

**TESIS****ANALISA FAKTOR PENYEBAB DAN MITIGASI RISIKO PADA  
PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE SEM & FTA****(Studi Kasus : Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito)**

Disusun oleh :

**ARIBOWO MARTANTO  
22914007****KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – PROGRAM MAGISTER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2025**

**TESIS**

**ANALISA FAKTOR PENYEBAB DAN MITIGASI RISIKO PADA  
PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE SEM & FTA**

**(Studi Kasus : Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito)**

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



Disusun oleh :

**ARIBOWO MARTANTO  
22914007**

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – PROGRAM MAGISTER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2025**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### TESIS

## ANALISA FAKTOR PENYEBAB DAN MITIGASI RISIKO PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE SEM & FTA

(Studi Kasus : Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito)



**Diperiksa dan disetujui oleh:**

**Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM**  
Dosen Pembimbing

.....  
Tanggal

## HALAMAN PENGESAHAN

### TESIS

## ANALISA FAKTOR PENYEBAB DAN MITIGASI RISIKO PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE SEM & FTA

(Studi Kasus : Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito)

Disusun oleh :  
**ARIBOWO MARTANTO**  
NIM: 22914007



Telah diuji oleh Dewan Penguji  
pada tanggal 17 Januari 2025

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

**Pembimbing**

**Penguji I**

**Penguji II**

**Ir. Fitri Nugraheni, S.T.,  
M.T., Ph.D., IPM**

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

**Dr. Ir. Rossy Armyn  
Machfudiyanto, S.T., M.T.,  
IPM, ASEAN Eng**

Yogyakarta, .....  
Universitas Islam Indonesia  
Program Studi Teknik Sipil - Program Magister  
Ketua Program

**Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya,

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

Yogyakarta, 18 Januari 2025

Yang membuat pernyataan

**Aribowo Martanto**  
**NIM: 22914007**

## ABSTRAK

Industri konstruksi menghadapi kompleksitas yang meningkat akibat faktor-faktor seperti permintaan proyek spesifik dan interaksi antar profesional, terutama pada proyek rumah sakit yang melibatkan banyak pihak. Risiko yang dihadapi, termasuk keterlambatan proyek dan masalah keselamatan kerja, memerlukan penerapan teknologi dan manajemen yang inovatif. Proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito memiliki risiko tinggi, sehingga analisis faktor penyebab risiko dan mitigasi sangat penting. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh faktor-faktor risiko dominan terhadap Proyek Manajemen Risiko pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito, mengidentifikasi faktor-faktor risiko dominan yang memengaruhi proyek tersebut, serta memberikan rekomendasi tindakan mitigasi yang tepat untuk mengatasi faktor risiko dominan guna memastikan kelancaran dan keberhasilan pelaksanaan proyek. Metode yang digunakan adalah Structural Equation Modeling (SEM) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk mengidentifikasi dan mengurangi risiko. Hasil penelitian ini dapat mengidentifikasi empat faktor risiko dominan yang memengaruhi manajemen risiko pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito berdasarkan uji SEM, yaitu Teknikal Risiko, SDM, dan Desain yang berpengaruh positif, serta Logistik yang berpengaruh negatif. Faktor Force Majeure tidak memiliki pengaruh signifikan. Hasil FTA mengungkapkan tiga kategori risiko dominan: mutu (indikator: metode konstruksi tidak sesuai, kualitas material tidak memenuhi spesifikasi, ketidakakuratan spesifikasi desain, kekurangan gambar rinci), biaya (indikator: kenaikan harga material, pengadaan bahan tidak sesuai jadwal, perubahan jumlah tenaga kerja, persetujuan desain terlambat), dan waktu (indikator: akses sulit, kemacetan, keterlambatan pengiriman material). Rencana mitigasi meliputi peningkatan pelatihan, pemeliharaan peralatan, pengawasan metode konstruksi, koordinasi tim, survei harga, optimalisasi transportasi, serta rekayasa lalu lintas untuk memastikan kelancaran proyek.

**Kata Kunci:** Risiko Dominan, Proyek Manajemen Risiko, Rencana Mitigasi Risiko

## **ABSTRACT**

*The construction industry is facing increasing complexity due to factors such as specific project demands and interactions among professionals, particularly in hospital projects that involve multiple parties. The risks encountered, including project delays and occupational safety issues, require the implementation of innovative technology and management. The construction of the Integrated Mother and Child Building at RS Sardjito presents high risks, making the analysis of risk factors and mitigation essential. The aim of this study is to analyze the impact of dominant risk factors on Risk Management in the development of the Integrated Mother and Child Building at RS Sardjito, identify the dominant risk factors affecting the project, and provide appropriate mitigation recommendations to address these risks to ensure the smooth and successful implementation of the project. The methods used are Structural Equation Modeling (SEM) and Fault Tree Analysis (FTA) to identify and mitigate risks. The results of this study identify four dominant risk factors affecting the risk management of the Integrated Mother and Child Building project at RS Sardjito based on SEM tests: Technical Risk, Human Resources (HR), and Design, which have a positive influence, and Logistics, which has a negative influence. The Force Majeure factor does not have a significant impact. The FTA results reveal three categories of dominant risks: quality (indicators: construction methods not meeting standards, material quality not meeting specifications, inaccurate design specifications, lack of detailed drawings), cost (indicators: material price increases, procurement delays, workforce changes, delayed design approvals), and time (indicators: difficult access, traffic congestion, delayed material delivery). Mitigation plans include improving training, equipment maintenance, construction method supervision, team coordination, price surveys, transportation optimization, and traffic engineering to ensure the smooth progress of the project.*

**Keywords:** *Dominant Risk, Risk Management Project, Risk Mitigation Plan.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis Manajemen Risiko. Tesis ini berjudul “**Analisa Faktor Penyebab dan Mitigasi Risiko ada Proyek Konstruksi Dengan Metode SEM & FTA (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito)**”.

Untuk itu, setiap kritik dan saran yang bersifat positif akan diterima dengan segala kerendahan hati dan lapang dada, karena hal ini merupakan suatu langkah untuk peningkatan kualitas diri dan juga pembekalan pengetahuan di masa yang akan datang.

Selain ucapan terima kasih kepada Allah SWT. yang telah memberikan kesempatan bagi penulis, tak lupa pula ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya ditunjukkan bagi semua pihak yang telah membantu jalannya tugas ini, mulai dari pelaksanaan hingga selesainya tugas ini, yaitu antara lain :

1. Almarhum Bapak dan Ibunda tercinta yang menjadi sumber semangat, terima kasih atas doa, usaha dan nasihat yang telah diberikan.
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi serta bimbingan dalam menyusun tesis ini.
3. Bapak Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D, selaku dosen penguji I dan Bapak Dr. Ir. Rossy Armyn M, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng selaku dosen penguji II yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan arahan saat penyusunan tesis ini.
4. Teman-teman seangkatan 2022 yang tak bisa diucapkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan tesis ini.

Akhir kata penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis pribadi dan bagi Magister Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Yogyakarta, 18 Januari 2025

Penulis

**Aribowo Martanto**  
**NIM: 22914007**

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN SAMPUL DALAM.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	6
1.3. Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Manfaat Penelitian.....	7
1.4.1. Manfaat Peneliti.....	7
1.4.2. Manfaat Universitas.....	7
1.4.3. Manfaat Perusahaan.....	8
1.5. Batasan Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1. Tinjauan Penelitian.....	10
2.1.1. Penggunaan SEM dalam Analisis Risiko Proyek Konstruksi.....	10
2.1.2. Penggunaan FTA dalam Analisis Risiko Proyek Konstruksi.....	11
2.1.3. Konsep dan Prinsip Dasar Analisa Risiko Dengan Diagram FTA.....	12
2.2. Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	15
BAB III LANDASAN TEORI.....	22
3.1. Manajemen Risiko.....	22
3.2. Konstruksi.....	23

3.1.1.	Definisi Konstruksi .....	23
3.1.2.	Karakteristik Risiko Pada Proyek Konstruksi .....	24
3.1.3.	Jenis-jenis Risiko Pada Proyek Konstruksi .....	25
3.3.	Analisis Risiko pada Proyek Konstruksi .....	26
3.4.	Analisis Faktor Faktor Risiko Dominan .....	27
3.4.1.	<i>Force Majeure</i> .....	27
3.4.2.	Logistik .....	28
3.4.3.	Sumber Daya Manusia.....	29
3.4.4.	Teknikal Risiko .....	31
3.4.5.	Desain .....	32
3.4.6.	Proyek Manajemen Risiko.....	34
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....		36
4.1.	Metode Penelitian .....	36
4.1.1.	<i>Force Majeure</i> .....	38
4.1.2.	Logistik .....	38
4.1.3.	Sumber Daya Manusia.....	39
4.1.4.	Teknikal Risiko .....	39
4.1.5.	Desain .....	39
4.1.6.	Proyek Manajemen Risiko.....	40
4.2.	Kerangka Hipotesis Penelitian.....	41
4.3.	Pengembangan Hipotesis.....	42
4.3.1.	Pengaruh <i>Force Majeure</i> terhadap Proyek Manajemen Risiko ....	42
4.3.2.	Pengaruh Logistik terhadap Proyek Manajemen Risiko .....	43
4.3.3.	Pengaruh SDM terhadap Proyek Manajemen Risiko .....	43
4.3.4.	Pengaruh Teknikal Risiko terhadap Proyek Manajemen Risiko ..	44
4.3.5.	Pengaruh Desain terhadap Proyek Manajemen Risiko.....	44
4.4.	Subjek dan Objek Penelitian.....	45
4.5.	Data & Pengumpulan Data .....	46
4.6.	Sistematika Penelitian.....	48
4.4.1	Analisis Statistik Deskriptif.....	51
4.4.2	Uji Validitas .....	51
4.4.3	Uji Reliabilitas .....	52
4.4.4	Model Struktural atau <i>Inner Model</i> .....	53

