (R1) pada kriteria X1 dan kriteria X2

1. Nilai 1 : Kriteria X1 sama penting dengan kriteria X2

- Tabel 4. 18 Penilaian Rating Kriteria

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Geomen pada Tabel 4.18 Penilaian Rating kriteria merupakan nilai yang diisi oleh responden dari nilai 1 sampai dengan 9 atau sebaliknya.

b. Rating Kriteria Responden 1 (R1)

Tabel 4. 19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1)

[illegible]

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

1. Kriteria X1 Terhadap Kriteria X2
Nilai 8 yang diberikan pada Tabel 4.19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X1 (Lokasi bangunan belum ditentukan) hampir sama penting dengan kriteria X2 (Sengketa lahan untuk proses pembangunan)
Nilai Geomean adalah 8
2. Kriteria X1 Terhadap Kriteria X3
Nilai 5 yang diberikan pada Tabel 4.19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X1 (Lokasi bangunan belum ditentukan) jelas lebih penting dari pada kriteria kriteria X3 (Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan oleh pihak lain)
Nilai Geomean adalah 5
3. Kriteria X1 Terhadap Kriteria X6
Nilai 4 yang diberikan pada Tabel 4.19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X1 (Lokasi bangunan belum ditentukan) hampir sama penting dengan kriteria X6 (Gambar DED yang tidak ada)
Nilai Geomean adalah 4

4. Kriteria X1 Terhadap Kriteria X10

Nilai 9 yang diberikan pada Tabel 4.19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X1 (Lokasi bangunan belum ditentukan) Mutlak sangat jelas lebih penting dari pada kriteria X10 (Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta)

Nilai Geomean adalah 9

5. Kriteria X2 Terhadap Kriteria X3

Nilai 3 yang diberikan pada Tabel 4.19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X2 (Sengketa lahan untuk proses Pembangunan) sedikit lebih penting dari pada kriteria X3 (Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan oleh pihak lain)

Nilai Geomean adalah $1/3 = 0,33$

6. Kriteria X2 Terhadap Kriteria X6

Nilai 6 yang diberikan pada Tabel 4.19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X2 (Sengketa lahan untuk proses Pembangunan) hampir sama penting dengan kriteria X6 (Gambar DED yang tidak ada)

Nilai Geomean adalah $1/6 = 0,17$

7. Kriteria X2 Terhadap Kriteria X10

Nilai 6 yang diberikan pada Tabel 4.19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X2 (Sengketa lahan untuk proses Pembangunan) hampir sama penting dengan kriteria X10 (Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta)

Nilai Geomean adalah 6

8. Kriteria X3 Terhadap Kriteria X6

Nilai 7 yang diberikan pada Tabel 4.19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X3 (Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan oleh pihak lain) sangat jelas lebih penting dari pada kriteria X6 (Gambar DED yang tidak ada)

Nilai Geomean adalah 7

9. Kriteria X3 Terhadap Kriteria X10

d. Rating Kriteria Responden 3 (R3)

Tabel 4. 21 Penilaian Rating Kriteria Responden 3 (R3)

[illegible]

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

e. Rating Kriteria Responden 4 (R4)

Tabel 4. 22 Penilaian Rating Kriteria Responden 4 (R4)

[illegible]

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

f. Rating Kriteria Responden 5 (R5)

Tabel 4. 23 Penilaian Rating Kriteria Responden 5 (R5)

[illegible]

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

g. Rekapitulasi Rating Kriteria

Tabel 4. 24 Rekapitulasi Rating Kriteria

Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
10									
11	Geomean Rating Kriteria (R)								
12	No	Kriteria	1	2	3	4	5	Geomean	Kriteria
13	1	X1	8,00	5,00	6,00	0,14	0,25	1,54	X2
14	2	X1	5,00	3,00	9,00	4,00	8,00	5,33	X3
15	3	X1	4,00	0,20	5,00	0,20	0,17	0,67	X6
16	4	X1	9,00	8,00	9,00	5,00	5,00	6,95	X10
17	5	X2	0,33	6,00	4,00	9,00	0,20	1,70	X3
18	6	X2	0,17	4,00	9,00	7,00	6,00	3,02	X6
19	7	X2	6,00	9,00	8,00	0,50	9,00	4,55	X10
20	8	X3	7,00	8,00	8,00	9,00	4,00	6,94	X6
21	9	X3	4,00	9,00	9,00	7,00	9,00	7,28	X10
22	10	X6	0,17	5,00	9,00	5,00	9,00	3,20	X10

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

1. Nilai Geomean pada Responden 1 (R1), (AC13:AC22), dalam format rumus excel Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria di dapat dari

Tabel 4.19 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1) (V13:V22), dalam format rumus excel.

2. Nilai Geomean pada Responden 2 (R2) (AD13:AD22), dalam format rumus excel Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R), didapat dari Tabel 4.20 Penilaian Rating Kriteria Responden 2 (R2), (V26:V35), dalam format rumus excel.
3. Nilai Geomean pada Responden 3 (R3) (AE13:AE22), dalam format rumus excel Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R), didapat dari tabel 4.21 Penilaian Rating Kriteria Responden 3 (R3), (V39:V48), dalam format rumus excel.
4. Nilai Geomean pada Responden 4 (R4) (AF13:AF22), dalam format rumus excel Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R), didapat dari Tabel 4.22 Penilaian Rating Kriteria Responden 4 (R4), (V52:V61), dalam format rumus excel.
5. Nilai Geomean pada Responden 5 (R5) (AG13:AG22), dalam format rumus excel Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R), didapat dari Tabel 4.23 Penilaian Rating Kriteria Responden 5 (R5), (V65:V74), dalam format rumus excel.
6. Nilai Geomean (AH13:AH22) Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) adalah sebagai berikut :

Geomean Kriteria X1-X2, (AH13), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC13:AG13), dalam format rumus excel

= AH13,

=1,54

Geomean Kriteria X1-X3, (AH14), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC14:AG14), dalam format rumus excel

= AH14 , dalam format rumus excel

=5,33

Geomean Kriteria X1-X6, (AH15), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC15:AG15), dalam format rumus excel

= AH15 , dalam format rumus excel

=0,67

Geomean Kriteria X1-X10, (AH16), dalam format rumus excel
=GEOMEAN(ACA16:AG16), dalam format rumus excel
= AH16 , dalam format rumus excel
=6,95

Geomean Kriteria X2-X3, (AH17), dalam format rumus excel
=GEOMEAN(AC17:AG17), dalam format rumus excel
= AH17 , dalam format rumus excel
=1,7

Geomean Kriteria X2-X6, (AH18), dalam format rumus excel
=GEOMEAN(AC18:AG18), dalam format rumus excel
= AH18 , dalam format rumus excel
=3,02

Geomean Kriteria X2-X10, (AH19), dalam format rumus excel
=GEOMEAN(AC19:AG19), dalam format rumus excel
= AH19 , dalam format rumus excel
=4,55

Geomean Kriteria X3-X6, (AH20), dalam format rumus excel
=GEOMEAN(AC20:AG20), dalam format rumus excel
= AH20 , dalam format rumus excel
=6,94

Geomean Kriteria X3-X10, (AH21), dalam format rumus excel
=GEOMEAN(AC21:AG21), dalam format rumus excel
= AH21 , dalam format rumus excel
=7,28

Geomean Kriteria X6-X10, (AH22), dalam format rumus excel
=GEOMEAN(AC22:AG22), dalam format rumus excel
= AH22 , dalam format rumus excel
=3,2

h. Matriks Perbandingan Antar Kriteria

Tabel 4. 25 Tabel Matriks Perbandingan Antar Kriteria

I20							
	A B	C	D	E	F	G	H
11							
12		Kriteria	Kriteria				
13			X1	X2	X3	X6	X10
14		X1	1,00				
15		X2		1,00			
16		X3			1,00		
17		X6				1,00	
18		X10					1,00
19		Jumlah	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20							

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Nilai 1 pada Tabel 4.25 Pengisian Matriks merupakan untuk nilai 1 yang berwarna **HIAU** merupakan nilai yang sudah menjadi ketentuan (Default) dalam AHP, karena membandingkan dengan nilai kriteria itu sendiri.

i. Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

Tabel 4. 26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

J13							
	A B	C	D	E	F	G	H
1							
2		Kriteria	Kriteria				
3			X1	X2	X3	X6	X10
4		X1	1,00	1,54	5,33	0,67	6,95
5		X2	1,54	1,00	1,70	3,02	4,55
6		X3	5,33	1,70	1,00	6,94	7,28
7		X6	0,67	3,02	6,94	1,00	3,20
8		X10	6,95	4,55	7,28	3,20	1,00
9		Jumlah	15,49	11,81	22,26	14,84	22,98
10							

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria, diperoleh dari Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) dengan rincian sebagai berikut :

Kriteria X1 terdiri dari (Kriteria X1-X1, (D4) dalam format rumus excel), (Kriteria X1-X2, (E4) dalam format rumus excel), (Kriteria X1-X3, (F4), dalam format rumus excel), (X1-X6, (G4), dalam format rumus excel), (X1-X10, (H4), dalam format rumus excel), antara lain sebagai berikut :

1. Kriteria X1-X1, (D4), dalam format excel = 1, Terhadap dirinya sendiri pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria
2. Kriteria X1-X2, (E4), dalam format rumus excel pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria sama dengan Geomean Kriteria X1-X2, (AH13), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) = 1,54
3. Kriteria X1-X3, (F4), dalam format rumus excel pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria sama dengan Geomean Kriteria X1-X3, (AH14), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) = 5,33
4. Kriteria X1-X6, (G4), dalam format rumus excel pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria sama dengan Geomean Kriteria X1-X6, (AH15), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) = 0,67
5. Kriteria X1-X10, (H4), dalam format rumus excel pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria sama dengan Geomean Kriteria X1-X10, (AH16), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.24 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) = 6,95
6. Tahapan perhitungan Kriteria X2, Kriteria X3, Kriteria X6, Kriteria X10 sama dengan tahapan perhitungan Kriteria X1
7. Jumlah pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria dengan rumus sebagai berikut :

Jumlah Kriteria X1, (D9) dalam format rumus excel

= SUM(D4:D8), dalam format rumus excel

= D9, dalam format rumus excel

=15,49

Jumlah Kriteria X2, (E9) dalam format rumus excel

= SUM(E4:E8), dalam format rumus excel

= E9, dalam format rumus excel

=11,81

Jumlah Kriteria X3, (F9) dalam format rumus excel

= SUM(F4:F8), dalam format rumus excel

= F9, dalam format rumus excel

=22,26

Jumlah Kriteria X6, (G9) dalam format rumus excel

= SUM(G4:G8), dalam format rumus excel

= G9, dalam format rumus excel

=14,84

Jumlah Kriteria X10, (H9) dalam format rumus excel

= SUM(H4:H8), dalam format rumus excel

= H9, dalam format rumus excel

=22,98

j. Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Kriteria

Tabel 4. 27 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria

UNISSULA							
Kriteria							
Bobot							
X1							
X2							
X3							
X6							
X10							
0,06	0,13	0,24	0,05	0,30	0,782		
0,10	0,08	0,08	0,20	0,20	0,662		
0,34	0,14	0,04	0,47	0,32	1,318		
0,04	0,26	0,31	0,07	0,14	0,818		
0,45	0,39	0,33	0,22	0,04	1,420		

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria pada Tabel 4.27

Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria antara lain sebagai berikut :

1. Bobot Matriks Kriteria X1-X1, (M4) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.27 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria adalah :
= Kriteria X1-X1, (D4), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria
= $D4 / D9$, dalam format rumus excel
= $1/15,49$
= 0,06
2. Bobot Matriks Kriteria X1-X2, (N4) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.27 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria adalah :
= Kriteria X1-X2, (D5), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria
= $D5 / D9$, dalam format rumus excel
= $1,54/15,49$
= 0,10
3. Bobot Matriks Kriteria X1-X3, (O4) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.27 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria adalah :
= Kriteria X1-X3, (D6), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria
= $D6 / D9$, dalam format rumus excel
= $5,33 / 15,49$
= 0,34
4. Bobot Matriks Kriteria X1-X6, (P4) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.27 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria adalah :

= Kriteria X1-X6, (D7), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= D7 / D9, dalam format rumus excel

= 0,67 / 15,49 = 0,04

5. Bobot Matriks Kriteria X1-X10, (Q4) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.27 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria adalah :

= Kriteria X1-X10, (D8), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.26 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= D8 / D9, dalam format rumus excel

= 6,95 / 15,49

= 0,45

6. Perhitungan bobot matriks kriteria X2 (N3), dalam format rumus excel berlaku juga untuk kriteria X3 (O3), dalam format rumus excel, X6 (P3), dalam format rumus excel, X10 (Q3), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.27 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria.

7. Jumlah Bobot Matriks Kriteria

Pada Tabel 4.27 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria.