4.4.5	Pengujian Hipotesis .....	53
4.4.6	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	53
4.4.7	Analisa Risiko Kualitatif .....	56
4.4.8	<i>Fault Tree Analysis</i> .....	57
4.7.	Diagram Alir Penelitian .....	59
BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN .....		60
5.1.	Profil Perusahaan .....	60
5.1.1.	Sejarah PT. Utama Karya (Persero).....	60
5.1.2.	Deskripsi Proyek.....	62
5.2.	Proses Pengumpulan Data .....	63
5.3.	Proses Analisa.....	64
5.3.1.	Demografi Responden .....	64
5.3.2.	Hasil Uji <i>Structural Equation Modeling</i> .....	65
5.3.2.1.	Hasil Evaluasi <i>Outer Model</i> .....	65
5.3.2.2.	Hasil Evaluasi <i>Inner Model</i> .....	71
5.4.	Temuan .....	73
5.4.1.	Hasil Uji Hiipotesis.....	73
5.4.2.	Hasil Klasifikasi Risiko .....	77
1.	Risiko Mutu.....	79
2.	Risiko Biaya .....	81
3.	Risiko Waktu .....	83
4.	Risiko K3.....	85
5.4.3.	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	88
5.4.4.	Kondisi Eksisting.....	92
5.4.5.	Tahapan Manajemen Risiko.....	94
5.4.6.	<i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) .....	98
5.4.7.	Perencanaan dan Tindakan Mitigasi .....	112
5.5.	Pembahasan .....	126
5.5.1.	Pengaruh Faktor-Faktor Penyebab Risiko Dominan terhadap Proyek Manajemen Risiko.....	126
5.5.2.	Pengidentifikasian Faktor Penyebab Risiko Dominan .....	130
5.5.3.	Tindakan Mitigasi Yang Tepat Untuk Mengatasi Faktor Risiko Dominan .....	131

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	133
6.1. Kesimpulan.....	133
6.2. Saran.....	134
DAFTAR PUSTAKA .....	136

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu .....	15
Tabel 4. 1 <i>Severity Rating</i> .....	54
Tabel 4. 2 <i>Occurance Rating</i> .....	54
Tabel 4. 3 <i>Detection Rating</i> .....	55
Tabel 4. 4 Kategori Peringkat Kekritisn .....	56
Tabel 4. 5 Matriks Risiko Kualitatif.....	57
Tabel 5. 1 Proses Pengumpulan Data Kuesioner.....	63
Tabel 5. 2 Demografi Responden .....	65
Tabel 5. 3 Nilai <i>Loading Factor</i> .....	67
Tabel 5. 4 <i>Discriminant Validity</i> .....	68
Tabel 5. 5 <i>Cross Loading</i> .....	69
Tabel 5. 6 Hasil Uji <i>Composite Reliability</i> .....	70
Tabel 5. 7 Hasil Uji Koefisien Determinasi ( <i>R-Square</i> ).....	71
Tabel 5. 8 Hasil Uji Effect Size ( <i>f-Square</i> ).....	71
Tabel 5. 9 Hasil Uji Relevansi Prediktif ( <i>Q-Square</i> ).....	73
Tabel 5. 10 Hasil Uji <i>Path Coefficients</i> .....	73
Tabel 5. 11 Hasil Klasifikasi Risiko .....	78
Tabel 5. 12 Perhitungan FMEA.....	88
Tabel 5. 13 Peringkat Risiko .....	90
Tabel 5. 14 Identifikasi Dampak Risiko Mutu .....	95
Tabel 5. 15 Identifikasi Dampak Risiko Biaya.....	97
Tabel 5. 16 Identifikasi Dampak Risiko Waktu.....	98
Tabel 5. 17 Perencanaan dan Tindakan Mitigasi Risiko Mutu.....	112
Tabel 5. 18 Perencanaan dan Tindakan Mitigasi Risiko Biaya .....	118
Tabel 5. 19 Perencanaan dan Tindakan Mitigasi Risiko Waktu .....	122

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Kerangka Hipotesis Penelitian.....	42
Gambar 4. 2 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	59
Gambar 4. 3 <i>Risk Tree Classification</i> .....	87
Gambar 5. 1 Logo Perusahaan.....	61
Gambar 5. 2 Denah Lokasi Proyek.....	63
Gambar 5. 3 <i>Outer Model</i> .....	66
Gambar 5. 4 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) Risiko Mutu .....	99
Gambar 5. 5 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) Risiko Biaya .....	104
Gambar 5. 6 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) Risiko Waktu .....	109

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuesioner Penelitian .....	142
Lampiran 2 Data Tabulasi Kuesioner .....	146
Lampiran 3 Hasil Uji SEM.....	158
Lampiran 4 Dokumentasi Wawancara.....	164
Lampiran 5 Lembar Konsultasi Tesis 1 .....	165
Lampiran 6 Lembar Konsultasi Tesis 2 .....	167
Lampiran 7 Lembar Konsultasi Tesis 3 .....	169
Lampiran 8 Lembar Konsultasi Tesis 4.....	171

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Bab 1 Pendahuluan menjelaskan pentingnya pengelolaan risiko dalam proyek konstruksi yang semakin kompleks, termasuk pada proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito, yang menghadapi tantangan seperti keterbatasan sumber daya, risiko teknis, dan kendala logistik. Penelitian ini berfokus pada identifikasi faktor risiko dominan yang memengaruhi keberhasilan proyek, pengembangan strategi mitigasi berbasis data, serta analisis pengaruh faktor risiko terhadap manajemen proyek. Penelitian ini bermanfaat bagi peneliti sebagai pengembangan kompetensi, bagi universitas dalam kontribusi pengembangan ilmu pengetahuan, dan bagi perusahaan sebagai acuan peningkatan efisiensi manajemen risiko. Penelitian dibatasi pada risiko teknis, biaya, dan waktu, tanpa mencakup risiko eksternal seperti kebijakan pemerintah atau perubahan ekonomi global.

#### **1.1. Latar Belakang**

Industri konstruksi saat ini menghadapi kompleksitas yang semakin meningkat, yang disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk permintaan proyek yang spesifik dan interaksi antara berbagai profesional di lapangan. Menurut Darmawan (2023), setiap proyek konstruksi memiliki karakteristik unik yang memerlukan pendekatan khusus dalam manajemen dan pelaksanaannya, sehingga meningkatkan tantangan yang dihadapi oleh perusahaan konstruksi. Proses pembangunan gedung, terutama yang berfungsi sebagai rumah sakit dapat melibatkan banyak pihak dan menciptakan lingkungan kerja yang kompleks dan berisiko (Prasetyono & Dani, 2022). Hal itu menyebabkan kebutuhan akan infrastruktur yang lebih baik juga semakin mendesak, yang pada gilirannya menambah beban pada industri konstruksi untuk memenuhi permintaan tersebut (Prasetyono & Dani, 2022).

Risiko yang dihadapi dalam proyek konstruksi juga semakin beragam, mulai dari keterlambatan penyelesaian proyek hingga masalah keselamatan kerja. Nuciferani et al. (2019) mengidentifikasi bahwa keterlambatan dalam penyelesaian

proyek dapat mengakibatkan penalti dari pemilik proyek, yang menunjukkan pentingnya manajemen waktu dan sumber daya yang efektif. Selain itu, Suraji (2022) menekankan bahwa tingkat kecelakaan kerja yang tinggi dalam proyek konstruksi menunjukkan perlunya penerapan kebijakan keselamatan yang lebih ketat untuk melindungi pekerja dan mengurangi risiko. Penelitian oleh Mardikaningsih et al. (2022) juga menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti stres kerja dan lingkungan kerja berkontribusi terhadap produktivitas pekerja, yang dapat mempengaruhi hasil akhir proyek

Dalam menghadapi kompleksitas dan risiko ini, penerapan teknologi dan metode manajemen yang inovatif menjadi sangat penting. Thaha et al. (2020) membahas penggunaan sistem pendukung keputusan cerdas yang dapat membantu mengurangi risiko dalam rantai pasok industri konstruksi. Selain itu, penggunaan pendekatan lean construction yang diidentifikasi oleh Andika et al. (2022) dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan dalam proyek konstruksi, sehingga membantu perusahaan untuk lebih Kuesionerif terhadap tantangan yang ada. Pelaksanaan proyek ini membutuhkan waktu yang lama dengan tingkat kompleksitas yang tinggi yang menyebabkan ketidakpastian di lapangan dan menghasilkan berbagai macam risiko dalam pelaksanaannya (Maulana & Santosa, 2020). Dengan demikian, untuk mengelola kompleksitas dan risiko yang meningkat, industri konstruksi perlu mengadopsi strategi yang lebih holistik dan berbasis data, serta meningkatkan kompetensi tenaga kerja dalam manajemen risiko (Fitriah, 2023).

Menurut data dari BPJS Ketenagakerjaan, tahun 2022 mencatatkan jumlah kecelakaan kerja tertinggi di sektor konstruksi akibat tingginya intensitas proyek pembangunan. Berdasarkan laporan yang dikutip dari Kontan, terdapat sekitar 1.877 kasus kecelakaan kerja di sektor konstruksi sepanjang tahun tersebut. Secara keseluruhan, angka kecelakaan kerja di Indonesia masih tergolong tinggi. BPJS Ketenagakerjaan mencatat 114.235 kasus kecelakaan kerja pada tahun 2019, sementara pada periode Januari hingga Oktober 2022, jumlah tersebut meningkat tajam menjadi 177.161 kasus (Kemenaker RI, 2022).

Pemilihan RS Sardjito sebagai obyek studi tesis didasarkan pada beberapa faktor yang membuatnya unik dan menarik untuk dianalisis dalam konteks

manajemen risiko proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu. Salah satu faktor yang membuatnya menonjol adalah kompleksitas proyek tersebut, yang melibatkan berbagai aspek konstruksi seperti perencanaan, perolehan bahan, konstruksi struktur, keamanan, dan faktor manusia. RS Sardjito dikenal sebagai salah satu rumah sakit terbesar dan paling terkemuka di Yogyakarta, yang berperan penting dalam menyediakan layanan kesehatan bagi masyarakat di daerah tersebut.. Pembangunan ini merupakan inisiatif dari Kementerian Kesehatan sebagai pemilik proyek, menunjukkan signifikansi proyek tersebut dalam meningkatkan fasilitas kesehatan yang tersedia di rumah sakit tersebut.