Bobot R4 dalam format rumus excel

=SUM(M4:Q4) dalam format rumus excel

= R4 dalam format rumus excel

=0,782

Bobot R5 dalam format rumus excel

=SUM(M5:Q5) dalam format rumus excel

= R5 dalam format rumus excel

=0,662

Bobot R6 dalam format rumus excel

=SUM(M6:Q6) dalam format rumus excel

= R6 dalam format rumus excel

=1,318

Bobot R7 dalam format rumus excel

=SUM(M7:Q7) dalam format rumus excel

= R7 dalam format rumus excel

=0,818

Bobot R8 dalam format rumus excel

=SUM(M8:Q8) dalam format rumus excel

= R7 dalam format rumus excel

=1,420

k. Menghitung Priority Vector, Matriks Priority, Konsistensi

Tabel 4. 28 Perhitungan Bobot Matriks, Priority Vector, Konsistensi

T13	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1											
2											
3		Kriteria	Kriteria					Bobot	Priority Vector	Matriks Priority	Konsistensi
4		X1	X2	X3	X6	X10					
5		0,06	0,13	0,24	0,05	0,30	0,782	0,156	3,849	4,923	
6		0,10	0,08	0,08	0,20	0,20	0,662	0,132	3,849	5,814	
7		0,34	0,14	0,04	0,47	0,32	1,318	0,264	3,849	2,920	
8		0,04	0,26	0,31	0,07	0,14	0,818	0,164	3,849	4,707	
9		0,45	0,39	0,33	0,22	0,04	1,420	0,284	3,849	2,711	

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

1. Priority Vector

Menunjuk pada Tabel 4.28 Perhitungan Bobot Matriks, Priority Vector, Konsistensi

Jumlah Responden = n = 5

a. Priority Vector S4 dalam format rumus excel

= Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden

= R4 dalam format rumus excel / n

= 0,782/5

= 0,156

b. Priority Vector S5 dalam format rumus excel

= Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden

- $= R5 \text{ dalam format rumus excel} / n$
 $= 0,662/5$
 $= 0,132$
- c. Priority Vector S6 dalam format rumus excel
- $= \text{Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden}$
 $= R6 \text{ dalam format rumus excel} / n$
 $= 1,381/5$
 $= 0,264$
- d. Priority Vector S7 dalam format rumus excel
- $= \text{Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden}$
 $= R7 \text{ dalam format rumus excel} / n$
 $= 0,818/5$
 $= 0,164$
- e. Priority Vector S8 dalam format rumus excel
- $= \text{Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden}$
 $= R8 \text{ dalam format rumus excel} / n$
 $= 1,420/5$
 $= 0,284$
- f. Matriks Priority
- Matriks Priority
- $= @MMULT(SD\$4:SH\$8;SS\$4:SS\$8) \text{ dalam format rumus excel}$
 $= 3,849$
2. Konsistensi
- Menunjuk pada Gambar 4.28 Perhitungan Bobot Matriks, Priority Vector, Konsistensi
- a. Konsistensi U4, dalam format rumus excel
- $= \text{Matriks Priority dibagi Bobot Matriks}$
 $= T4, \text{ dalam format rumus excel dibagi } S4, \text{ dalam format rumus excel}$
 $= 3,849 / 0,782$
 $= 4,923$
- b. Konsistensi U5, dalam format rumus excel
- $= \text{Matriks Priority dibagi Bobot Matriks}$

= T5, dalam format rumus excel / S5, dalam format rumus excel

= 3,849 / 0,662

= 5,814

c. Konsistensi U6, dalam format rumus excel

= Matriks Priority dibagi Bobot Matriks

= T6, dalam format rumus excel / S6, dalam format rumus excel

= 3,849 / 1,318

= 2,920

d. Konsistensi U7, dalam format rumus excel

= Matriks Priority dibagi Bobot Matriks

= T7, dalam format rumus excel / S7, dalam format rumus excel

= 3,849 / 0,818

= 4,704

e. Konsistensi U8, dalam format rumus excel

= Matriks Priority dibagi Bobot Matriks

= T8, dalam format rumus excel / S8, dalam format rumus excel

= 3,849 / 1,420

= 2,711

I. Pengujian Data Analisis Faktor Keterlambatan Proyek

a. Rumus Indeks Konsisten

$$CI = \frac{\lambda \text{ MAKS} - n}{n - 1}$$

CI = Indeks Konsisten

n = Jumlah Responden

b. Perhitungan Nilai konsistensi data untuk faktor keterlambatan

$$CI = \frac{\lambda \text{ MAKS} - n}{n - 1}$$

n (Jumlah Responden) = 5

λ MAKS =

= Total dari Konsistensi dibagi n

= SUM(U4:U8), dalam format rumus excel dibagi n

= 21,075 / 5

= 4,215

$$CI = (4,215-5)/(5-1)$$

$$CI = - 0,196$$

$$RI = 1,12 \text{ (untuk nilai responden jumlah 5)}$$

$$CR = CI / RI = - 0,196/ 1,12 = - 0,175$$

Tabel 4. 29 Pengujian Konsistensi Kriteria

N	λ MAKS	CI	RI	CR
5	4,215	-0,196	1,120	-0,175

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Berdasarkan dari perhitungan diatas, maka nilai rasio konsisten sebesar - 0,175 lebih kecil dari 0,1. Maka disimpulkan bahwa matriks perbandingan kriteria bernilai konsisten dan dapat dipergunakan untuk perhitungan selanjutnya.

m. Menentukan Nilai Prioritas Faktor – Faktor Keterlambatan Proyek

Tabel 4. 30 Nilai Prioritas

Kategori	Kode	Variabel keterlambatan Proyek	Priority Vector	Rangking
Keterlambatan Serah Terima Lahan Pekerjaan	X1	Lokasi bangunan belum ditentukan	0,156	4
	X2	Sengketa lahan untuk proses pembangunan	0,132	5
	X3	Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan oleh pihak lain	0,264	2
	X6	Gambar DED yang tidak ada	0,164	3
Review Desain	X10	Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta	0,284	1

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Nilai prioritas yang diperoleh dari urutan nilai bobot *Priority Vector* dari yang paling besar yang menjadi faktor - faktor keterlambatan keterlambatan pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) Mainline I, seperti pada Tabel 4.30 Nilai Prioritas, dengan urutan sebagai berikut :

1. Rangking (1), Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta sebesar 0,284%

- Dari analisis data seperti pada Tabel 4.30 Nilai Prioritas, dapat diidentifikasi bahwa **“Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta, sebesar sebesar 0,284%”** adalah faktor yang paling besar dan berpengaruh pada keterlambatan Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”.

A. Pengolahan Data Dengan Analytical Hierarchy Process (AHP)

a. Tabel Rating Kreteria

[illegible]

Tabel Rating Kreteria dibuat dalam format rumus *excel* seperti pada Tabel 4.31 Penilaian Rating Kreteria, dengan menggunakan skala perbandingan

berpasangan dimana sebagai berikut dengan mengambil sampel Rating Kriteria Responden 1 (R1) pada kriteria X1 dan kriteria X3

1. Nilai 1 : Kriteria X1 sama penting dengan kriteria X3
2. Nilai 3 : Kriteria X1 sedikit lebih penting dari kriteria X3
3. Nilai 5 : Kriteria X1 jelas lebih penting dari kriteria X3
4. Nilai 7 : Kriteria X1 sangat jelas lebih penting dari kriteria X3
5. Nilai 9 : Mutlak Kriteria X1 sangat jelas lebih penting dari kriteria X3
6. Nilai 2,4,6,8 : Apabila ragu - ragu antara dua nilai yang berdekatan antara kriteria X1 dan kriteria X3
7. Kebalikan : Jika kriteria X1 dibandingkan dengan kriteria X3 nilai 3 maka kriteria X3 dibandingkan dengan kriteria X1 maka nilai 1/3
8. Geomen

Geomen pada Tabel 4.31 Penilaian Rating kriteria merupakan nilai yang diisi oleh responden dari nilai 1 sampai dengan 9 atau sebaliknya.

b. Rating Kriteria Responden 1 (R1)

Tabel 4. 32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1)

X6	✓	:	✗	✓	fx																			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V		
10																								
11	Rating Kriteria (R1)																							
12	No	Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriteria	Geomean			
13	1	X1	✓																	X3	9,00			
14	2	X1	✓																	X8	9,00			
15	3	X1		✓																X10	8,00			
16	4	X1													✓					X24	0,20			
17	5	X3						✓												X8	4,00			
18	6	X3	✓																	X10	9,00			
19	7	X3											✓							X24	0,33			
20	8	X8					✓													X10	5,00			
21	9	X8	✓																	X24	9,00			
22	10	X10	✓																	X24	9,00			

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

1. Kriteria X1 Terhadap Kriteria X3

Nilai 9 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X1 (Perubahan kontrak/ Addendum

Pekerjaan) sangat jelas lebih penting dari pada kriteria X3 (Birokrasi yang berbelit-belit)

Nilai Geomean adalah 9

2. Kriteria X1 Terhadap Kriteria X8

Nilai 9 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X1 (Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan) sangat jelas lebih penting dari pada kriteria kriteria X8 (Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja)

Nilai Geomean adalah 9

3. Kriteria X1 Terhadap Kriteria X10

Nilai 8 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X1 (Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan) hampir sama penting dengan kriteria X10 (Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat)

Nilai Geomean adalah 8

4. Kriteria X1 Terhadap Kriteria X24

Nilai 5 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X1 (Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan) jelas lebih penting dari pada kriteria X24 (Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan)

Nilai Geomean adalah $1/5=0,2$

5. Kriteria X3 Terhadap Kriteria X8

Nilai 4 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X3 (Birokrasi yang berbelit-belit) hampir sama penting dengan kriteria X8 (Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja)

Nilai Geomen adalah 4

6. Kriteria X3 Terhadap Kriteria X10

Nilai 9 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X3 (Birokrasi yang berbelit-belit) sangat jelas lebih penting daripada kriteria X10 (Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat)

Nilai Geomen adalah 9

7. Kriteria X3 Terhadap Kriteria X24

Nilai 3 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X3 (Birokrasi yang berbelit-belit) sedikit lebih penting daripada kriteria X24 (Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan)

Nilai Geomen adalah $1/3=0,33$

8. Kriteria X8 Terhadap Kriteria X10

Nilai 5 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X8 (Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja) jelas lebih penting dari pada kriteria X10 (Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat)

Nilai Geomen adalah 5

9. Kriteria X8 Terhadap Kriteria X24

Nilai 9 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X8 (Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja) sangat jelas lebih penting daripada kriteria X24 (Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan)

Nilai Geomen adalah 9

10. Kriteria X10 Terhadap Kriteria X24

Nilai 9 yang diberikan pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1), karena kriteria X10 (Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat) hampir sama penting dengan kriteria X24 (Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan)

Nilai Geomen adalah 9

Untuk penjelasan penilaian Rating Kriteria Responden 2 (R2), Rating Kriteria Responden 3 (R3), Rating Kriteria Responden 4 (R4), Rating Kriteria Responden 5 (R5) sama dengan yang sudah dijelaskan pada penjelasan Rating Kriteria Responden 1 (R1) seperti pada Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1).

c. Rating Kriteria Responden 2 (R2)

Tabel 4. 33 Penilaian Rating Kriteria Responden 2 (R2)

AC35

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

d. Rating Kriteria Responden 3 (R3)

Tabel 4. 34 Penilaian Rating Kriteria Responden 3 (R3)

AC35

✓

:

✕

✓

f_x

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
36																						
37	Rating Kriteria (R3)																					
38	No	Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriteria	geomean	
39	1	X1	✓																	X3	9,00	
40	2	X1		✓																X8	8,00	
41	3	X1	✓																	X10	9,00	
42	4	X1				✓														X24	6,00	
43	5	X3												✓						X8	0,33	
44	6	X3	✓																	X10	9,00	
45	7	X3	✓																	X24	9,00	
46	8	X8	✓																	X10	9,00	
47	9	X8													✓					X24	0,25	
48	10	X10		✓																X24	8,00	

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

e. Rating Kriteria Responden 4 (R4)

Tabel 4. 35 Penilaian Rating Kriteria Responden 4 (R4)

AC35

✖

:

✓

f_x

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
49																						
50	Rating Kriteria (R4)																					
51	No	Kriteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriteria	geomean	
52	1	X1	√																	X3	9,00	
53	2	X1												√						X8	0,25	
54	3	X1		√																X10	8,00	
55	4	X1	√																	X24	9,00	
56	5	X3			√															X8	7,00	
57	6	X3	√																	X10	9,00	
58	7	X3	√																	X24	9,00	
59	8	X8	√																	X10	9,00	
60	9	X8		√																X24	8,00	
61	10	X10		√																X24	8,00	

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

f. Rating Kriteria Responden 5 (R5)

Tabel 4. 36 Penilaian Rating Kriteria Responden 5 (R5)

AC35

</

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

g. Rekapitulasi Rating Kriteria

Tabel 4. 37 Rekapitulasi Rating Kriteria

AJ36									
	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
11	KRITERIA (R)								
12	No	Kriteria	1	2	3	4	5	Geomean	Kriteria
13	1	X1	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	X3
14	2	X1	9,00	7,00	8,00	0,25	9,00	4,08	X8
15	3	X1	8,00	5,00	9,00	8,00	8,00	7,46	X10
16	4	X1	0,20	9,00	6,00	9,00	0,33	2,00	X24
17	5	X3	4,00	7,00	0,33	7,00	0,13	1,52	X8
18	6	X3	9,00	8,00	9,00	9,00	9,00	8,79	X10
19	7	X3	0,33	9,00	9,00	9,00	5,00	4,14	X24
20	8	X8	5,00	7,00	9,00	9,00	8,00	7,43	X10
21	9	X8	9,00	8,00	0,25	8,00	9,00	4,19	X24
22	10	X10	9,00	0,20	8,00	8,00	9,00	4,01	X24

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

1. Nilai Geomean pada Responden 1 (R1), (AC13:AC22), dalam format rumus excel Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria di dapat dari Tabel 4.32 Penilaian Rating Kriteria Responden 1 (R1) (V13:V22), dalam format rumus excel.
2. Nilai Geomean pada Responden 2 (R2) (AD13:AD22), dalam format rumus excel Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R), didapat dari Tabel 4.33 Penilaian Rating Kriteria Responden 2 (R2), (V26:V35), dalam format rumus excel.
3. Nilai Geomean pada Responden 3 (R3) (AE13:AE22), dalam format rumus excel Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R), didapat dari tabel 4.34 Penilaian Rating Kriteria Responden 3 (R3), (V39:V48), dalam format rumus excel.
4. Nilai Geomean pada Responden 4 (R4) (AF13:AF22), dalam format rumus excel Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R), didapat dari Tabel 4.35 Penilaian Rating Kriteria Responden 4 (R4), (V52:V61), dalam format rumus excel.
5. Nilai Geomean pada Responden 5 (R5) (AG13:AG22), dalam format rumus excel Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R),

didapat dari Tabel 4.36 Penilaian Rating Kriteria Responden 5 (R5), (V65:V74), dalam format rumus excel.

6. Nilai Geomean (AH13:AH22) Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) adalah sebagai berikut :

Geomean Kriteria X1-X3, (AH13), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC13:AG13), dalam format rumus excel

= AH13, dalam format rumus excel

= 9

Geomean Kriteria X1-X8, (AH14), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC14:AG14), dalam format rumus excel

= AH14 , dalam format rumus excel

= 4,08

Geomean Kriteria X1-X10, (AH15), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC15:AG15), dalam format rumus excel

= AH15 , dalam format rumus excel

=7,46

Geomean Kriteria X1-X24, (AH16), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(ACA16:AG16), dalam format rumus excel

= AH16 , dalam format rumus excel

=2

Geomean Kriteria X3-X8, (AH17), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC17:AG17), dalam format rumus excel

= AH17 , dalam format rumus excel

=1,52

Geomean Kriteria X3-X10, (AH18), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC18:AG18), dalam format rumus excel

= AH18 , dalam format rumus excel

=8,79

Geomean Kriteria X3-X24, (AH19), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC19:AG19), dalam format rumus excel

= AH19 , dalam format rumus excel

=4,14

Geomean Kriteria X8-X10, (AH20), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC20:AG20), dalam format rumus excel

= AH20 , dalam format rumus excel

=7,43

Geomean Kriteria X8-X24, (AH21), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC21:AG21), dalam format rumus excel

= AH21 , dalam format rumus excel

=4,19

Geomean Kriteria X10-X24, (AH22), dalam format rumus excel

=GEOMEAN(AC22:AG22), dalam format rumus excel

= AH22 , dalam format rumus excel

=4,01

h. Matriks Perbandingan Antar Kriteria

Tabel 4. 38 Tabel Matriks Perbandingan Antar Kriteria

L18	▼	:	✕	✓	<i>fx</i>			
	B	C	D	E	F	G	H	
12								
13		Kriteria	Kriteria					
14			X1	X3	X8	X10	X24	
15		X1	1,00					
16		X3		1,00				
17		X8			1,00			
18		X10				1,00		
19		X24					1,00	
20		Jumlah	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
21								

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Nilai 1 pada Tabel 4.38 Pengisian Matriks merupakan untuk nilai 1 yang berwarna **HIAU** merupakan nilai yang sudah menjadi ketentuan (Default) dalam AHP, karena membandingkan dengan nilai kriteria itu sendiri.

i. Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

Tabel 4. 39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

M22

:

✖

✓

fx

	B	C	D	E	F	G	H
1							
2		Kriteria	Kriteria				
3			X1	X3	X8	X10	X24
4		X1	1,00	9,00	4,08	7,46	2,00
5		X3	9,00	1,00	1,52	8,79	4,14
6		X8	4,08	1,52	1,00	7,43	4,19
7		X10	7,46	8,79	7,43	1,00	4,01
8		X24	2,00	4,14	4,19	4,01	1,00
9		JUMLAH	23,54	24,45	18,23	28,69	15,35

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria, diperoleh dari Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) dengan rincian sebagai berikut :

Kriteria X1 terdiri dari (Kriteria X1-X1, (D4) dalam dalam format rumus excel), (Kriteria X1-X2, (E4) dalam dalam format rumus excel, (Kriteria X1-X3, (F4), dalam format rumus excel), (X1-X6, (G4), dalam format rumus excel), (X1-X10, (H4), dalam format rumus excel) adalah sebagai berikut :

1. Kriteria X1-X1, (D4), dalam format excel = 1, Terhadap dirinya sendiri pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria
2. Kriteria X1-X3, (E4), dalam format rumus excel pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria sama dengan Geomean Kriteria X1-X3, (AH13), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) = 9
3. Kriteria X1-X8, (F4), dalam format rumus excel pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria sama dengan

- Geomean Kriteria X1-X8, (AH14), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) = 4,08
4. Kriteria X1-X10, (G4), dalam format rumus excel pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria sama dengan Geomean Kriteria X1-X10, (AH15), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) = 7,46
 5. Kriteria X1-X24, (H4), dalam format rumus excel pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria sama dengan Geomean Kriteria X1-X24, (AH16), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.37 Rekapitulasi Rating Kriteria (R) = 2
 6. Tahapan perhitungan Kriteria X3, Kriteria X8, Kriteria X10, Kriteria X24 sama dengan tahapan perhitungan Kriteria X1
 7. Jumlah pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria dengan rumus sebagai berikut :

Jumlah Kriteria X1, (D9) dalam format rumus excel
 = SUM(D4:D8), dalam format rumus excel
 = D9, dalam format rumus excel
 =23,54

Jumlah Kriteria X2, (E9) dalam format rumus excel
 = SUM(E4:E8), dalam format rumus excel
 = E9, dalam format rumus excel
 = 24,45

Jumlah Kriteria X3, (F9) dalam format rumus excel
 = SUM(F4:F8), dalam format rumus excel
 = F9, dalam format rumus excel
 =18,23

Jumlah Kriteria X6, (G9) dalam format rumus excel
 = SUM(G4:G8), dalam format rumus excel
 = G9, dalam format rumus excel
 =28,69

Jumlah Kriteria X10, (H9) dalam format rumus excel
 = SUM(H4:H8), dalam format rumus excel

= H9, dalam format rumus excel

=15,35

j. Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Kriteria

Tabel 4. 40 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria

R11							
	K	L	M	N	O	P	Q
1							
2		Kriteria					
3		Kriteria	X1	X3	X8	X10	X24
4		X1	0,04	0,37	0,22	0,26	0,13
5		X3	0,38	0,04	0,08	0,31	0,27
6		X8	0,17	0,06	0,05	0,26	0,27
7		X10	0,32	0,36	0,41	0,03	0,26
8		X24	0,09	0,17	0,23	0,14	0,07
9							

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria pada Tabel 4.40

Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria antara lain sebagai berikut :

Perhitungan bobot matriks kriteria X1, (M3), dalam format rumus excel

1. Bobot Matriks Kriteria X1-X1, (M4) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.40 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= Kriteria X1-X1, (D4), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= D4 / D9, dalam format rumus excel

= 1/23,54

= 0,04

2. Bobot Matriks Kriteria X1-X2, (M5) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.40 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= Kriteria X1-X2, (D5), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= D5 / D9, dalam format rumus excel

= 9/23,54

= 0,38

3. Bobot Matriks Kriteria X1-X3, (M6) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.40 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= Kriteria X1-X3, (D6), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= D6 / D9, dalam format rumus excel

= 4,08 /23,54

= 0,17

4. Bobot Matriks Kriteria X1-X6, (M7) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.40 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= Kriteria X1-X6, (D7), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.9 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= D7 / D9, dalam format rumus excel

= 7,46 /23,54

= 0,32

5. Bobot Matriks Kriteria X1-X10, (M8) dalam format rumus excel pada pada Tabel 4.40 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= Kriteria X1-X10, (D8), dalam format rumus excel dibagi Total Kriteria X1, (D9), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.39 Perhitungan Matriks Perbandingan Antar Kriteria

= D8 / D9, dalam format rumus excel

= 2 /23,54

= 0,09

6. Perhitungan bobot matriks kriteria X3 (N3), dalam format rumus excel berlaku juga untuk kriteria X8 (O3), dalam format rumus excel,

X10 (P3), dalam format rumus excel, X24 (Q3), dalam format rumus excel, pada Tabel 4.40 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria.

7. Jumlah Bobot Matriks Kriteria

Pada Tabel 4.40 Perhitungan Bobot Matriks Perbandingan Antar Kriteria.

Bobot R4 dalam format rumus excel

=SUM(M4:Q4) dalam format rumus excel

= R4 dalam format rumus excel

= 1,025

Bobot R5 dalam format rumus excel

=SUM(M5:Q5) dalam format rumus excel

= R5 dalam format rumus excel

= 1,083

Bobot R6 dalam format rumus excel

=SUM(M6:Q6) dalam format rumus excel

= R6 dalam format rumus excel

= 0,823

Bobot R7 dalam format rumus excel

=SUM(M7:Q7) dalam format rumus excel

= R7 dalam format rumus excel

= 1,380

Bobot R8 dalam format rumus excel

=SUM(M8:Q8) dalam format rumus excel

= R7 dalam format rumus excel

=0,689

Tabel 4. 41 Perhitungan Bobot Matriks, Priority Vector, Konsistensi

K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1										
2	Kriteria	Kriteria						Priority Vector	Matriks Priority	Kosistensi
3		X1	X3	X8	X10	X24	Bobot			
4	X1	0,04	0,37	0,22	0,26	0,13	1,025	0,205	5,160	5,034
5	X3	0,38	0,04	0,08	0,31	0,27	1,083	0,217	5,160	4,766
6	X8	0,17	0,06	0,05	0,26	0,27	0,823	0,165	5,160	6,272
7	X10	0,32	0,36	0,41	0,03	0,26	1,380	0,276	5,160	3,739
8	X24	0,09	0,17	0,23	0,14	0,07	0,689	0,138	5,160	7,485

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

a. Priority Vector

Menunjuk pada Tabel 4.41 Perhitungan Bobot Matriks, Priority Vector, Konsistensi

Jumlah Responden = n = 5

1. Priority Vector S4 dalam format rumus excel

= Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden

= R4 dalam format rumus excel / n

$$= 1,025 / 5$$
$$= 0,205$$

2. Priority Vector S5 dalam format rumus excel

= Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden

= R5 dalam format rumus excel / n

$$= 1,083 / 5$$
$$= 0,217$$

3. Priority Vector S6 dalam format rumus excel

= Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden

= R6 dalam format rumus excel / n

$$= 0,689 / 5$$
$$= 0,276$$

4. Priority Vector S7 dalam format rumus excel

= Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden

= R7 dalam format rumus excel / n

= 0,818/5

= 0,164

5. Priority Vector S8 dalam format rumus excel

= Bobot Matriks dibagi Jumlah Responden

= R8 dalam format rumus excel / n

= 1,420/5

= 0,284

b. Matriks Priority

Matriks Priority

= @MMULT(\$D\$4:\$H\$8;\$S\$4:\$S\$8) dalam format rumus excel

= 5,160

c. Konsistensi

Menunjuk pada Gambar 4.41 Perhitungan Bobot Matriks, Priority Vector, Konsistensi

1. Konsistensi U4, dalam format rumus excel

= Matriks Priority dibagi Bobot Matriks

= T4, dalam format rumus excel dibagi S4, dalam format rumus excel

= 5,160 / 1,025

= 5,034

2. Konsistensi U5, dalam format rumus excel

= Matriks Priority dibagi Bobot Matriks

= T5, dalam format rumus excel / S5, dalam format rumus excel

= 5,160 / 1,083

= 4,766

3. Konsistensi U6, dalam format rumus excel

= Matriks Priority dibagi Bobot Matriks

= T6, dalam format rumus excel / S6, dalam format rumus excel

= 5,160 / 0,823

= 6,272

4. Konsistensi U7, dalam format rumus excel

= Matriks Priority dibagi Bobot Matriks
 = T7, dalam format rumus excel / S7, dalam format rumus excel
 = 5,160 / 1,380
 = 3,739

5. Konsistensi U8, dalam format rumus excel
 = Matriks Priority dibagi Bobot Matriks
 = T8, dalam format rumus excel / S8, dalam format rumus excel
 = 5,160 / 0,689
 = 7,485

1. Pengujian Data Analisis Faktor Pemborosan Biaya

Rumus Indeks Konsisten

$$CI = \frac{\lambda_{MAKS} - n}{n - 1}$$

CI = Indeks Konsisten

n = Jumlah Responden

Perhitungan Nilai konsistensi data untuk faktor keterlambatan

$$CI = \frac{\lambda_{MAKS} - n}{n - 1}$$

n (Jumlah Responden) = 5

λ_{MAKS}

= Total dari Konsistensi dibagi n

= SUM(U4:U8), dalam format rumus excel dibagi n (Jumlah Responden)

= 27,296 / 5

= 5,459

CI = (5,459-5)/(5-1)

CI = 0,459 / 4

CI = 0,114

RI = 1,12 (untuk nilai responden jumlah 5)

CR = CI / RI = 0,114 / 1,12 = 0,1

Tabel 4. 42 Pengujian Konsistensi Kriteria

N	λ MAKS	CI	RI	CR
5	5,459	0,114	1,120	0,10

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Berdasarkan dari perhitungan diatas, maka nilai rasio konsisten (CR) sebesar $0,1 \leq 0,1$. Maka disimpulkan bahwa matriks perbandingan kriteria bernilai konsisten dan dapat dipergunakan untuk perhitungan selanjutnya.

m. Menentukan Nilai Prioritas Faktor – Faktor Pemborosan Biaya

Tabel 4. 43 Nilai Prioritas

Kategori	Kode	Variabel Pemborosan Biaya	Priority Vector	Rangking
Perubahan Ruang Lingkup Pekerjaan	X1	Lokasi bangunan belum ditentukan	0,156	4
	X2	Sengketa lahan untuk proses pembangunan	0,132	5
Material, Tenaga kerja dan Peralatan	X3	Lahan tidak dapat digunakan, karena masih digunakan oleh pihak lain	0,264	2
	X6	Gambar DED yang tidak ada	0,164	3
Interfensi pihak lainnya	X10	Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta	0,284	1

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Nilai prioritas yang diperoleh dari urutan nilai bobot *Priority Vector* dari yang paling besar yang menjadi faktor - faktor pemborosan biaya pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) Mainline I, seperti pada Tabel 4.43 Nilai Prioritas, dengan urutan sebagai berikut :

1. Rangking (1), Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat sebesar 0,276%
2. Rangking (2), Birokrasi yang berbelit-belit sebesar 0,217%
3. Rangking (3), Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan 0,205%
4. Rangking (4), Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja sebesar 0,165%

5. Rangking (5), Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan sebesar 0,138%

Dari analisis data seperti pada Tabel 4.43 Nilai Prioritas, dapat diidentifikasi bahwa **“Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi kereta, sebesar sebesar 0,284%”** adalah faktor yang paling besar dan berdampak terhadap pemborosan biaya pada Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”.