Sementara itu, lokasi proyek yang berada di Jalan Kesehatan Sekip, Yogyakarta, juga memberikan nilai tambah tersendiri dalam konteks analisis risiko. Lokasi yang strategis ini mungkin menghadirkan tantangan tertentu, seperti pembatasan ruang, aksesibilitas, atau kondisi lingkungan tertentu yang perlu dipertimbangkan dalam manajemen risiko proyek. Nilai pagu proyek yang signifikan, mencapai Rp. 249.809.062.000,-, menunjukkan skala proyek yang besar dan kompleksitasnya yang memerlukan manajemen risiko yang cermat.

Identifikasi risiko-risiko yang terkait dengan proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu di RS Sardjito akan menjadi fokus utama dalam analisis tesis ini. Risiko-risiko yang mungkin terjadi dapat mencakup berbagai aspek, mulai dari risiko teknis seperti keterlambatan dalam konstruksi, hingga risiko lingkungan seperti cuaca ekstrim atau dampak lingkungan. Faktor-faktor risiko ini akan digunakan sebagai dasar untuk merancang strategi mitigasi yang efektif, guna mendukung kelancaran dan keberhasilan pelaksanaan proyek. Dengan demikian, pemilihan RS Sardjito sebagai obyek studi tesis ini memiliki signifikansi yang penting dalam memahami dan mengelola risiko proyek konstruksi secara efektif.

Dari sudut pandang pemilik proyek, permasalahan risiko sering kali berhubungan dengan ketidakpastian yang berdampak pada hasil akhir proyek, baik dari segi biaya, waktu, maupun kualitas. Pemilik proyek perlu mengidentifikasi dan mengelola risiko-risiko tersebut sejak awal, karena dampaknya bisa sangat besar terhadap keberhasilan proyek. Risiko yang tidak terkelola dengan baik dapat mengakibatkan pembengkakan anggaran, keterlambatan jadwal, bahkan kegagalan dalam memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Oleh karena itu, pemilik proyek

harus bekerja sama dengan kontraktor dan tim manajemen risiko untuk merancang strategi mitigasi yang efektif, termasuk penentuan prioritas risiko, alokasi anggaran cadangan, serta pemantauan yang terus-menerus selama pelaksanaan proyek.

Jika sebuah proyek terhenti atau terjadi pemutusan kontrak, berbagai risiko signifikan akan dihadapi oleh semua pihak terkait, terutama pemilik proyek. Risiko finansial menjadi yang paling mendesak, dengan potensi pemborosan anggaran yang telah dikeluarkan, termasuk biaya untuk penghentian kontrak, pembayaran denda, dan kompensasi kepada pihak kontraktor atau subkontraktor. Selain itu, risiko terhadap reputasi juga muncul, baik bagi pemilik proyek maupun pihak yang terlibat, karena kegagalan tersebut dapat merusak kepercayaan stakeholder dan investor. Terganggunya jadwal juga menjadi risiko besar, di mana keterlambatan akibat penghentian proyek dapat menyebabkan gangguan pada rencana pengoperasian atau penggunaan fasilitas yang diinginkan. Pemilik proyek juga harus mengatasi risiko hukum terkait dengan klaim atau sengketa yang mungkin timbul akibat pemutusan kontrak, yang dapat memerlukan biaya tambahan dan waktu penyelesaian yang lama.

Proyek konstruksi Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito memiliki tingkat risiko yang tinggi, sehingga diperlukan analisa faktor penyebab dan upaya mitigasi untuk meminimalkan risiko yang ada. Metode yang dipergunakan adalah *Structural Equation Modeling* (SEM) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode SEM diterapkan untuk menganalisis keterkaitan antara berbagai faktor yang memengaruhi risiko dalam proyek konstruksi. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi faktor-faktor signifikan yang berkontribusi pada risiko dalam proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito. Melalui SEM, dilakukan analisis statistik yang mendalam untuk mengevaluasi hubungan antar variabel serta memahami dampaknya terhadap risiko proyek secara menyeluruh.

.Metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab risiko dan mengembangkan strategi mitigasi yang efektif. FTA melibatkan pemodelan pohon kegagalan yang mencakup berbagai faktor penyebab dan akibat dari risiko yang terkait dengan proyek konstruksi Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito. Dengan FTA, akan dilakukan analisis mendalam untuk mengidentifikasi akar penyebab risiko dan merancang langkah-langkah

pencegahan yang tepat untuk mengurangi risiko tersebut. Lokasi studi kasus pada riset proyek konstruksi Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito di Jalan Kesehatan Sekip, Yogyakarta.

Metode analisis yang diterapkan dalam tesis ini melibatkan *Structural Equation Modeling* (SEM) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). SEM adalah metode statistik yang efektif untuk memodelkan hubungan kompleks antar variabel dan membantu memahami hubungan sebab-akibat antara faktor-faktor yang memengaruhi risiko dalam proyek konstruksi. Di sisi lain, FTA merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi serta menganalisis kombinasi berbagai faktor penyebab yang dapat memicu terjadinya suatu risiko tertentu.

Pertimbangan Dasar Proyek RS Sardjito memiliki risiko pelaksanaan yang tinggi adalah proyek tersebut memiliki tingkat kompleksitas tinggi karena melibatkan banyak aspek teknis dan manajerial. Kompleksitas ini meningkatkan potensi risiko yang harus dihadapi selama pelaksanaan proyek. Sebagai proyek fasilitas kesehatan, tuntutan terhadap kualitas konstruksi, ketepatan waktu, dan efisiensi biaya menjadi sangat kritis. Selain itu, keberhasilan proyek sangat bergantung pada koordinasi berbagai pihak, termasuk kontraktor, konsultan, dan pemasok, yang harus berjalan dengan baik untuk menghindari hambatan.

Risiko pelaksanaan yang tinggi juga muncul karena adanya tantangan eksternal maupun internal yang tidak dapat dihindari. Tantangan eksternal mencakup kondisi lingkungan proyek dan dinamika pasar, sementara tantangan internal melibatkan pengelolaan sumber daya, teknologi, dan perencanaan. Risiko-risiko ini, jika tidak diidentifikasi dan dikelola secara efektif, dapat memengaruhi keberlanjutan proyek. Dengan mempertimbangkan pentingnya proyek ini dalam meningkatkan layanan kesehatan masyarakat, diperlukan pendekatan manajemen risiko yang terintegrasi untuk meminimalkan dampak negatif dan memastikan keberhasilan proyek.

Dalam rangka mengatasi masalah-masalah tersebut, metode analisis SEM dan FTA dipergunakan untuk menganalisis faktor penyebab risiko dan mengidentifikasi strategi mitigasi yang efektif (Jatiningsih *et al.*, 2022). Dengan pemahaman yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor penyebab risiko dan tindakan yang dapat diambil untuk mengurangi risiko, diharapkan proyek pembangunan Gedung

tersebut dapat terlaksana dengan lancar sesuai dengan ekspektasi pemilik proyek dan pihak-pihak terkait.

Alasan penggunaan metode gabungan SEM dan FTA untuk memberikan rekomendasi mitigasi yang tepat pada penelitian ini adalah SEM akan mengevaluasi keefektifan strategi mitigasi secara kuantitatif, memastikan bahwa pendekatan yang diambil memiliki dampak signifikan dalam mengurangi risiko sedangkan FTA memberikan pemahaman mendalam tentang akar masalah, sehingga strategi mitigasi dapat difokuskan pada penyebab risiko yang paling signifikan. Pengintegrasian SEM dan FTA, penelitian ini menggabungkan analisis kualitatif (logika dari FTA) dan analisis kuantitatif (statistik dari SEM) untuk memberikan rekomendasi mitigasi risiko yang lebih kuat, praktis, dan terukur.

Hasil dari tesis ini diharapkan mampu memberi pemahaman yang lebih mendalam mengenai berbagai faktor penyebab risiko yang signifikan dalam proyek konstruksi, serta memberikan rekomendasi mitigasi risiko yang efektif. Informasi ini akan berguna bagi para pihak terkait dalam pengembangan strategi manajemen risiko yang lebih baik dalam proyek konstruksi di masa depan. Berdasarkan latar belakang di atas maka akan dilakukan **“Analisa faktor penyebab dan mitigasi risiko pada proyek konstruksi dengan metode SEM & FTA. (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito)”**.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, permasalahan yang terkait dengan penelitian ini mencakup identifikasi dan analisis yang meliputi:

1. Bagaimana pengaruh faktor-faktor penyebab risiko dominan terhadap Proyek Manajemen Risiko pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito?
2. Bagaimana mengidentifikasi faktor penyebab risiko dominan pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito?
3. Bagaimana tindakan mitigasi yang tepat untuk mengatasi faktor risiko dominan pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan paparan sebelumnya maka tujuan penelitian ini antara lain:

1. Untuk menganalisis pengaruh faktor-faktor risiko dominan terhadap Proyek Manajemen Risiko pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito.
2. Untuk mengidentifikasi mengidentifikasi faktor risiko dominan pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito.
3. Untuk memberikan rekomendasi tindakan mitigasi yang tepat untuk mengatasi faktor risiko dominan pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1. Manfaat Peneliti**

1. Penelitian ini akan memberikan pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor penyebab risiko pada proyek konstruksi Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito, serta strategi mitigasi yang efektif. Hal ini akan meningkatkan keahlian dan kompetensi peneliti dalam bidang manajemen risiko konstruksi.
2. Penelitian ini dapat menjadi kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan penelitian di bidang konstruksi, terutama dalam menerapkan metode *Structural Equation Modeling* (SEM) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menganalisis risiko konstruksi.

#### **1.4.2. Manfaat Universitas**

1. Penelitian ini akan meningkatkan reputasi universitas dalam bidang penelitian dan kontribusi terhadap pengetahuan di bidang konstruksi. Hal ini dapat meningkatkan citra universitas dan memperkuat posisinya sebagai lembaga pendidikan yang unggul dan inovatif.
2. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan untuk kepentingan pengajaran di universitas, sebagai materi bahan ajar dalam program studi terkait, memperkaya kurikulum, dan memberikan contoh nyata tentang aplikasi metode SEM dan FTA dalam penanganan risiko proyek konstruksi.