4,10 Analisa Efektivitas Strategi *Lean Construction*

Dalam penelitian pada pendekatan *lean construction* bertujuan untuk mengoptimalkan waste dari beberapa variabel seperti *waiting*, *Unnecessary inventory*, *Unncessary mition*, *Over Production*, dan *Inappropriate processing*. Pembahasan strategi *lean construction* untuk melakukan tindakan atau sasaran yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi dalam suatu proyek Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”, akibat keterlambatan proyek yang bisa menyebabkan pemborosan biaya,

a. Data Rangking Pemborosan Biaya

Tabel 4. 44 Data Rangking Pemborosan Biaya

Rangking	Pemborosan Biaya
1	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat
2	Birokrasi yang berbelit-belit
3	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan
4	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja
5	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan

(Sumber : Data Analisis, 2025)

Data pada tabel 4.44 Data Pemborosan Biaya, merupakan data yang diperoleh dari analisis faktor faktor pemborosan biaya pada Sub Bab 4.9, B. (A. Menentukan Nilai Prioritas Faktor – Faktor Pemborosan Biaya) yang sudah dirangking.

1 = Sangat Tidak Berdampak Terhadap Biaya (STBTB)
2 = Tidak Berdampak Terhadap Biaya (TBTB)
3 = Berdampak Terhadap Biaya (BTB)
4 = Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)
5 = Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)

Tabel 4. 45 Data Responden 1 (R1)

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

- a. Nilai 5, (AF6) dalam format rumus excel, pada Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat (AE6) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu) Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)
- b. Nilai 5, (AF7) dalam format rumus excel, pada Birokrasi yang berbelit-belit (AE7) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu), Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)

- c. Nilai 5, (AF8) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan (AE8) dalam format rumus excel, Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)
- d. Nilai 3, (AF9) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE9) dalam format rumus excel, menunggu Berdampak Terhadap Biaya (BTB)
- e. Nilai 4, (AF10) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE10) dalam format rumus excel, Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)
2. Pengisian Data Pada Tabel 4.45 Data Responden 1 (R1), Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory), Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion), Produksi Berlebih (Over Production), Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing) tahapan pengisiannya sama dengan point nomor 1 (satu), Pengisian Data Pada Tabel 4.45 Data Responden 1 (R1), Identifikasi Pemborosan (Waste), Waiting (Menunggu).
- d. Data Responden 2 (R2)**

Tabel 4. 46 Data Responden 2 (R2)

Identifikasi Pemborosan (Waste)							
Responden 2 (R2)							
Rangking	Kategori Pemborosan Biaya	Menunggu (Waiting)	Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory)	Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion)	Produksi Berlebih (Over Production)	Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing)	
1	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	4	4	1	4	5	
2	Birokrasi yang berbelit-belit	5	3	5	5	2	
3	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan	5	2	5	2	4	
4	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja	4	5	4	2	4	
5	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	3	3	5	3	2	
Total		21	17	20	16	17	

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

1. Pengisian Data Pada Tabel 4.46 Data Responden 2 (R2), pada Identifikasi Pemborosa (Waste), Waiting (Menunggu) dengan tahapan sebagai berikut :
 - a. Nilai 4, (AF18) dalam format rumus excel, pada Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat (AE18) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu) Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)
 - b. Nilai 5, (AF18) dalam format rumus excel, pada Birokrasi yang berbelit-belit (AE18) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu) Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)
 - c. Nilai 5, (AF18) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan (AE18) dalam format rumus excel, Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)
 - d. Nilai 4, (AF18) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE18) dalam format rumus excel, Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)
 - e. Nilai 3, (AF18) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE18) dalam format rumus excel, Berdampak Terhadap Biaya (BTB)
 - f. Pengisian Data Pada Tabel 4.45 Data Responden 2 (R2), Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory), Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion), Produksi Berlebih (Over Production), Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing) tahapan pengisiannya sama dengan point nomor 1 (satu), Pengisian Data Pada Tabel 4.46 Data Responden 2 (R2), Identifikasi Pemborosan (Waste), Waiting (Menunggu).

e. Data Responden 3 (R3)

Tabel 4. 47 Data Responden 3 (R3)

Identifikasi Pemborosan (Waste)		Responden 3 (R3)				
Rangking	Kategori Pemborosan Biaya					
		Menunggu (Waiting)	Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory)	Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion)	Produksi Berlebih (Over Production)	Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing)
1	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	5	5	4	5	5
2	Birokrasi yang berbelit-belit	5	5	4	2	5
3	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan	4	1	2	3	5
4	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja	3	4	3	1	5
5	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	5	3	2	3	2
Total		22	18	15	14	22

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

1. Pengisian Data Pada Tabel 4.47 Data Responden 3 (R3), pada Identifikasi Pemborosa (Waste), Waiting (Menunggu) dengan tahapan sebagai berikut :
 - a. Nilai 5, (AF30) dalam format rumus excel, pada Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat (AE30) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu) Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)
 - b. Nilai 5, (AF31) dalam format rumus excel, pada Birokrasi yang berbelit-belit (AE31) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu), Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)
 - c. Nilai 4, (AF32) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan (AE32) dalam format rumus excel, Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)

- d. Nilai 3, (AF33) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE33) dalam format rumus excel, Berdampak Terhadap Biaya (BTB)
- e. Nilai 5, (AF34) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE34) dalam format rumus excel, Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)
- f. Pengisian Data Pada Tabel 4.47 Data Responden 3 (R3), Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory), Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion), Produksi Berlebih (Over Production), Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing) tahapan pengisiannya sama dengan point nomor 1 (satu), Pengisian Data Pada Tabel 4.47 Data Responden 3 (R3), Identifikasi Pemborosan (Waste), Waiting (Menunggu).

f. Data Responden 4 (R4)

Tabel 4. 48 Data Responden 4 (R4)

Identifikasi Pemborosan (Waste)						
Responden 4 (R4)						
Rangking	Kategori Pemborosan Biaya	Menunggu (Waiting)	Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory)	Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion)	Produksi Berlebih (Over Production)	Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing)
1	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	4	5	5	5	2
2	Birokrasi yang berbelit-belit	5	4	4	5	2
3	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan	4	4	5	1	2
4	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja	3	3	5	5	3
5	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	3	4	5	2	3
Total		19	20	24	18	12

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

1. Pengisian Data Pada Tabel 4.48 Data Responden 4 (R4), pada Identifikasi Pemborosa (Waste), Waiting (Menunggu) dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Nilai 4, (AF42) dalam format rumus excel, pada Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat (AE42) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu), Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)
- b. Nilai 5, (AF43) dalam format rumus excel, pada Birokrasi yang berbelit-belit (AE43) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu), Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)
- c. Nilai 4, (AF44) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan (AE44) dalam format rumus excel, Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)
- d. Nilai 3, (AF45) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE45) dalam format rumus excel, Terhadap Biaya (BTB)
- e. Nilai 3, (AF46) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE46) dalam format rumus excel, Berdampak Terhadap Biaya (BTB)
- f. Pengisian Data Pada Tabel 4.47 Data Responden 4 (R4), Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory), Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion), Produksi Berlebih (Over Production), Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing) tahapan pengisiannya sama dengan point nomor 1 (satu), Pengisian Data Pada Tabel 4.48 Data Responden 4 (R4), Identifikasi Pemborosan (Waste), Waiting (Menunggu).

g. Data Responden 5 (R5)

Tabel 4. 49 Data Responden 5 (R5)

AN49	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
59								

			Identifikasi Pemborosan (Waste)				
			Responden 5 (R5)				
	Rangking	Kategori Pemborosan Biaya	Menunggu (Waiting)	Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory)	Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion)	Produksi Berlebih (Over Production)	Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing)
	1	Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat	4	5	5	3	3
	2	Birokrasi yang berbelit-belit	5	2	5	1	5
	3	Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan	4	2	1	4	2
	4	Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja	2	5	2	1	3
	5	Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan	4	4	2	5	4
		Total	19	18	15	14	17

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

1. Pengisian Data Pada Tabel 4.49 Data Responden 5 (R5), pada Identifikasi Pemborosa (Waste), Waiting (Menunggu) dengan tahapan sebagai berikut :
 - a. Nilai 4, (AF54) dalam format rumus excel, pada Kesalahan manajemen material, tenaga dan alat (AE54) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu), Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)
 - g. Nilai 5, (AF55) dalam format rumus excel, pada Birokrasi yang berbelit-belit (AE55) dalam format rumus excel, Waiting (menunggu), Sangat Berdampak Terhadap Biaya (SBTB)
 - h. Nilai 4, (AF56) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan (AE56) dalam format rumus excel, Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)
 - i. Nilai 2, (AF57) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE57)

dalam format rumus excel, Tidak Berdampak Terhadap Biaya (TBTB)

j. Nilai 4, (AF57) dalam format rumus excel, Waiting (Menunggu) pada Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja (AE57) dalam format rumus excel, Cukup Berdampak Terhadap Biaya (CBTB)

k. Pengisian Data Pada Tabel 4.49 Data Responden 4 (R4), Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory), Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion), Produksi Berlebih (Over Production), Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing) tahapan pengisiannya sama dengan point nomor 1 (satu), Pengisian Data Pada Tabel 4.49 Data Responden 5 (R5), Identifikasi Pemborosan (Waste), Waiting (Menunggu).

h. Rekapitulasi Data Responden

Tabel 4. 50 Rekapitulasi Data Responden

T14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)

Rekapitulasi gabungan data Responden 1 (R1) sampai dengan Responden 5 (R5) seperti pada Tabel 4.50 Rekapitulasi Data Responden.

1. Rata – Rata Menunggu (Waiting)

Total R1, (D12), dalam format rumus excel + Total R2, (E12), dalam format rumus excel + Total R3, (F12), dalam format rumus excel + Total R4, (G12), dalam format rumus excel + Total R5, (H12), dalam format rumus excel dibagi jumlah Responden (R)

$$= (22+21+22+19+19) / 5$$

$$= 20,6$$

2. Rata – Rata Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory)

Total R1, (I12), dalam format rumus excel + Total R2, (J12), dalam format rumus excel + Total R3, (K12), dalam format rumus excel + Total R4, (L12), dalam format rumus excel + Total R5, (M12), dalam format rumus excel dibagi jumlah Responden (R)

$$= 20+17+18+20+18 / 5$$

$$= 18,6$$

3. Rata – Rata Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion)

Total R1, (N12), dalam format rumus excel + Total R2, (O12), dalam format rumus excel + Total R3, (P12), dalam format rumus excel + Total R4, (Q12), dalam format rumus excel + Total R5, (Q12), dalam format rumus excel dibagi jumlah Responden (R)

$$= 19+20+15+24+15 / 5$$

$$= 18,6$$

4. Rata – Rata Produksi Berlebih (Over Production)

Total R1, (S12), dalam format rumus excel + Total R2, (T12), dalam format rumus excel + Total R3, (U12), dalam format rumus excel + Total R4, (V12), dalam format rumus excel + Total R5, (W12), dalam format rumus excel dibagi jumlah Responden (R)

$$= 20+16+14+18+14 / 5$$

$$= 16,4$$

5. Rata – Rata Produksi Berlebih (Over Production)

Total R1, (X12), dalam format rumus excel + Total R2, (Y12), dalam format rumus excel + Total R3, (Z12), dalam format rumus excel +

Total R4, (AA12), dalam formas rumus excel + Total R5, (AB12), dalam format rumus excel dibagi jumlah Responden (R)

$$= 19+17+22+12+17 / 5$$

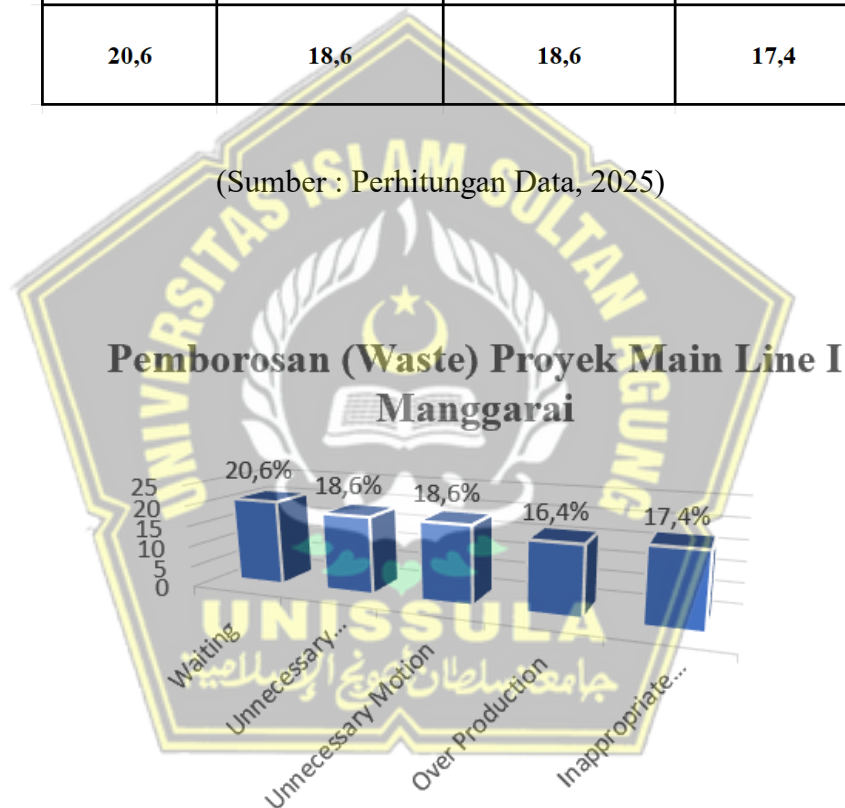
$$= 17,4$$

i. Hasil Analisa Strategi Lean Construction

Tabel 4. 51 Hasil Analisa Lean Construction

Menunggu (Waiting)	Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory)	Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion)	Produksi Berlebih (Over Production)	Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing)
1	2	3	4	5
20,6	18,6	18,6	17,4	16,4

(Sumber : Perhitungan Data, 2025)



Gambar 4. 2 Diagram Hasil Analisis Skala Likert dari 5 (Lima) Kategori Pemborosa (Waste) Lean Construction

(Sumber : Data Analisis, 2025)

Dari Tabel 4.51 Hasil Analisa Lean Construction, berdasarkan perangkingan pemborosan (waste) urutan nilai yang paling besar yang sangat berdampak terhadap pemborosan biaya pada Proyek

Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” adalah sebagai berikut :

1. Rangking (1), Menunggu (Waiting), sebesar 20,6%
2. Rangking (2), Persediaan yang Tidak Perlu (Unnecessary Inventory), sebesar 18,6%
3. Rangking (3), Gerakan yang Tidak Perlu (Unnecessary Motion), sebesar 18,6%
4. Rangking (4), Produksi Berlebih (Over Production), sebesar 17,4%
5. Rangking (5), Proses yang Tidak Sesuai (Inappropriate Processing), sebesar 16,4%.

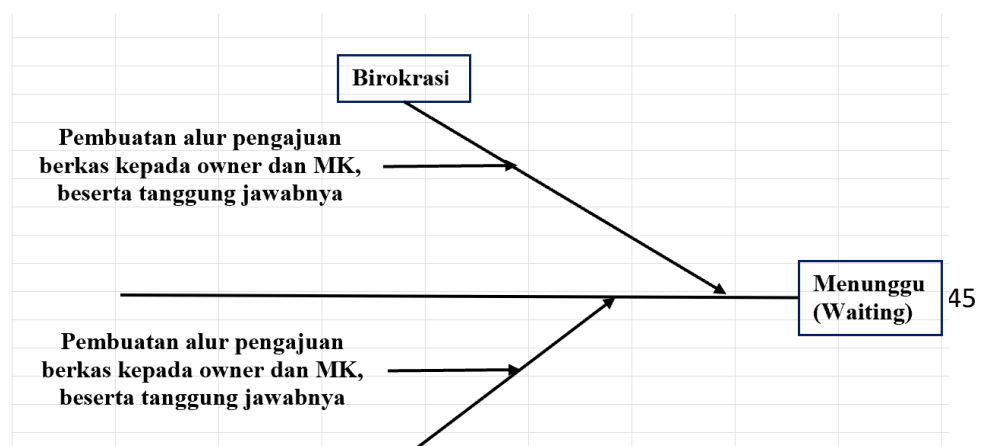
Dari analisis data seperti pada Tabel 4.51 Hasil Analisa Lean Construction, pemborosan (waste) yang paling besar pada “**Waiting (Menunggu, dengan nilai sebesar 20,6%)**” dan yang paling berdampak terhadap pemborosan biaya pada Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai S.D Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I”.

j. Identifikasi Akar Penyebab Masalah

Penyebab permasalahan dalam konstruksi Tabel 4.50 Hasil Analisa Lean Construction terdapat 3 (tiga) item yang tertinggi yaitu Menunggu (*Waiting*), sebesar 20,6%, Persediaan yang Tidak Perlu (*Unnecessary inventory*), sebesar 18,6%, Gerakan yang tidak perlu (*Unncessary mition*), sebesar 18,6%

1. Permasalahan Menunggu (*Waiting*)

Penilaian *lean construction* untuk faktor menunggu (*waiting*) sebesar 20,6%. Seperti terlihat pada Gambar 4.3 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan *Menunggu* (*Waiting*). Jenis pemborosan ini disebabkan permasalahan utama adalah birokrasi yang berbelit-belit, antara lain ketidaksiapan lahan pekerjaan dari pihak owner karena lahan masih digunakan untuk operasional kereta api. DED tidak detail sehingga harus melakukan perencanaan ulang dengan waktu tunggu yang cukup lama.



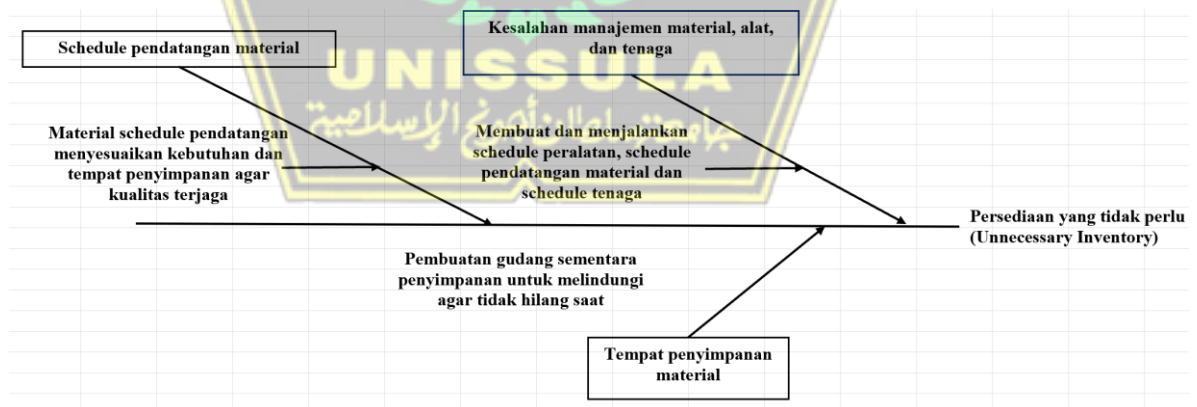
Gambar 4.3 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan (*Waste*),
Menunggu (*Waiting*)

Gambar 4. 3 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan Menunggu
(Waiting)

(Sumber : Data Analisis, 2025)

2. Permasalahan Persediaan yang Tidak Perlu (*Unnecessary inventory*)

Penilaian *lean construction* untuk faktor persediaan yang tidak perlu (*Unnecessary inventory*) sebesar 18,6%. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.4 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan (*Unnecessary inventory*). Jenis pemborosan ini disebabkan kesalahan manajemen dalam mengontrol schedule material, tenaga dan alat. Untuk control material dan alat harus dilakukan pemeriksaan secara detail mulai dari perhitungan volume yang dibutuhkan, pemesanan material, alat pengecekan material sebelum dan sesudah datang agar material dan alat yang akan digunakan secara mutu dan jumlah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

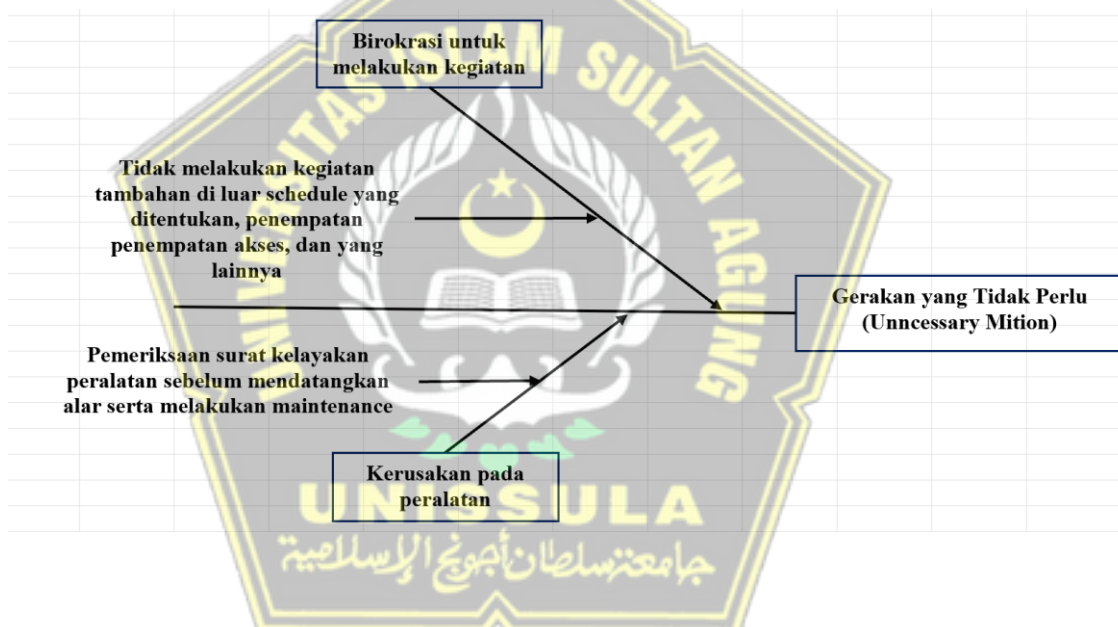


Gambar 4. 4 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan (*Unnecessary inventory*)

(Sumber : Data Analisis, 2025)

3. Permasalahan Gerakan yang tidak perlu (*Unncessary mition*)

Penilaian *lean construction* untuk faktor *Unncessary mition* sebesar 18,6%. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.5 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan Gerakan yang Tidak Perlu (*Unncessary Mition*). Jenis pemborosan ini disebabkan birokrasi yang berbelit-belit karena tidak detailnya lahan pekerjaan yang ada di lapangan maka perlu dilakukan kembali penyesuaian kontrak pekerjaan baik gambar dan volume untuk pelaksanaan di lapanag. Peralatan yang digunakan juga menjadi salah satu faktor yang harus diperhatikan secara kelayakan alat dan fungsi agar pada saat pelaksanaan siap digunakan dan tidak ada gerakan tambahan seperti trouble alat di lapangan.



Gambar 4. 5 Diagram Fishbone untuk Jenis Pemborosan Gerakan yang Tidak Perlu (*Unncessary Mition*)

(Sumber : Data Analisis, 2025)

k. Tindak Lanjut Penanganan

Penanganan atau tindakan antisipasi untuk pencegahan pemborosan biaya dalam permasalahan menggunakan metode *lean construction* pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” adalah menunggu (*waiting*). Dalam hal ini dapat diartikan sebagai menunggu perintah pemilik kerja, menunggu persetujuan gambar, menunggu persetujuan material dan hal sebagainya. Beberapa

tindakan atau solusi yang dapat atau sudah dilakukan untuk melakukan tindakan pencegahan dalam permasalahan menunggu (*waiting*), adalah sebagai berikut:

- a. Dalam Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Manggarai s.d Jatinegara (Paket A) (Tahap II) “Mainline I” kontraktor pelaksana bersedia melakukan pelimpahan pekerjaan dari Tahap I, hal ini dilakukan agar lokasi konstruksi yang akan dikerjakan dapat digunakan sebagaimana mestinya. Pelimpahan ruang lingkup pekerjaan akan berdampak kepada keseluruhan RAB, sehingga menimbulkan perubahan kontrak atau addendum.
- b. Melihat kondisi lahan tidak dapat dilaksanakan menunggu (*waiting*) atau menunggu perintah mulai kerja dari pihak pemilik, sebagai kontraktor pelaksana memberikan surat informasi atau pemberitahuan yang berakibatkan keterlambatan pekerjaan, dimana kondisi tersebut akan mencederai kontrak kerja yang telah dilakukan secara bersama-sama. Ruang lingkup pembebasan lahan yang tidak tertera didalam kontrak merupakan tanggung jawab pemilik pekerjaan, hal ini akan sangat berdampak pada keberlanjutan pekerjaan.
- c. Proses menunggu perintah akan berdampak pada kinerja produksi harian proyek. Kondisi tersebut akan berdampak kepada biaya pelaksanaan pekerjaan, dimana pekerjaan konstruksi belum berlangsung tapi tenaga sudah dijadwalkan berada di area konstruksi. Biaya akan terus berjalan selama staff atau tenaga berada di lokasi kerja tanpa keputusan yang pasti. Biaya dari rentang waktu tersebut akan meningkatkan biaya *overhead*. Besaran biaya *overhead* bisa diinformasikan kepada pemilik kerja sebagai bahan pertimbangan pengambilan keputusan untuk menghindari keadaan kahar.