### 1.4.3. Manfaat Perusahaan

1. Penelitian ini akan memberikan wawasan yang berharga bagi perusahaan konstruksi yang terlibat dalam proyek-proyek serupa. Hasil analisa faktor penyebab risiko dan strategi mitigasi yang dihasilkan dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi, memahami, dan mengelola risiko yang terkait dengan proyek konstruksi mereka.
2. Dengan mengadopsi strategi mitigasi yang tepat, perusahaan dapat mengurangi kerugian finansial, penundaan proyek, dan kesalahan konstruksi yang mungkin terjadi. Hal ini akan meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan keberhasilan proyek konstruksi yang dilaksanakan oleh perusahaan.
3. Penelitian ini juga dapat membantu perusahaan dalam memperoleh kepercayaan dan kepuasan dari pihak-pihak terkait, seperti pemilik proyek dan pemerintah, karena perusahaan menunjukkan komitmen dalam mengidentifikasi dan mengurangi risiko yang terkait dengan proyek konstruksi.

### 1.5. Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan:

1. Penelitian ini akan difokuskan pada studi kasus pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito di Yogyakarta.
2. Faktor-faktor penyebab risiko dan mitigasi yang akan dianalisis akan terkait dengan proyek konstruksi tersebut.
3. Penelitian ini akan menggunakan metode *Structural Equation Modeling* (SEM) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menganalisis faktor penyebab dan mitigasi risiko.
4. Batasan metode ini mengacu pada penggunaan SEM untuk menganalisis hubungan antara variabel-variabel yang terkait dengan risiko, dan FTA untuk menganalisis pohon kegagalan yang terkait dengan risiko.
5. Penelitian ini akan berfokus pada analisis faktor penyebab risiko dan upaya mitigasi yang dapat dilakukan dalam konteks proyek konstruksi Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito.

6. Penelitian ini hanya menggunakan faktor-faktor yang berisiko tinggi saja untuk dilakukan mitigasi.
7. Penelitian ini tidak akan membahas secara mendalam aspek teknis konstruksi atau implementasi proyek, melainkan akan lebih berfokus pada identifikasi faktor risiko dan strategi mitigasi yang relevan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab 2 membahas tinjauan penelitian yang relevan dengan analisis risiko dalam proyek konstruksi, khususnya untuk pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito. Fokus utama pada subbab Tinjauan Penelitian adalah penggunaan metode Structural Equation Modeling (SEM) dan Fault Tree Analysis (FTA) dalam menganalisis risiko proyek. SEM digunakan untuk menganalisis hubungan sebab-akibat antara faktor risiko, sementara FTA membantu mengidentifikasi akar penyebab risiko dengan pendekatan diagramatis. Subbab ini juga menguraikan prinsip dasar FTA dan teknik analisisnya. Pada bagian Perbandingan Penelitian Terdahulu, dibahas bagaimana penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya, dengan menyoroti keunggulan kombinasi SEM dan FTA dalam mengembangkan strategi mitigasi risiko yang lebih komprehensif dibandingkan pendekatan tunggal.

#### **2.1. Tinjauan Penelitian**

##### **2.1.1. Penggunaan SEM dalam Analisis Risiko Proyek Konstruksi**

SEM adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antar variabel dalam model, khususnya dalam memahami faktor-faktor yang mempengaruhi risiko pada proyek konstruksi. Penggunaan SEM dalam analisis risiko proyek konstruksi memiliki beberapa keuntungan. Pertama, SEM memungkinkan identifikasi faktor penyebab risiko yang signifikan dalam proyek konstruksi. Dengan menggunakan SEM, peneliti dapat mengidentifikasi variabel-variabel yang berperan dalam mempengaruhi risiko, seperti karakteristik proyek, kondisi lingkungan, atau faktor manusia. SEM juga dapat digunakan untuk mengestimasi kekuatan hubungan antara variabel-variabel tersebut sehingga diketahui sejauh mana variabel-variabel tersebut berkontribusi terhadap risiko proyek konstruksi. Hal ini membantu dalam pemahaman yang komprehensif tentang berbagai faktor yang paling berpengaruh terhadap risiko (Irianto et al, 2022).

Selain sebagai alat untuk mengidentifikasi faktor risiko, SEM juga dapat digunakan untuk menguji model dan hipotesis. Peneliti dapat merumuskan hipotesis tentang hubungan antara variabel-variabel yang terlibat dalam risiko proyek konstruksi, dan kemudian menggunakan SEM untuk menguji validitas hipotesis tersebut. Ini membantu dalam mengembangkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang mekanisme yang mendasari risiko pada proyek konstruksi. Namun, penggunaan SEM dalam analisis risiko proyek konstruksi juga memiliki keterbatasan. Pertama, SEM membutuhkan data yang cukup dan representatif untuk memperoleh hasil yang akurat. Oleh karena itu, ketersediaan data yang berkualitas dan relevan menjadi kunci dalam penggunaan SEM. Selain itu, interpretasi hasil SEM juga membutuhkan pemahaman yang kuat tentang konsep statistik dan model yang digunakan (Saputro, 2022). Penggunaan SEM dalam analisis risiko proyek Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito membantu mengidentifikasi faktor risiko signifikan, memungkinkan pengambilan langkah mitigasi yang tepat untuk mengurangi risiko dan meningkatkan keberhasilan proyek.

### **2.1.2. Penggunaan FTA dalam Analisis Risiko Proyek Konstruksi**

FTA adalah metode analisis risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab risiko dalam proyek konstruksi dan merancang strategi mitigasi yang efektif. Penggunaan FTA dalam analisis risiko proyek konstruksi memiliki beberapa keuntungan. Pertama, FTA memungkinkan identifikasi faktor-faktor penyebab risiko secara sistematis. Dengan menggunakan FTA, peneliti dapat mengidentifikasi berbagai faktor penyebab risiko yang mungkin terjadi dalam proyek konstruksi, seperti kesalahan desain, ketidaksesuaian material, atau kurangnya koordinasi antar tim (Arifin et al., 2022).

Selain itu, FTA juga membantu dalam memahami keterkaitan antara faktor-faktor penyebab risiko dan akibat yang mungkin terjadi. Dengan memodelkan pohon kegagalan yang mencakup faktor-faktor penyebab dan akibat risiko, peneliti dapat melihat bagaimana faktor-faktor tersebut saling berinteraksi dan berkontribusi terhadap risiko proyek konstruksi. Hal ini membantu dalam memahami mekanisme risiko secara keseluruhan. Selanjutnya, FTA dapat digunakan untuk merancang strategi mitigasi yang tepat. Dengan memahami akar penyebab risiko, peneliti dapat mengidentifikasi langkah-langkah pencegahan yang

efektif untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko tersebut. Strategi mitigasi yang disusun berdasarkan FTA dapat memberikan panduan yang konkret dan sistematis dalam mengelola risiko proyek konstruksi (Hadi & Amiruddin, 2020).

Namun, penggunaan FTA dalam analisis risiko proyek konstruksi juga memiliki keterbatasan. Pertama, FTA membutuhkan pemodelan yang akurat dan lengkap dari faktor-faktor risiko dan hubungannya. Keterbatasan informasi dan ketidakpastian dalam proyek konstruksi dapat mempengaruhi keakuratan hasil analisis FTA. Selain itu, interpretasi hasil FTA juga membutuhkan pemahaman yang baik tentang analisis risiko dan keahlian teknis terkait. Dalam penelitian ini, penggunaan FTA dalam analisis risiko proyek konstruksi Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito dapat membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor penyebab risiko yang spesifik untuk proyek tersebut.

### **2.1.3. Konsep dan Prinsip Dasar Analisa Risiko dengan Diagram FTA**

FTA adalah metode analisis risiko yang menggunakan diagram pohon kegagalan untuk memodelkan dan menganalisis faktor-faktor penyebab risiko dalam suatu sistem. Dalam analisis risiko proyek konstruksi, FTA membantu dalam memahami akar penyebab risiko dan hubungannya dengan hasil yang tidak diinginkan. Konsep dasar dalam analisis risiko dengan diagram FTA adalah sebagai berikut (Arifin et al., 2022):

1. Event (Peristiwa):
  - Event dasar (*Basic Event*): Representasi kejadian tunggal yang dapat terjadi dan menjadi penyebab langsung dari kegagalan atau risiko.
  - Event gabungan (*composite event*): Representasi kombinasi dari beberapa event dasar yang harus terjadi secara bersamaan agar terjadi kegagalan atau risiko.
2. Gate (Gerbang):
  - AND gate: Menghubungkan event-event dan menunjukkan bahwa kejadian tersebut harus terjadi secara bersamaan untuk menghasilkan kegagalan atau risiko.
  - OR gate: Menghubungkan event-event dan menunjukkan bahwa kejadian tersebut cukup terjadi pada salah satu event untuk menghasilkan kegagalan atau risiko.

### 3. *Top Event*:

- Merupakan event puncak dalam diagram FTA yang mewakili kejadian yang diinginkan atau risiko yang menjadi fokus analisis.
- *Top Event* sering kali merupakan event gabungan yang disebabkan oleh kombinasi dari beberapa event dasar atau event gabungan.

### 4. Path (Jalur):

- Merupakan serangkaian event yang terhubung secara berurutan dari event-event dasar hingga mencapai *Top Event*.
- Path menggambarkan jalur penyebab yang memungkinkan terjadinya kegagalan atau risiko.

Prinsip dasar dalam analisis risiko dengan diagram FTA meliputi:

#### 1. Identifikasi risiko:

- Identifikasi faktor-faktor penyebab risiko yang relevan dan event dasar yang terkait dengan proyek konstruksi.
- Event dasar harus mencakup kejadian yang dapat menyebabkan terjadinya risiko atau kegagalan dalam proyek.

#### 2. Pembuatan diagram FTA:

- Menggunakan event dasar dan event gabungan untuk membangun diagram pohon kegagalan yang mewakili hubungan penyebab dan akibat risiko.
- Menggunakan gerbang (AND dan OR) untuk menghubungkan event dan menggambarkan hubungan logika antara mereka.

#### 3. Analisis risiko:

- Menganalisis kemungkinan terjadinya event-event penyebab risiko dan mengidentifikasi kombinasi event yang dapat menyebabkan kegagalan atau risiko pada proyek.
- Menganalisis jalur-jalur penyebab yang paling signifikan dan potensial untuk mengembangkan strategi mitigasi yang efektif.