4.11 Identifikasi Strategi Mengatasi Permasalahan

Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan para responden didapatkan hasil untuk mengantisipasi pemborosan biaya pelaksanaan konstruksi. Beberapa kegiatan untuk mengatasi permasalahan sudah dilakukan selama proyek konstruksi berlangsung, hal ini sesuai dengan SOP perusahaan. Adapun strategi lainnya untuk membantu mengatasi pemborosan biaya pelaksanaan konstruksi sebagai berikut:

1. Apabila terjadi perubahan kontrak/ addendum pekerjaan akibat kondisi tidak terduga dapat melakukan kegiatan berikut:

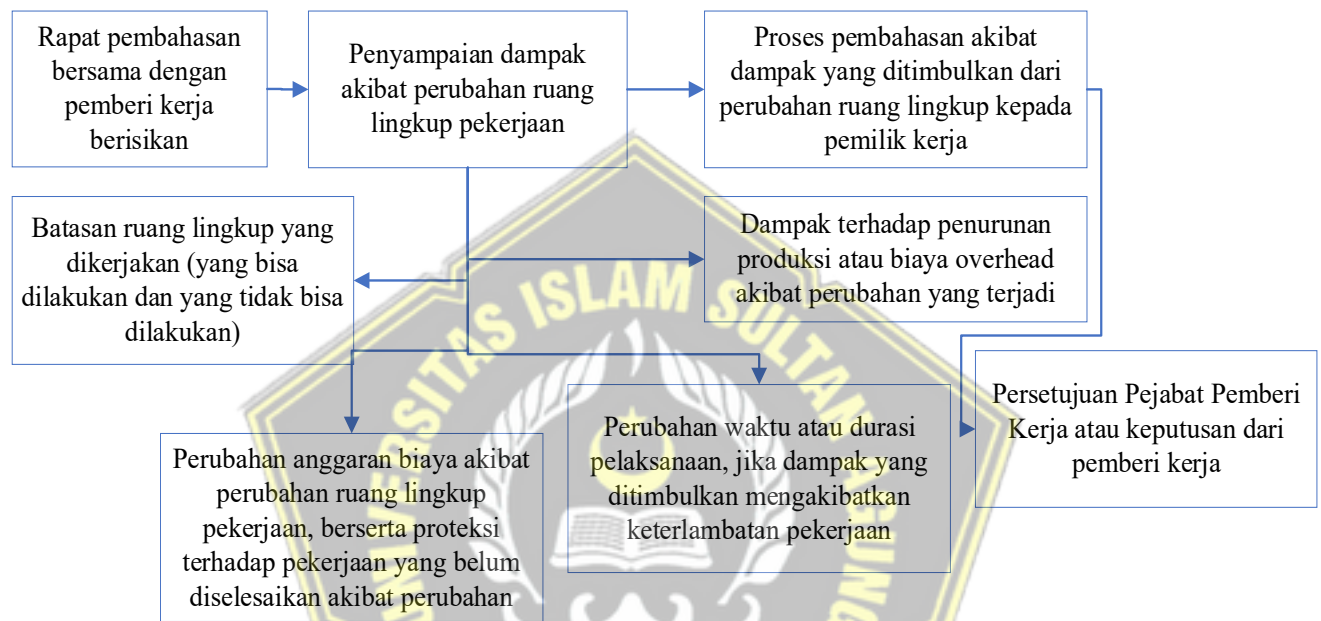
- a. Memberikan informasi serta kejelasan penyelesaian permasalahan dengan pemberi kerja seperti terlihat pada Gambar 4.6 Tahapan atau Langkah Kerja Pemberian Informasi kepada Pemilik Pekerjaan



Gambar 4. 6 Tahapan atau Langkah Kerja Pemberian Informasi kepada Pemilik Pekerjaan

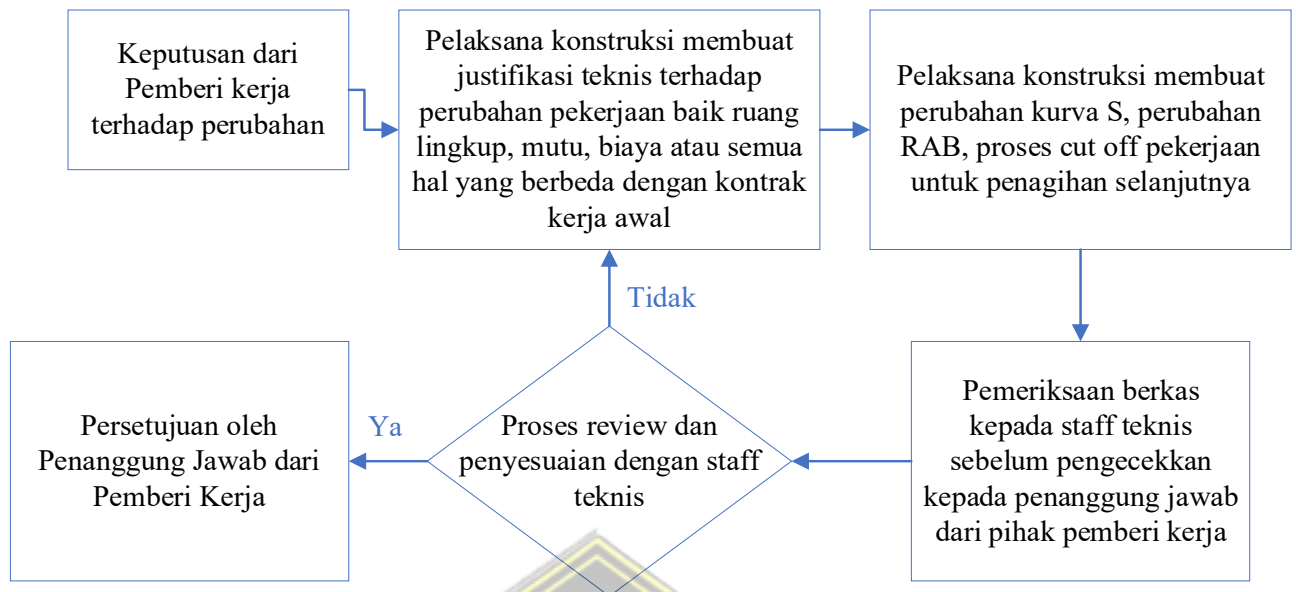
(Sumber : Data Analisis, 2025)

- b. Menyampaikan dampak dari perubahan yang terjadi kepada pemberi kerja seperti terlihat pada Gambar 4.7 Tahapan atau Langkah Kerja Pemberian Informasi Dampak yang Ditimbulkan kepada Pemilik Pekerjaan.



Gambar 4. 7 Tahapan atau Langkah Kerja Pemberian Informasi Dampak yang Ditimbulkan kepada Pemilik Pekerjaan
(Sumber : Data Analisis, 2025)

- c. Melakukan legalitas terhadap perubahan yang terjadi untu pengakuan pekerjaan dilakukan langkah – langkah seperti pada Gambar 4.8 Tahapan atau Langkah Kerja Permohonan Legalitas Terhadap Perubahan Pekerjaan



Gambar 4. 8 Tahapan atau Langkah Kerja Permohonan Legalitas Terhadap Perubahan Pekerjaan

(Sumber : Data Analisis, 2025)

- d. Melakukan proteksi apabila pekerjaan konstruksi tidak dapat diselesaikan karena perubahan ruang lingkup. Sebagai contoh pemberian proteksi pada utilitas kereta, sehingga tidak menimbulkan permasalahan pada aktivitas kereta. Tindakan ini dilakukan untuk menghindari kerusakan, pada tahapan pekerjaan selanjutnya. Seperti pada Gambar 4.9 Pelaksanaan Proteksi Pekerjaan

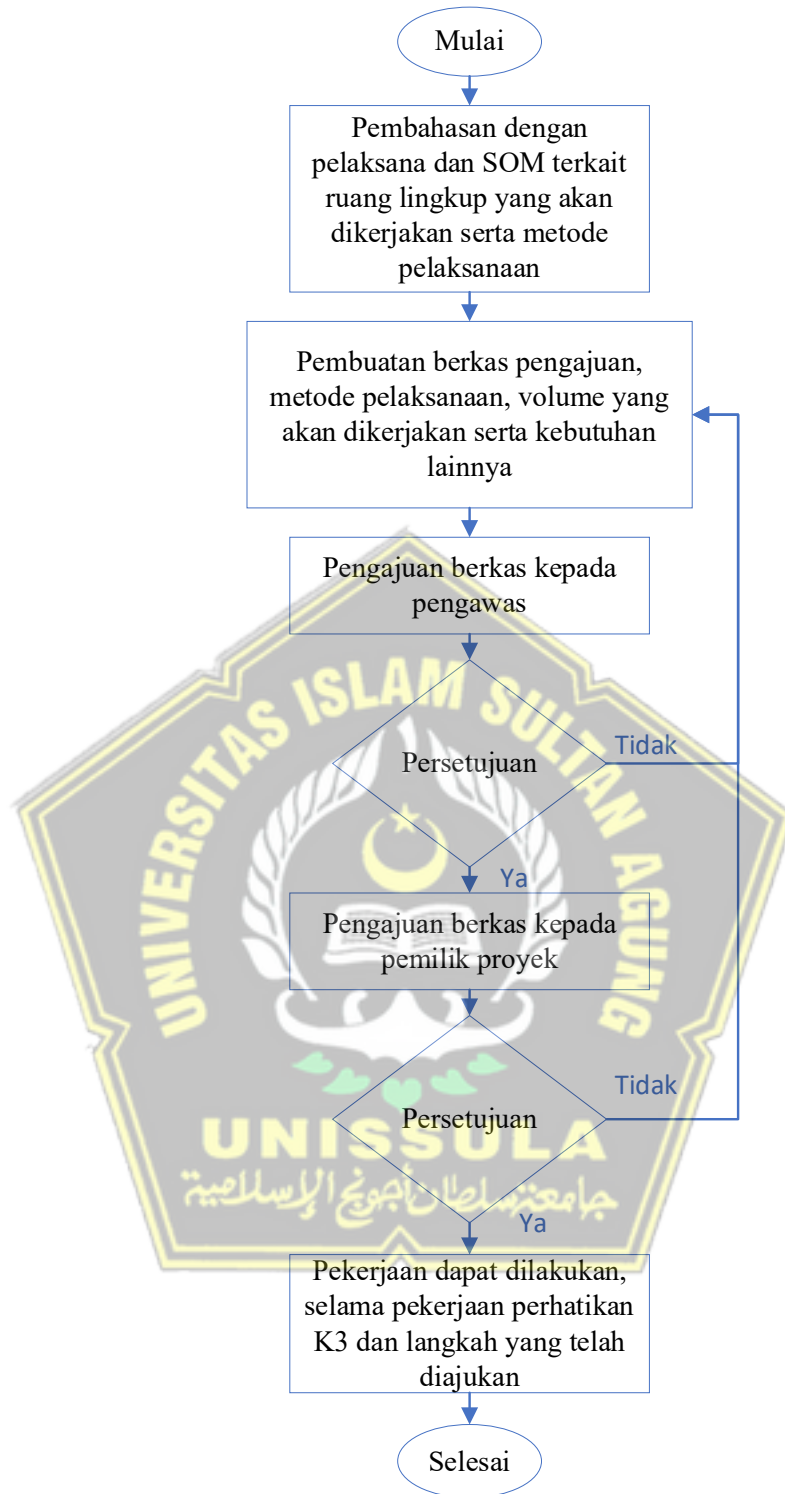


Gambar 4. 9 Pelaksanaan Proteksi Pekerjaan

(Sumber : Dokumentasi Proyek Main Line I Manggarai, 2025)

2. Permohonan pemeriksaan berkas konstruksi kepada konsultan pengawas dan pemberi kerja memang perlu dilakukan, untuk menghindari kejadian birokrasi yang lama dapat melakukan Upaya, seperti pada Gambar 4.10 Tahapan Pengajuan Material yang akan Digunakan seperti berikut:
- a. Tahapan pengajuan material

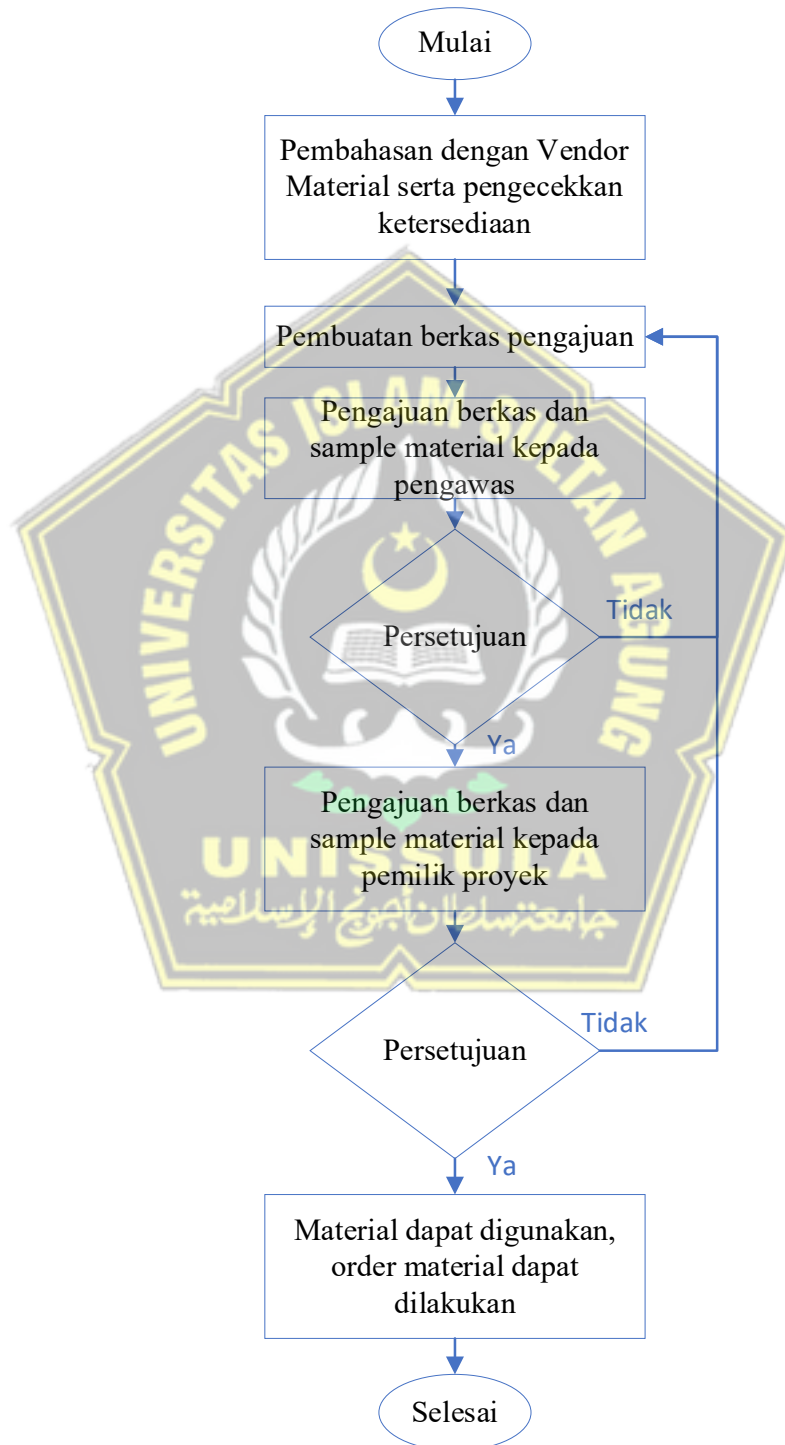




Gambar 4. 10 Tahapan Pengajuan Material yang akan Digunakan
(Sumber : Data Analisis, 2025)

b. Tahapan Pengajuan Ijin Kerja

Tahapan izin kerja agar pekerjaan diakui sesuai dengan volume pekerjaan di lapangan, seperti pada Gambar 4.11 Tahapan Pengajuan Ijin Kerja.

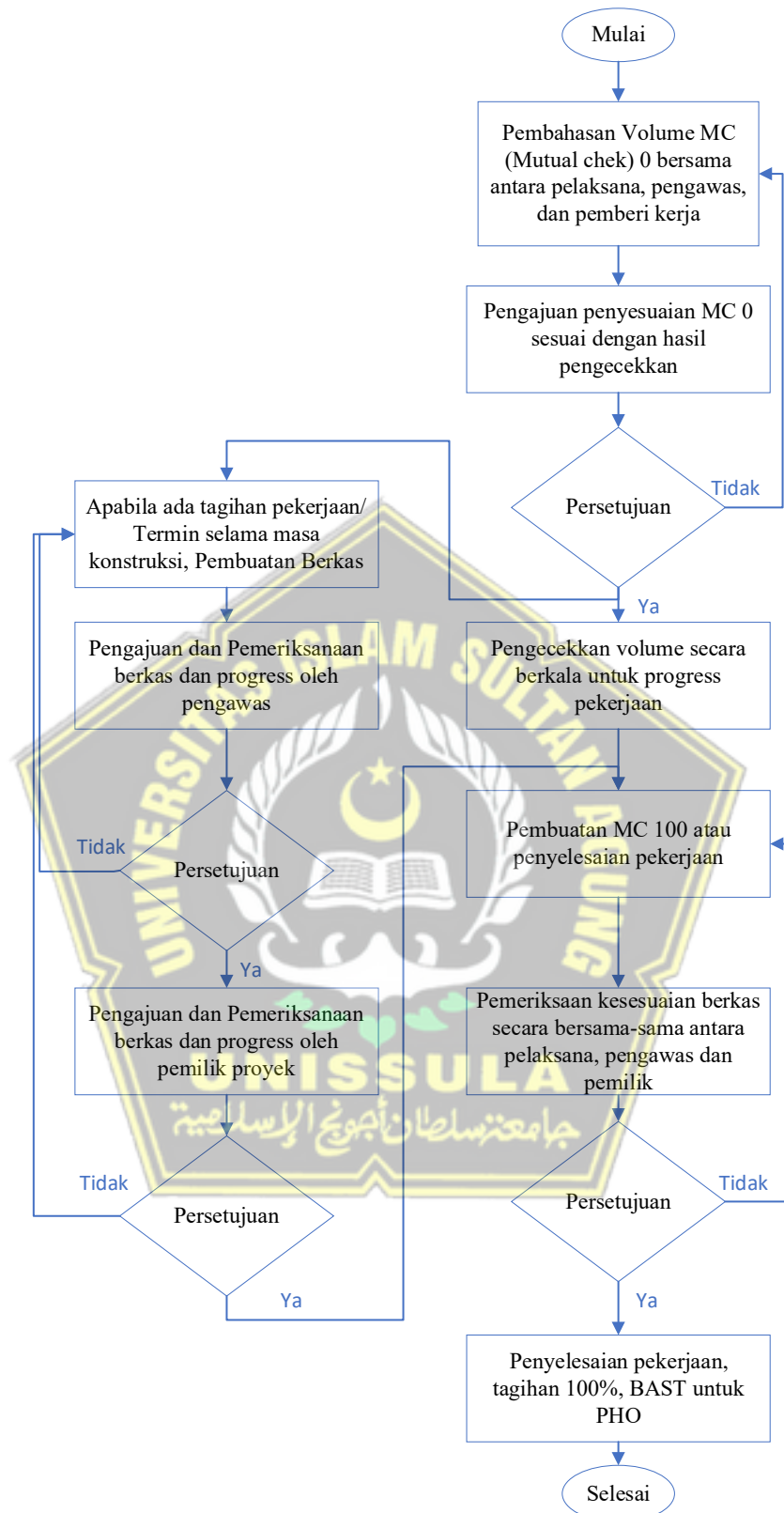


Gambar 4. 11 Tahapan Pengajuan Ijin Kerja

(Sumber : Data Analisis, 2025)

- c. Tahapan pengajuan berkas perhitungan pekerjaan / quantity serta progress lapangan, seperti pada Gambar 4.12 Tahapan Pengajuan Berkas Quantity.





Gambar 4. 12 Tahapan Pengajuan Berkas Quantity
(Sumber : Data Analisis, 2025)

- d. Apabila dalam tahapan tersebut pihak-pihak terkait tidak memberikan kepastian terhadap berkas yang diajukan diluar teknis pekerjaan, maka perlu adanya pembahasan atau rapat bersama antara pelaksana, pengawas dan pemberi kerja. Hal ini perlu adanya penyelesaian karena akan dapat berdampak terhadap durasi dan biaya pekerjaan
3. Kerusakan pada alat dapat dilakukan diantisipasi dengan tahapan sebagai berikut :
- a. Perapian kembali peralatan setelah digunakan, untuk mengindar kehilangan dan kerusakan alat yang sudah selesai digunakan, seperti pada Gambar 4.13 Proses Perapian Peralatan yang Telah Digunakan

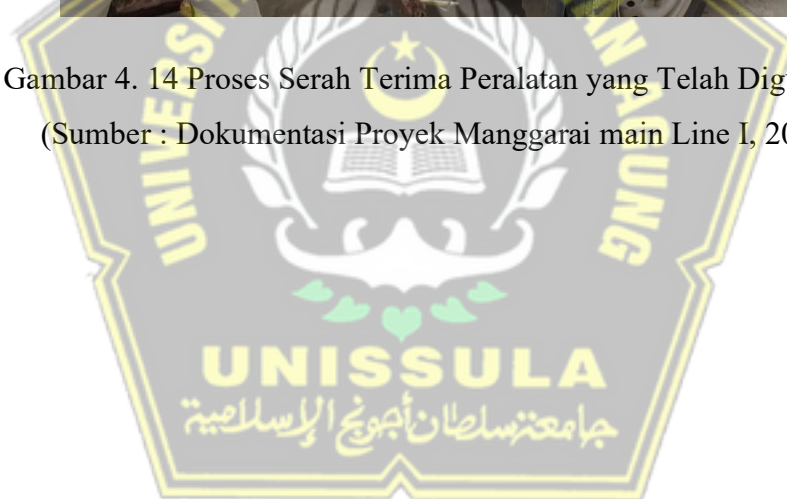


Gambar 4. 13 Proses Penyusunan Peralatan yang Telah Digunakan
(Sumber : Dokumentasi Proyek Manggarai Main Line I, 2025)

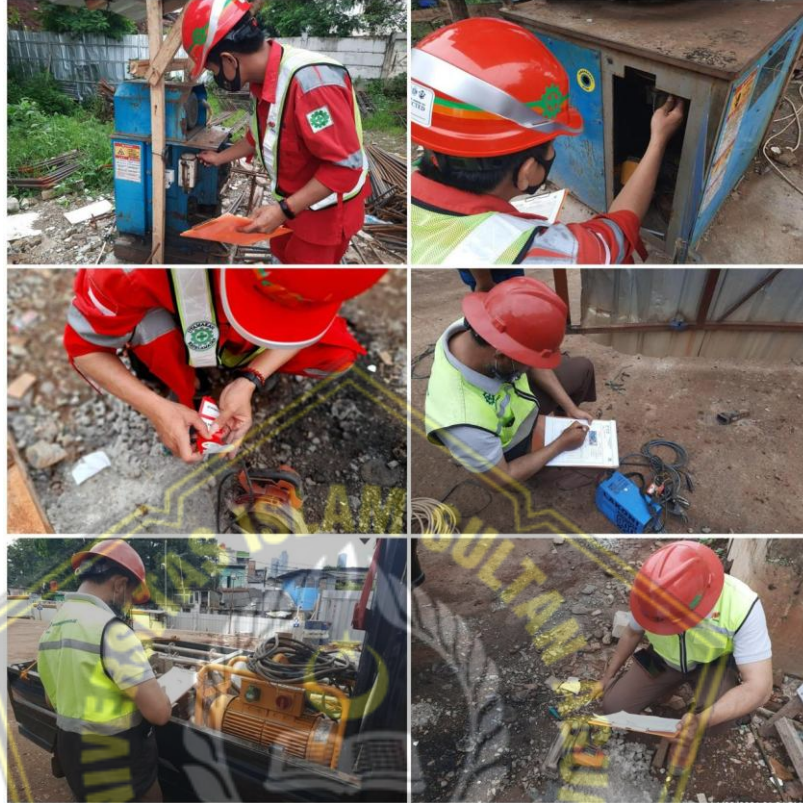
- b. Melakukan serah terima peralatan yang digunakan setelah selesai digunakan di lapangan oleh tim logistik, seperti pada Gambar 4.14 Proses Serah Terima Peralatan yang Telah Digunakan.



Gambar 4. 14 Proses Serah Terima Peralatan yang Telah Digunakan
(Sumber : Dokumentasi Proyek Manggarai main Line I, 2025)



- c. Melakukan pengecekan peralatan secara rutin di lapangan sebelum digunakan untuk memastikan peralatan selalu terjaga kondisinya seperti pada Gambar 4. 15 Proses Pengecekan Rutin Peralatan.



Gambar 4. 15 Proses Pengecekan Rutin Peralatan

(Sumber : Dokumentasi Proyek Manggarai Main line I, 2025)

- d. Melakukan *maintenance* terhadap peralatan yang digunakan seperti pada Gambar 4. 16 Proses Maintenance Peralatan yang Digunakan



Gambar 4.16 Proses Maintenance Peralatan yang Digunakan
(Sumber : Dokumentasi Proyek Manggarai Main Line I, 2025)

4. Kesalahan melakukan manajemen material, alat dan tenaga akan mempengaruhi produktivitas harian pekerjaan, hal ini dapat melakukan upaya tahapan pada Gambar 4.17 Siklus Pengadaan Material dan Alat, sebagai berikut :



Gambar 4.17 Siklus Pengadaan Material dan Alat
(Sumber : Data Analisis, 2025)

- b. Pengecekan material yang datang untuk memastikan kesesuaian material yang dipesan dengan yang dikirim di lapangan sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan, seperti pada Gambar 4. 18 Proses Pengecekan Material yang Datang .