#### 4. Mitigasi risiko:

- Merancang strategi mitigasi yang tepat berdasarkan analisis FTA.
- Mengidentifikasi langkah-langkah pencegahan atau perlindungan yang mampu meminimalisasi peluang terjadinya event-event penyebab risiko atau mengurangi dampaknya jika terjadi.

Penggunaan konsep dan prinsip dasar analisis risiko dengan diagram FTA, penelitian dapat mengidentifikasi faktor-faktor penyebab risiko dan merancang strategi mitigasi yang sesuai untuk proyek konstruksi Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito.

## 2.2. Perbandingan Penelitian Terdahulu

**Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu**

No	Peneliti, Tahun,	Judul	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
1	Bakeli & Hafidi (2020)	A Fault Tree Analysis (FTA) Based Approach for Construction Projects Safety Risk Management	Mengembangkan alat pendukung keputusan yang dapat disesuaikan, yang tidak hanya memberikan peringatan terhadap risiko kecelakaan, tetapi juga memberikan rekomendasi untuk tindakan yang dapat diimplementasikan guna meminimalkan kemungkinan terjadinya kecelakaan.	Akar penyebab dari kegagalan-kegagalan ini akan menghasilkan Fault Trees yang dapat digunakan untuk simulasi kualitatif dan kuantitatif berbasis probabilitas.	Secara keseluruhan, kontribusi dari makalah ini terhadap pengetahuan dalam manajemen risiko keselamatan terdiri dari tiga hal: pertama, upaya untuk menghubungkan risiko terjadinya kecelakaan dengan karakteristik inheren lokasi konstruksi. Kedua, penjelasan yang diajukan, berdasarkan karakteristik inheren konstruksi, mengapa metode klasik dalam penilaian risiko keselamatan tidak mampu mendeteksi semua kecelakaan. Penjelasan ini memberikan kesempatan untuk memperkenalkan kompleksitas sistem sebagai konsep yang dapat diadopsi dalam proyek konstruksi, dan untuk menggunakan analisis Fault Tree Analysis (FTA) sebagai cara baru dan lebih dapat dilkan untuk melakukan penilaian risiko keselamatan
2	Gusti & Wiguna (2021)	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Kampus II UINSA Surabaya	Untuk menganalisis terkait adanya risiko kecelakaan kerja yang terdiri dari identifikasi risiko, penilaian risiko, analisa penyebab risiko, dan penanganan	Kualitatif FTA	(1) Pada tahapan identifikasi risiko diperoleh 63 variabel risiko yang ada pada Proyek Pembangunan Gedung Kampus II UINSA. (2) Ada 2 variabel risiko dengan kategori E (extreme) yaitu pekerja tertabrak alat berat pada aktifitas pembersihan lahan dan pekerja terjatuh dari ketinggian. (3) Faktor penyebab dari

			risiko terhadap risiko yang terjadi pada proyek gedung		risiko yang memiliki kategori extreme adalah sebagai berikut : (a) Hasil Fault Tree Analysis dari kecelakaan pekerja tertabrak alat berat menghasilkan 13 penyebab dasar ( <i>Basic event</i> ) dan analisa Minimal Cut Set menghasilkan 8 kombinasi penyebab dasar ( <i>Basic Event</i> ). (b) Hasil Fault Tree Analysis dari kecelakaan pekerja terjatuh dari ketinggian menghasilkan 17 penyebab dasar ( <i>Basic Event</i> ) dan analisis Minimal Cut Set menghasilkan 9 kombinasi penyebab dasar ( <i>Basic Event</i> ).
3	Puteri et al., (2022)	Peran pemangku kepentingan terhadap faktor-faktor risiko Pada proyek KPBU jalan tol unsolicited	Membahas tentang hubungan peran pemangku kepentingan terhadap risiko pada proyek KPBU jalan tol unsolicited	Metode yang digunakan adalah dengan analisis multivariat dengan bantuan software Sem- PLS	terdapat 18 faktor risiko yang berpengaruh significant terhadap kinerja biaya, dimana 7 faktor risiko yang disebabkan oleh peran pemerintah dan 11 faktor yang risiko yang disebabkan oleh peran Badan Usaha. Pengaruh risiko badan usaha lebih besar dari pada pemerintah terhadap kinerja biaya dengan koefisien pengaruh 0,716 dengan nilai R2 terhadap model sebesar 81,6%
4	Wibowo (2020)	Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi Keterlambatan proyek konstruksi menggunakan <i>Structural Equation Model</i> (SEM)	Untuk mengidentifikasi keterkaitan antar-faktor keterlambatan proyek konstruksi, mengetahui faktor yang paling dominan dan mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi.	<i>Structural Equation Modeling</i> (SEM)	faktor-faktor yang berpengaruh secara positif dan signifikan terhadap keterlambatan proyek konstruksi adalah tenaga kerja (TK), pengelolaan proyek/manajerial (MP), keuangan (KU) dan peralatan kerja (PK) yang secara simultan berkontribusi sebesar 78,5%; Faktor keuangan (KU) dan peralatan kerja (PK) berpengaruh langsung secara positif dan signifikan yang secara simultan berkontribusi sebesar 45,2% terhadap faktor tenaga kerja (TK) yang mempengaruhi terjadinya keterlambatan

					proyek konstruksi; Faktor tenaga kerja (TK) merupakan faktor yang paling dominan dengan loading factor 0,47 yang mempengaruhi terjadinya keterlambatan proyek konstruksi
5	Sugiharto, (2020)	Analisis faktor-faktor dominan manajemen risiko terhadap kinerja keuangan proyek tahap konstruksi	Mengidentifikasi faktor-faktor risiko dominan dalam pelaksanaan manajemen risiko tahap konstruksi, dan menganalisis serta mendapatkan faktor-faktor risiko dominan manajemen risiko terhadap kinerja keuangan proyek tahap konstruksi	Penggunaan metode Indeks Mean Risk Relative Importance (RRI). Analisa dilakukan dengan perangkat lunak SPSS	Didapatkan faktor-faktor risiko dominan pencapaian laba dengan persentase 5%-10% diantaranya adalah kesalahan estimasi harga dasar, sistem pengendalian biaya yang lemah, pembengkakan harga material dan peralatan, pembayaran berlangsung dalam waktu lama (collection periods) dan produktivitas tidak sesuai schedule pekerjaan. Tindakan terhadap pengelolaan risiko tersebut adalah dengan menghindari dan memitigasi risiko. Perencanaan risiko wajib dilakukan sebelum memulai proyek dengan tujuan akhir agar kinerja keuangan dapat berjalan baik dan pencapaian laba dapat sesuai target.

Dalam tabel 2.1 perbandingan penelitian terdahulu yang diberikan, terdapat beberapa perbedaan dan persamaan dalam judul, tujuan, metode, dan hasil penelitian yang relevan dengan analisis faktor penyebab dan mitigasi risiko pada proyek konstruksi. Berikut adalah ringkasan perbandingan tersebut:

1. Penelitian oleh Bakeli & Hafidi (2020):

- Judul: Pendekatan Berbasis Fault Tree Analysis (FTA) untuk Manajemen Risiko Keselamatan pada Proyek Konstruksi.
- Tujuan: Mengembangkan alat pendukung keputusan yang dapat memberikan peringatan risiko kecelakaan dan rekomendasi tindakan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan.
- Metode: Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA) untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan dan simulasi kualitatif dan kuantitatif untuk analisis risiko keselamatan.
- Hasil: Kontribusi utama dari penelitian ini adalah menghubungkan risiko kecelakaan dengan karakteristik inheren lokasi konstruksi dan mengenalkan kompleksitas sistem sebagai konsep yang dapat diadopsi dalam manajemen risiko keselamatan.

2. Penelitian oleh Gusti & Wiguna (2021):

- Judul: Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Kampus II UINSA Surabaya.
- Tujuan: Menganalisis risiko kecelakaan kerja yang terjadi dalam proyek pembangunan gedung.
- Metode: Menggunakan analisis risiko yang meliputi identifikasi risiko, penilaian risiko, analisis penyebab risiko, dan penanganan risiko.
- Hasil: Penelitian ini mengidentifikasi 63 variabel risiko yang terkait dengan proyek pembangunan gedung dan menganalisis penyebab risiko dengan menggunakan Fault Tree Analysis (FTA).

3. Penelitian oleh Puteri et al. (2022):

- Judul: Peran Pemangku Kepentingan terhadap Faktor-faktor Risiko pada Proyek KPBU Jalan Tol Unsolicited.

- Tujuan: Membahas hubungan antara peran pemangku kepentingan dan faktor risiko dalam proyek KPBU jalan tol unsolicited.
- Metode: Menggunakan analisis multivariat dengan bantuan perangkat lunak SEM-PLS (Structural Equation Modeling - Partial Least Squares).
- Hasil: Studi ini menunjukkan bahwa faktor risiko yang diakibatkan oleh peran pemerintah dan badan usaha memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja biaya proyek.

4. Penelitian oleh Wibowo (2020):

- Judul: Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Konstruksi menggunakan Structural Equation Model (SEM).
- Tujuan: Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi dan menganalisis hubungan antara faktor-faktor tersebut.
- Metode: Menggunakan Structural Equation Modeling (SEM) untuk menganalisis faktor-faktor yang berkontribusi terhadap keterlambatan proyek konstruksi.
- Hasil: Hasil analisis menunjukkan bahwa tenaga kerja, pengelolaan proyek/manajerial, keuangan, dan peralatan kerja secara signifikan mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi, dengan faktor tenaga kerja menjadi yang paling dominan.

5. Penelitian oleh Sugiharto (2020):

- Judul: Analisis Faktor-faktor Dominan Manajemen Risiko terhadap Kinerja Keuangan Proyek Tahap Konstruksi.
- Tujuan: Mengidentifikasi faktor-faktor risiko dominan dalam manajemen risiko tahap konstruksi dan menganalisis pengaruhnya terhadap kinerja keuangan proyek.
- Metode: Menggunakan Indeks Mean Risk Relative Importance (RRI) dalam analisis faktor-faktor risiko dan menggunakan perangkat lunak SPSS.