Gambar 4. 18 Proses Pengecekan Material yang Datang
(Sumber : Dokumentasi Proyek Manggarai Main Line I, 2025)

- 5. Melakukan antisipasi terhadap pencurian material maupun alat selama pelaksanaan proyek.
 - a. Melakukan penjagaan keamanan pada area konstruksi, hal ini dapat didukung dengan penempatan *security*, seperti pada Gambar 4.19 Pos Jaga untuk Keamanan.



Gambar 4. 19 Pos Jaga untuk Keamanan

(Sumber : Dokumentasi Proyek Manggarai Main Line I, 2025)

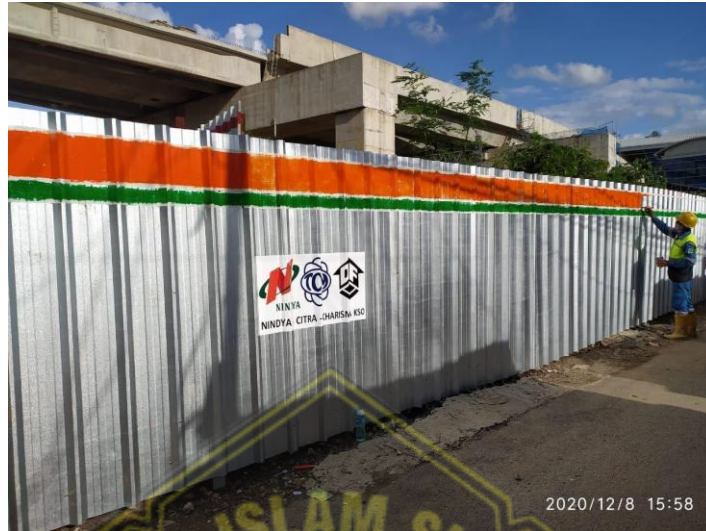
- b. Melakukan pemeriksaan kepada setiap tamu yang datang ke lokasi proyek, untuk mencegah perilaku atau tindakan kejahatan di lokasi proyek, seperti pada Gambar 4. 20 Pemeriksaan Tamu yang Datang ke Lokasi Proyek.



Gambar 4. 20 Pemeriksaan Tamu yang Datang ke Lokasi Proyek

(Sumber : Dokumentasi Proyek Manggarai Main Line I, 2025)

- c. Memasang pagar keliling pada area konstruksi untuk menjaga keamanan Lokasi pekerjaan, seperti pada Gambar 4.21 Pemasangan Pagar Proyek.



Gambar 4. 21 Pemasangan Pagar Proyek

(Sumber : Dokumentasi Proyek Manggarai Main Line I, 2025)

- d. Melakukan kerja sama dengan pihak berwenang, untuk keamanan Lokasi proyek, apabila adanya tawuran antar warga untuk mencegah kecelakaan pada tenaga kerja dan kehilangan material/ alat. Seperti



Gambar 4. 22 Proses Koordinasi dengan Aparat Setempat

(Sumber : Dokumentasi Proyek Manggarai Main Line I, 2025)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat disampaikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

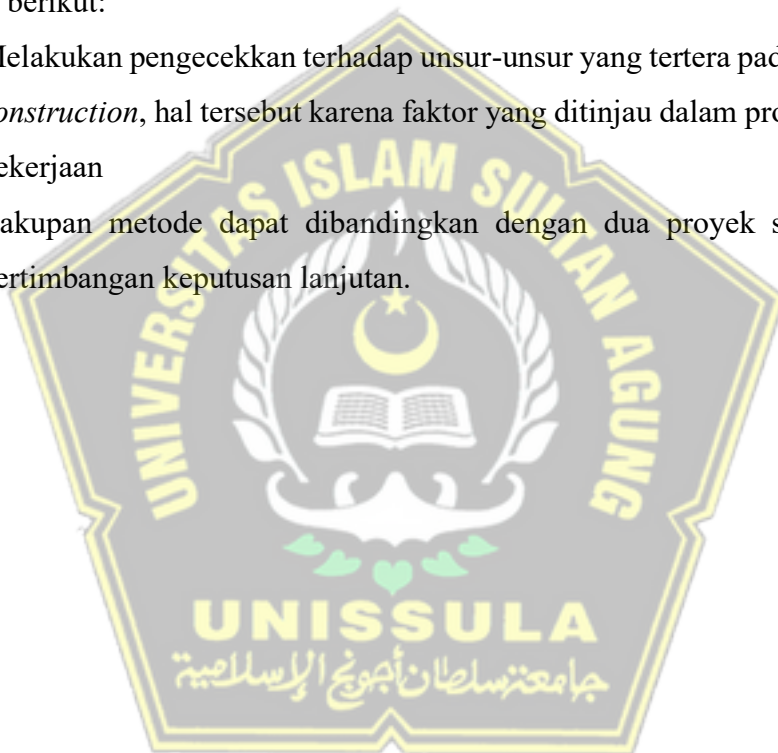
1. Faktor-faktor penyebab keterlambatan dan pemborosan biaya pelaksanaan konstruksi:
 - a. Faktor Keterlambatan
 1. Gambar tidak disesuaikan dengan pola operasi keretasebesar 0,284%
 2. Lahan tidak digunakan karena masih digunakan pihak lain sebesar 0,2674%
 3. Gambar DED yang tidak ada sebesar 0,164%
 4. Lahan bangunan belum ditentukan sebesar 0,156%
 5. Sengketa lahan untuk proses pembangunan sebesar 0,132%
 - b. Faktor Pemborosan Biaya Pelaksanaan
 1. Kesalahan manajemen material, alat dan tenaga kerja sebesar 0,276%
 2. Birokrasi yang lama sebesar 0,217%
 3. Perubahan kontrak/ Addendum Pekerjaan 0,205%
 4. Kerusakan dan Kekurangan pada Alat/ Tenaga Kerja sebesar 0,165%
 5. Pencurian terhadap material dan alat yang digunakan sebesar 0,138%
2. Strategi atau langkah yang dapat dilakukan untuk pengendalian biaya menggunakan metode *lean construction*. Dalam penelitian ini pengendalian biaya menggunakan metode *lean construction* untuk Proyek Pemabngunan Fasilitas Perkeretaan Manggarai s.d Jatinegara (Paket A)(Tahap II) “Mainline I” adalah *Waiting* sebesar 20,6%; *Unnecessary Inventory* sebesar 18,6%; *Unnecessary Motion* sebesar 18,6%; *Over Production* sebesar 16,4% dan *Inappropriate Processing* sebesar 17,4%. Untuk hasil paling dominan yaitu “*waiting*” atau menunggu perintah, menunggu persetujuan dan sebagainya.
3. Hasil dari efektifitas dari penerapan metode *lean construction* adalah proses antisipasi atau tindakan pencegahan terhadap pemborosan biaya, dalam penelitian ini dibuktikan dengan:

- a. Mengetahui langkah-langkah yang tepat dalam mengambil tindakan, proses dan tahapan kerja yang dibutuhkan
- b. Melakukan upaya pencegahan untuk mengatasi keterlambatan berupa siklus pengadaan, pengecekan material dan surat informasi kepada pemilik proyek
- c. Telah melakukan tindakan atau upaya pencegahan terhadap kerusakan, kehilangan dan kecelakaan kerja

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan kepada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengecekan terhadap unsur-unsur yang tertera pada metode *lean construction*, hal tersebut karena faktor yang ditinjau dalam proses perbaikan pekerjaan
2. Cakupan metode dapat dibandingkan dengan dua proyek sebagai bahan pertimbangan keputusan lanjutan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adrian Lolo, Chrys. 2022. Optimasi prediksi jadwal penyelesaian pada studi kasus proyek pengembangan double-double track (paket A) dengan metode PERT. Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- APICS Dictionary, Anders Björnfort, Lars Stehn, 2005. Value Delivery through Product Offers: A Lean Leap in Multi-Storey Timber Housing Construction. *Lean Construction Journal* 2007. Vol 3 #1 April 2007
- Abduh, M. 2007. Konstruksi Ramping: Memaksimalkan Value dan Meminimalkan Waste. Fakultas Teknik Sipil Dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, 1–12.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2019). Konstruksi Dalam Angka *Construction in Figures 2019*. Jakarta: Indonesia
- Fahmi, Faisal. 2017. “Analisis Faktor Utama yang Mempengaruhi Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Infrastruktur LRT (Light Rail Transit)”. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fauzan, M., & Sunindijo, R. Y. (2021). *Lean construction and project performance in the Australian construction industry*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Universitas New South Wales: Sydney
- Howell, J. Lean construction Lean Construction. (1999). *The Encyclopedia of Housing, I*. University of California: Berkeley, CA, USA
- Hao, J., Yuan, H., Liu, J., Chin, C. S., & Lu, W. (2019). A model for assessing the economic performance of construction waste reduction. *Journal of Cleaner Production*, 232, 427–440.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.348>
- Irfandi, I. I., & Rachmawati, F. (2023). Identifikasi dan Benchmarking Faktor Penghalang Implementasi Konsep Lean Construction pada Megaprojek di Indonesia dengan Metode MICMAC. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(2), 177.
<https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v21i2.15342>
- Karim, Syaeful. 2024. Simulasi Penjadwalan Pelaksanaan Pembangunan Stasiun Manggarai Tahap II Berbasis Risiko Untuk Mengoptimalkan Waktu

- Penyelesaian Poyek. Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Kementrian Perhubungan Republik Indonesia. (2011). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain” Kementrian Perhubungan Republik Indonesia. Jakarta: Indonesia.
- Kementerian Keuangan. (2022). Pembangunan Infrastruktur Jadi Salah Satu Fokus APBN 2023. Diakses tanggal 20 Desember 2020 dari <https://Www.Kemenkeu.Go.Id/InformasiPublik/Publikasi/Berita-Utama/Fokus-APBN-2023>
- Koskela, L. J., Ballard, G., & Tommelein, I. (2001). *The foundations of lean construction Construction management in refurbishment projects*. 2001. *Proceedings 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-9)*, 6–8 August. Singapore.
- Koskela, L. J., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction Construction management in refurbishment projects. January 2014. <https://www.researchgate.net/publication/28578914>
- Kusuma, Dodi Angga. 2017. “Model Penilaian Kontraktor pada Proyek Ketenagalistrikan Menggunakan Metode AHP dan Fuzzy Topsis”. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Levis and Atherley. (1996). *Delay construction*. Langford: Cahner Books Internasional.
- Marhani, M. A., Jaapar, A., & Bari, N. A. A. (2012). Lean Construction: Towards Enhancing Sustainable Construction in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, 87–98. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.209>
- Maulana, Y. (2019). Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, 2(2). <https://doi.org/10.31602/jieom.v2i2.2934>
- Nesya, Badzlina Harvy. 2022. Analisis Faktor Keterlambatan Proyek Fasilitas Perkeretaapian Stasiun Manggarai “Pekerjaan Mainline I”. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia* p-ISSN: 2541-0849 e-ISSN: 2548-1398.

- Obrien, J.J., 1996, CPM in Construction Management, Cahner Books International, Boston
- Sanjaya, Anggi. 2025. Strategi Pengendalian Perubahan Lingkup Pekerjaan Berbasis Risiko Menggunakan Probability Impact Matrix Untuk Meningkatkan Kinerja Biaya Pada Proyek Double-Double Track. Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Sarhan, J. G., Xia, B., Fawzia, S., Karim, A., Olanipekun, A. O., & Coffey, V. (2020). Framework for the implementation of lean construction strategies using the interpretive structural modelling (ISM) technique: A case of the Saudi construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2018-0136>
- Sari, Oryza Lhara. Situmorang, Ragtonando. dan Septianan, Nadia. 2023. *Handling the Factors that Cause Waste by using the Lean Construction Approach* (Case Study: Sei Alalak Bridge Construction Banjarmasin) Spektrum Sipil, ISSN 1858-4896, e-ISSN 2581-2505 Vol. 10, No. 2 : 147 - 152, September 2023
- Saputra, Ramdhan Yundra. 2017. “Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek Pembangunan Mall ABC”. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suharyanto, Indra. dan Erfanto, Sigit. 2020. Analisa Penambahan Jam Kerja/Lembur Terhadap Efisiensi Biaya Sewa Alat- Alat Berat Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pada Proyek Pemecah Gelombang Glagah Bagian Timur, Kabupaten Kulon Progo, DIY). *Civil Engineering and Technology Journal*. Vol II No 2 Agustus 2020
- Xing, W., Hao, J. L., Qian, L., Tam, V. W. Y., & Sikora, K. S. 2021. *Implementing lean construction techniques and management methods in Chinese projects: A case study in Suzhou.* China. *Journal of Cleaner Production*, 286.
- Zhou, J., Tam, V. W. Y., & Qin, Y. 2018. *Gaps between awareness and activities on green construction in China: A perspective of on-site personnel. Sustainability, Volume 10, Issue 7 (July 2018) – 475 articles*