- Hasil: Penelitian ini mengidentifikasi faktor-faktor risiko dominan yang berkontribusi pada kinerja biaya proyek, dengan kesalahan estimasi harga dasar, sistem pengendalian biaya yang lemah, pembengkakan harga material dan peralatan, pembayaran berlangsung dalam waktu lama, dan produktivitas yang tidak sesuai dengan jadwal pekerjaan menjadi faktor risiko utama.

Secara keseluruhan, penelitian terdahulu ini memiliki fokus yang berbeda dalam analisis faktor penyebab dan mitigasi risiko pada proyek konstruksi. Namun, terdapat kesamaan dalam menggunakan pendekatan analisis risiko seperti *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Structural Equation Modeling* (SEM) untuk memahami hubungan antara faktor-faktor risiko dan hasil proyek.

Penelitian oleh Bakeli & Hafidi (2020) menyoroti pentingnya menggunakan FTA sebagai alat pendukung keputusan dalam manajemen risiko keselamatan proyek konstruksi. Mereka mengidentifikasi bahwa karakteristik inheren lokasi konstruksi memainkan peran penting dalam kecelakaan, dan FTA dapat digunakan untuk menghubungkan risiko kecelakaan dengan karakteristik tersebut.

Studi yang dilakukan oleh Nugrahaning Gusti & Artama Wiguna (2021) berfokus pada analisis risiko kecelakaan kerja dalam proyek pembangunan gedung. Mereka menggunakan FTA untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab risiko, termasuk penyebab risiko ekstrem seperti pekerja tertabrak alat berat dan pekerja terjatuh dari ketinggian.

Penelitian oleh Puteri et al. (2022) mempelajari peran pemangku kepentingan dalam proyek KPBU jalan tol *unsolicited* dan faktor risiko yang terkait. Mereka menggunakan metode SEM-PLS untuk menganalisis hubungan antara peran pemangku kepentingan dan kinerja biaya proyek.

Studi Wibowo (2020) mengeksplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan proyek konstruksi menggunakan metode SEM. Mereka mengidentifikasi faktor-faktor seperti tenaga kerja, pengelolaan proyek, keuangan, dan peralatan kerja sebagai faktor yang berkontribusi pada keterlambatan proyek.

Penelitian Sugiharto (2020) mengkaji faktor-faktor dominan dalam manajemen risiko tahap konstruksi dan dampaknya terhadap kinerja keuangan proyek. Mereka menggunakan Indeks Mean *Risk Relative Importance* (RRI) untuk

mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang signifikan, seperti kesalahan estimasi harga dasar, sistem pengendalian biaya yang lemah, dan produktivitas yang tidak sesuai dengan jadwal pekerjaan.

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini menyumbangkan pemahaman yang lebih baik tentang faktor penyebab risiko dan mitigasi dalam proyek konstruksi. Mereka menggambarkan pentingnya menggunakan metode analisis yang tepat, seperti FTA dan SEM, untuk menganalisis kompleksitas risiko dalam proyek konstruksi dan merancang strategi mitigasi yang efektif.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

Bab III Landasan Teori membahas langkah-langkah penting dalam menganalisis dan mengidentifikasi faktor penyebab risiko dominan yang memengaruhi manajemen risiko pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito. Pemahaman faktor-faktor risiko seperti perubahan kebijakan, keterbatasan sumber daya, dan masalah teknis menjadi dasar untuk mengevaluasi risiko menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA), yang membantu membangun struktur pohon kesalahan untuk menggambarkan hubungan antara skenario risiko dan faktor penyebabnya. Selain itu, bab ini menjelaskan usulan tindakan mitigasi untuk mengatasi risiko dominan, dengan mempertimbangkan langkah-langkah konkret untuk mengurangi atau mengelola risiko tersebut. Langkah-langkah mitigasi yang diusulkan harus didasarkan pada analisis cermat terhadap faktor risiko yang teridentifikasi dan kendala sumber daya yang ada, dengan tujuan mempersiapkan proyek menghadapi tantangan dan memastikan keberhasilan serta keamanan selama pelaksanaan.

#### **3.1. Manajemen Risiko**

Manajemen risiko merupakan pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengelola risiko dalam sebuah proyek atau organisasi. Tujuan utamanya adalah untuk meminimalkan dampak negatif dari risiko terhadap proyek atau organisasi, sambil memaksimalkan peluang positif yang dapat muncul. Proses manajemen risiko melibatkan langkah-langkah berikut (Kahnie & Mahfud, 2020):

1. Mengidentifikasi risiko, yaitu langkah untuk mengenali kemungkinan kejadian atau kondisi yang dapat berdampak negatif pada proyek atau organisasi. Risiko dapat berasal dari berbagai sumber, seperti lingkungan, teknologi, sumber daya manusia, dan keuangan.
2. Setelah risiko teridentifikasi, langkah berikutnya adalah menganalisis risiko untuk memahami dampaknya dan kemungkinan terjadinya. Analisis ini

melibatkan penilaian risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya dan dampak yang ditimbulkan jika risiko tersebut terjadi.

3. Selanjutnya, risiko dievaluasi untuk menentukan tingkat urgensinya dan prioritas penanganannya. Risiko dengan dampak dan probabilitas tinggi harus mendapat perhatian lebih serius.
4. Setelah evaluasi, langkah-langkah pengelolaan risiko dilakukan, yang mencakup pengembangan strategi mitigasi seperti pengendalian risiko, pemindahan risiko melalui asuransi, atau menerima risiko jika dampaknya masih dapat diterima.
5. Setelah strategi pengelolaan diterapkan, risiko harus dipantau secara berkala untuk memastikan efektivitas langkah-langkah yang diambil. Jika terjadi perubahan atau munculnya risiko baru, tindakan perbaikan atau penyesuaian strategi harus dilakukan.

Manajemen risiko tidak hanya fokus pada menghindari risiko negatif, tetapi juga mengidentifikasi peluang positif yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kinerja proyek/organisasi. Efektivitas penerapan manajemen risiko mampu meminimalkan kerugian, meningkatkan peluang sukses, dan mencapai tujuan mereka dengan lebih efisien.

## **3.2. Konstruksi**

### **3.2.1. Definisi Konstruksi**

Konstruksi merujuk pada kegiatan atau proses pembangunan, perbaikan, atau pengembangan suatu struktur fisik misalnya jalan, jembatan, gedung, dan infrastruktur lainnya. Konstruksi mengikutsertakan beragam tahapan mulai dari proses rencana, perolehan bahan dan sumber daya, pelaksanaan fisik, hingga penyelesaian dan pengawasan proyek (Jayasudha & Vidivelli, 2016). Tujuan utama dari konstruksi adalah menciptakan bangunan yang fungsional, aman, dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Aktivitas konstruksi melibatkan berbagai pihak seperti pemilik proyek, kontraktor, arsitek, insinyur, dan pekerja lapangan. Definisi konstruksi juga meliputi penggunaan berbagai metode, teknik, dan alat untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi dengan efisien dan efektif (Rumimper, 2015).

### **3.2.2. Karakteristik Risiko pada Proyek Konstruksi**

Proyek konstruksi memiliki beberapa karakteristik risiko yang khas. Beberapa karakteristik ini dapat meningkatkan tingkat kompleksitas dan ketidakpastian dalam pelaksanaan proyek konstruksi (Wally, Jamlaay, & Marantika, 2022). Berikut adalah beberapa karakteristik risiko yang umum terkait dengan proyek konstruksi:

1. Proyek konstruksi sering melibatkan banyak detail teknis dan logistik yang rumit. Hal ini dapat menyebabkan kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan, sehingga meningkatkan risiko kesalahan dan kegagalan proyek.
2. Proyek konstruksi seringkali tergantung pada faktor eksternal seperti cuaca, perubahan regulasi, dan ketersediaan bahan baku. Ketidakpastian dalam faktor-faktor ini dapat menyebabkan penundaan proyek, perubahan biaya, atau bahkan kegagalan proyek secara keseluruhan.
3. Proyek konstruksi seringkali melibatkan pekerjaan di lingkungan yang berbeda, termasuk lokasi yang sulit dijangkau, medan yang tidak rata, atau kondisi geologi yang kompleks. Faktor-faktor ini dapat meningkatkan risiko keselamatan, kerusakan material, atau kesulitan teknis dalam pelaksanaan proyek.
4. Proyek konstruksi membutuhkan pengelolaan sumber daya yang efisien, termasuk tenaga kerja, peralatan, dan bahan baku. Risiko terkait dengan pengelolaan sumber daya ini meliputi kekurangan tenaga kerja terampil, kerusakan peralatan, atau keterlambatan pasokan bahan baku.
5. Proyek konstruksi melibatkan kerja sama dan koordinasi antara berbagai pihak, termasuk pemilik proyek, kontraktor, arsitek, insinyur, dan pemasok. Risiko terkait dengan komunikasi dan koordinasi yang tidak efektif dapat menyebabkan kesalahpahaman, konflik, atau penundaan dalam proyek.
6. Proyek konstruksi biasanya melibatkan anggaran yang besar dan perencanaan biaya yang cermat. Risiko terkait dengan keuangan meliputi perubahan harga material, peningkatan biaya tenaga kerja, atau ketidaksesuaian antara biaya yang direncanakan dan yang sebenarnya.

### 3.2.3. Jenis-jenis Risiko Pada Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi memiliki beberapa karakteristik risiko yang khas. Beberapa karakteristik ini dapat meningkatkan tingkat kompleksitas dan ketidakpastian dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Berikut adalah beberapa karakteristik risiko yang umum terkait dengan proyek konstruksi (R & Therese PG Student, 2017):

1. Proyek konstruksi sering melibatkan banyak detail teknis dan logistik yang rumit. Hal ini dapat menyebabkan kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan, sehingga meningkatkan risiko kesalahan dan kegagalan proyek.
2. Proyek konstruksi seringkali tergantung pada faktor eksternal seperti cuaca, perubahan regulasi, dan ketersediaan bahan baku. Ketidakpastian dalam faktor-faktor ini dapat menyebabkan penundaan proyek, perubahan biaya, atau bahkan kegagalan proyek secara keseluruhan.
3. Proyek konstruksi seringkali melibatkan pekerjaan di lingkungan yang berbeda, termasuk lokasi yang sulit dijangkau, medan yang tidak rata, atau kondisi geologi yang kompleks. Faktor-faktor ini dapat meningkatkan risiko keselamatan, kerusakan material, atau kesulitan teknis dalam pelaksanaan proyek.
4. Proyek konstruksi membutuhkan pengelolaan sumber daya yang efisien, termasuk tenaga kerja, peralatan, dan bahan baku. Risiko terkait dengan pengelolaan sumber daya ini meliputi kekurangan tenaga kerja terampil, kerusakan peralatan, atau keterlambatan pasokan bahan baku.
5. Proyek konstruksi melibatkan kerja sama dan koordinasi antara berbagai pihak, termasuk pemilik proyek, kontraktor, arsitek, insinyur, dan pemasok. Risiko terkait dengan komunikasi dan koordinasi yang tidak efektif dapat menyebabkan kesalahpahaman, konflik, atau penundaan dalam proyek.
6. Proyek konstruksi biasanya melibatkan anggaran yang besar dan perencanaan biaya yang cermat. Risiko terkait dengan keuangan meliputi perubahan harga material, peningkatan biaya tenaga kerja, atau ketidaksesuaian antara biaya yang direncanakan dan yang sebenarnya.

### 3.3. Analisis Risiko pada Proyek Konstruksi

Analisis risiko dalam proyek konstruksi adalah proses terstruktur untuk pelaksanaan identifikasi, analisis, dan penilaian risiko yang terkait dengan proyek tersebut. Tujuan utama dari analisis risiko adalah untuk mengenali potensi ancaman dan peluang yang dapat mempengaruhi tujuan proyek, baik dari segi biaya, jadwal, kualitas, maupun keamanan (Iqbal, Choudhry, Holschemacher, Ali, & Tamošaitienė, 2015).

Proses analisis risiko pada proyek konstruksi meliputi langkah-langkah berikut:

1. Langkah pertama adalah mengidentifikasi semua potensi risiko yang mungkin muncul dalam proyek konstruksi, yang dapat berasal dari berbagai faktor seperti lingkungan fisik, perizinan, teknis, keuangan, sosial, atau sumber daya manusia. Identifikasi risiko dilakukan melalui analisis dokumen, konsultasi dengan ahli, pengalaman masa lalu, dan melibatkan seluruh tim proyek.
2. Setelah risiko diidentifikasi, langkah berikutnya adalah melakukan analisis lebih mendalam terhadap risiko tersebut, yang mencakup penilaian terhadap probabilitas terjadinya dan dampaknya pada proyek. Metode yang sering digunakan dalam analisis risiko meliputi analisis SWOT, analisis berbasis skenario, dan analisis statistik.
3. Setelah analisis, risiko dievaluasi untuk menentukan tingkat urgensinya. Risiko dengan dampak besar dan probabilitas tinggi harus diberi perhatian lebih. Evaluasi ini membantu dalam mengidentifikasi risiko yang paling kritis dan menetapkan prioritas pengelolaan risiko.
4. Setelah evaluasi, langkah berikutnya adalah merancang strategi pengelolaan risiko yang efektif, yang meliputi pengembangan rencana tindakan untuk mengurangi atau mengendalikan risiko. Strategi ini dapat mencakup penerapan teknik mitigasi seperti perubahan desain, pemilihan kontraktor yang kompeten, asuransi, atau penggunaan kontrak yang jelas.
5. Proses analisis risiko terus berlanjut setelah strategi pengelolaan diterapkan. Pemantauan risiko dilakukan secara berkelanjutan sepanjang proyek untuk mendeteksi perubahan kondisi atau munculnya risiko baru yang dapat mempengaruhi proyek. Jika diperlukan, langkah-langkah pengendalian

tambahan harus diambil untuk mengurangi dampak risiko yang mungkin timbul.

Analisis risiko pada proyek konstruksi membantu tim proyek dalam mengidentifikasi dan mengantisipasi risiko potensial, sehingga memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan yang tepat untuk mengurangi risiko dan meningkatkan keberhasilan proyek. Dengan mengelola risiko secara efektif, proyek konstruksi dapat diselesaikan dengan lebih baik, dalam batas waktu yang ditentukan, dan dengan biaya yang terkendali

### **3.4. Analisis Faktor Risiko Dominan**

Analisis berbagai faktor risiko dominan adalah tahap pengidentifikasian faktor-faktor yang memiliki dampak besar terhadap proyek, dengan tujuan untuk memahami potensi ancaman yang dapat memengaruhi kelancaran proyek dan mengembangkan strategi mitigasi yang tepat guna mengurangi atau mengendalikan dampak risiko tersebut. Variabel digunakan dalam analisis faktor-faktor risiko dominan meliputi:

#### **3.4.1. Force Majeure**

Variabel *Force Majeure* merujuk pada kejadian atau keadaan di luar kendali manusia yang tidak dapat diprediksi dan tidak dapat dihindari, yang dapat mempengaruhi pelaksanaan proyek konstruksi. Beberapa indikator dari variabel Force Majeure yang dapat disebutkan dalam konteks cuaca buruk, angin kencang, dan gempa bumi adalah sebagai berikut (Maulana & Santosa, 2020):

1. Cuaca buruk saat pelaksanaan.

Indikator ini mencakup kondisi cuaca yang ekstrem atau tidak menguntungkan selama pelaksanaan proyek konstruksi. Contohnya adalah hujan deras, badai, angin kencang, salju berat, atau kondisi cuaca yang tidak stabil. Cuaca buruk dapat mengganggu aktivitas konstruksi dan mempengaruhi kemajuan proyek.

2. Angin terlalu kencang di lokasi proyek.

Indikator ini mencerminkan kecepatan dan kekuatan angin yang melampaui batas aman dan dapat membahayakan keselamatan pekerja dan struktur

konstruksi. Angin kencang dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan, kerusakan peralatan, atau bahkan kecelakaan yang melibatkan pekerja.

### 3. Gempa bumi.

Indikator ini merujuk pada aktivitas seismik yang mengakibatkan getaran atau guncangan pada tanah dan struktur bangunan. Gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan struktural, retak pada bangunan, runtuhnya struktur, atau bahkan ancaman keselamatan bagi pekerja dan penghuni bangunan. Intensitas dan durasi gempa bumi menjadi faktor penting dalam mengevaluasi dampaknya terhadap proyek konstruksi.

#### **3.4.2. Logistik**

Variabel Logistik pada proyek konstruksi melibatkan pengadaan, penyimpanan, pengiriman, dan pengelolaan bahan dan peralatan yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek. Beberapa indikator dari variabel Logistik yang dapat menyebabkan risiko adalah sebagai berikut (Maulana & Santosa, 2020):

##### 1. Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal.

Indikator ini mengacu pada ketidaksesuaian antara jadwal pengadaan bahan dan peralatan dengan kebutuhan proyek. Hal ini dapat mengganggu kelancaran pelaksanaan proyek dan menyebabkan penundaan.

##### 2. Kerusakan peralatan terjadi selama pelaksanaan.

Indikator ini mencerminkan kerusakan yang terjadi pada peralatan yang digunakan dalam proyek konstruksi. Kerusakan peralatan dapat menghambat kemajuan proyek dan memerlukan waktu dan biaya tambahan untuk perbaikan atau penggantian peralatan.

##### 3. Pemesanan material terlambat.

Indikator ini menunjukkan keterlambatan dalam melakukan pemesanan bahan material yang diperlukan. Keterlambatan ini dapat menyebabkan penundaan dalam pengiriman material dan mengganggu jadwal pelaksanaan proyek.

##### 4. Keterlambatan pengiriman material dari pemasok.

Indikator ini mencakup keterlambatan dalam pengiriman material dari pemasok ke lokasi proyek. Keterlambatan pengiriman dapat mempengaruhi kelancaran proyek dan menyebabkan penundaan dalam pelaksanaan.

5. Volume material yang dikirim tidak sesuai.  
Indikator ini merujuk pada situasi di mana volume atau kuantitas material yang dikirim tidak sesuai dengan yang dipesan atau dibutuhkan. Ketidaksesuaian ini dapat mengganggu kelancaran proyek dan mempengaruhi kualitas hasil akhir.
6. Ketersediaan material yang kurang.  
Indikator ini mencerminkan kekurangan atau kehabisan material yang diperlukan dalam proyek. Ketersediaan material yang kurang dapat menghambat pelaksanaan proyek dan memerlukan tindakan pengadaan tambahan.
7. Kenaikan harga material.  
Indikator ini mengacu pada peningkatan harga material yang digunakan dalam proyek. Kenaikan harga dapat mempengaruhi anggaran proyek dan mengakibatkan biaya tambahan yang tidak terduga.
8. Kerusakan atau kehilangan (pencurian) material.  
Indikator ini mencakup kerusakan atau kehilangan material yang disebabkan oleh faktor eksternal, seperti kecelakaan atau tindakan pencurian. Kerusakan atau kehilangan material dapat mempengaruhi kelancaran pelaksanaan proyek dan menyebabkan kerugian finansial.
9. Kekurangan peralatan yang diperlukan.  
Indikator ini merujuk pada situasi di mana terjadi kekurangan peralatan yang diperlukan dalam proyek. Kekurangan peralatan dapat menghambat pelaksanaan proyek dan mempengaruhi produktivitas pekerja.
10. Penyimpanan material di Logistik yang tidak tercatat dengan baik.  
Indikator ini mencerminkan kurangnya pencatatan atau pengelolaan yang baik terhadap penyimpanan material di area logistik. Kurangnya pencatatan yang akurat dapat menyebabkan kesulitan dalam melacak stok material dan mengakibatkan kebingungan dalam penggunaan material.

### **3.4.3. Sumber Daya Manusia**

Variabel Sumber Daya Manusia pada proyek konstruksi melibatkan aspek tenaga kerja yang terlibat dalam pelaksanaan proyek. Beberapa indikator dari

variabel Sumber Daya Manusia yang dapat menyebabkan risiko adalah sebagai berikut (Maulana & Santosa, 2020):

1. Jumlah tenaga kerja berubah.

Indikator ini mencerminkan perubahan dalam jumlah tenaga kerja yang tersedia dalam proyek. Perubahan ini dapat mempengaruhi kemampuan proyek untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan dan dapat menyebabkan penundaan atau penurunan produktivitas.

2. Kekurangan ketersediaan pekerja.

Indikator ini menunjukkan situasi di mana terdapat kekurangan tenaga kerja yang dibutuhkan dalam proyek. Kekurangan ini dapat menghambat kemajuan proyek, mempengaruhi jadwal, dan menyebabkan penurunan produktivitas.

3. Kekurangan keahlian pekerja dan kekurangan staf yang berkualifikasi.

Indikator ini mencakup kekurangan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan oleh pekerja dalam proyek. Kekurangan keahlian dapat menyebabkan penurunan kualitas pekerjaan, penundaan, dan bahkan kecelakaan.

4. Terjadi kecelakaan akibat prosedur keamanan yang rendah.

Indikator ini menunjukkan adanya kecelakaan yang terjadi karena prosedur keamanan yang tidak memadai atau tidak diterapkan dengan benar. Kecelakaan dapat mengakibatkan cedera serius, penundaan, dan dampak negatif lainnya pada proyek.

5. Kekurangan penerapan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3).

Indikator ini mencerminkan kekurangan dalam penerapan praktik keamanan dan keselamatan kerja yang baik dalam proyek. Kurangnya penerapan K3 dapat meningkatkan risiko kecelakaan, cedera, dan penurunan produktivitas.

6. Produktivitas kerja yang rendah.

Indikator ini merujuk pada situasi di mana tingkat produktivitas tenaga kerja dalam proyek konstruksi rendah. Rendahnya produktivitas dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kekurangan keterampilan, kurangnya motivasi, dan ketidakorganisasian.

#### 3.4.4. Teknikal Risiko

Variabel Teknikal Risiko mencakup faktor-faktor yang berkaitan dengan aspek teknis dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Berikut adalah beberapa indikator dari variabel Teknikal Risiko (Oktaviani, Susetyo, & Kusumo Bintoro, 2021):

1. Kemacetan di sekitar lokasi proyek.

Indikator ini mencerminkan adanya kemacetan lalu lintas di sekitar lokasi proyek, yang dapat menghambat pengiriman bahan, peralatan, dan tenaga kerja. Kemacetan dapat menyebabkan penundaan dalam jadwal proyek dan penurunan efisiensi.

2. Akses ke lokasi yang sulit.

Indikator ini mengacu pada kesulitan dalam mencapai lokasi proyek karena akses yang terbatas atau sulit. Akses yang sulit dapat menyulitkan pengiriman bahan, peralatan, dan tenaga kerja, serta mempengaruhi efisiensi dan kecepatan pelaksanaan proyek.

3. Metode konstruksi yang tidak sesuai.

Indikator ini mencakup penggunaan metode konstruksi yang tidak tepat atau tidak sesuai dengan kebutuhan proyek. Metode konstruksi yang tidak tepat dapat menyebabkan penurunan kualitas pekerjaan, penundaan, dan biaya tambahan.

4. Kerusakan yang terjadi di sekitar area saat pemasangan.

Indikator ini menunjukkan adanya kerusakan yang terjadi pada infrastruktur atau fasilitas di sekitar area proyek saat proses pemasangan atau konstruksi. Kerusakan dapat mempengaruhi lingkungan sekitar dan memerlukan tindakan perbaikan tambahan.

5. Gangguan keamanan di lokasi proyek.

Indikator ini mencerminkan adanya gangguan keamanan seperti pencurian, vlisme, atau kerusuhan di lokasi proyek. Gangguan keamanan dapat menyebabkan kerugian finansial, penundaan proyek, dan ketidakstabilan lingkungan kerja.

6. Pembuatan dan perakitan baja yang tidak benar.

Indikator ini mencakup kesalahan atau ketidaksesuaian dalam proses pembuatan dan perakitan baja yang digunakan dalam proyek konstruksi. Ketidakbenaran dalam proses ini dapat berdampak pada kekuatan, kestabilan, dan kualitas struktur yang dibangun.

7. Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi.

Indikator ini menunjukkan bahwa material yang digunakan dalam proyek tidak memenuhi str atau spesifikasi yang ditetapkan. Kualitas material yang rendah dapat menyebabkan penurunan kualitas pekerjaan, risiko kegagalan struktur, dan biaya tambahan untuk penggantian atau perbaikan material.

8. Investigasi Situs.

Indikator ini mencakup kelengkapan investigasi dan analisis terhadap kondisi dan karakteristik situs proyek. Investigasi yang tidak memadai dapat mengakibatkan ketidaktahuan terhadap risiko teknis yang mungkin terjadi dan kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek.

9. Kelengkapan data kondisi situs.

Indikator ini mencerminkan kekurangan data yang relevan tentang kondisi geoteknik, hidrologi, atau lingkungan situs proyek. Ketidaklengkapan data dapat menyebabkan kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek serta risiko tambahan yang tidak teridentifikasi sebelumnya.

10. Kelengkapan data untuk membuat DED (Detail Engineering Design).

Indikator ini menunjukkan kurangnya data atau informasi yang diperlukan dalam membuat DED atau rancangan teknis terperinci. Kelengkapan data yang kurang dapat menghambat proses perencanaan dan perancangan, menyebabkan revisi yang berulang, dan penundaan dalam pelaksanaan proyek.

### **3.4.5. Desain**

Variabel Desain mencakup faktor-faktor yang terkait dengan proses perencanaan dan pembuatan desain dalam proyek konstruksi. Beberapa indikator dari variabel Desain yang dapat menyebabkan risiko adalah sebagai berikut (Maulana & Santosa, 2020) :

1. Persiapan dan persetujuan desain terlambat.  
Tanggal target untuk menyelesaikan persiapan dan persetujuan desain tidak tercapai. Penundaan dalam mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk desain. Keterlambatan dalam melibatkan semua pihak yang terkait dalam proses persetujuan desain.
2. Kesalahan desain.  
Terdapat kesalahan dalam menginterpretasikan kebutuhan dan persyaratan proyek dalam desain. Kesalahan dalam menghitung dimensi atau spesifikasi yang diperlukan dalam desain. Desain yang tidak mempertimbangkan faktor-faktor kritis seperti kekuatan struktural, keamanan, atau aspek fungsional.
3. Survei yang dilakukan pada saat desain tidak akurat.  
Data survei yang digunakan untuk desain tidak akurat atau tidak mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan. Kesalahan dalam pengukuran atau interpretasi data survei yang mengarah pada desain yang tidak akurat.
4. Perubahan desain.  
Terjadi perubahan dalam desain yang telah disetujui sebelumnya, baik karena perubahan kebutuhan proyek, perubahan spesifikasi, atau faktor lainnya.  
Perubahan desain tidak dikelola dengan baik, menyebabkan penundaan dalam jadwal proyek dan peningkatan biaya.
5. Metode pelaksanaan yang salah. Desain tidak mempertimbangkan metode pelaksanaan yang efisien atau tidak sesuai dengan kondisi lapangan. Kurangnya pemahaman tentang metode pelaksanaan yang tepat oleh tim desain.
6. Data yang tidak lengkap.  
Informasi yang diperlukan untuk melakukan desain tidak tersedia secara lengkap. Kurangnya data tentang faktor-faktor penting seperti karakteristik tanah, lingkungan, atau kondisi infrastruktur yang relevan.

7. Desain dan gambar tidak sesuai dengan *Bill of Quantity*.

Desain tidak mencerminkan jumlah, jenis, atau spesifikasi yang diperlukan seperti yang tercantum dalam *Bill of Quantity*. Gambar-gambar yang disertakan dalam desain tidak konsisten dengan *Bill of Quantity*, menyebabkan ketidaksesuaian dalam pelaksanaan proyek.

8. Ketidakakuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain.

Spesifikasi rinci pada desain tidak akurat atau tidak sesuai dengan persyaratan proyek. Kesalahan dalam menyediakan informasi rinci tentang komponen atau fitur yang diperlukan dalam desain.

9. Kekurangan gambar rinci.

Gambar yang disediakan tidak memberikan detail yang cukup untuk pelaksanaan yang akurat. Kurangnya gambar rinci yang menggambarkan komponen atau konstruksi yang penting dalam proyek, menyebabkan ketidakjelasan dalam pelaksanaan.

#### **3.4.6. Proyek Manajemen Risiko**

Variabel Proyek Manajemen Risiko mencakup faktor-faktor yang memengaruhi kemungkinan terjadinya risiko dan keberhasilan proyek konstruksi. Berikut adalah beberapa indikator dari variabel Proyek Manajemen Risiko (Oktaviani et al., 2021):

1. Kesalahan dalam memperkirakan biaya dan waktu pelaksanaan.

Perkiraan biaya proyek yang tidak akurat, mengakibatkan anggaran yang tidak mencukupi. Perkiraan waktu pelaksanaan yang tidak realistis, menyebabkan penundaan dalam penyelesaian proyek (Oktaviani et al., 2021).

2. Kurangnya kontrol dan koordinasi di lapangan.

Kurangnya pengawasan dan koordinasi antara tim proyek, mengakibatkan kesalahan atau ketidaksesuaian dalam pelaksanaan proyek. Kurangnya pemantauan terhadap aktivitas di lapangan, menyebabkan potensi kesalahan atau kegagalan dalam pelaksanaan (Oktaviani et al., 2021).

3. Proses pengadaan material terhenti dan belum direncanakan ulang:

Proses pengadaan material tidak berjalan lancar, mengakibatkan penundaan dalam pengiriman atau kekurangan persediaan. Tidak adanya rencana

pengadaan ulang yang disusun dengan baik, mengakibatkan ketidaktersediaan material yang diperlukan pada waktu yang tepat (Oktaviani et al., 2021).

4. Koordinasi yang buruk antara pemangku kepentingan.

Kurangnya komunikasi dan koordinasi yang efektif antara pemangku kepentingan, menyebabkan kesalahpahaman atau perselisihan yang dapat menghambat progres proyek. Kurangnya kesepahaman tentang peran dan tanggung jawab masing-masing pihak, mengakibatkan kurangnya kolaborasi dalam menghadapi risiko dan memecahkan masalah (Oktaviani et al., 2021).

5. Keterlambatan dalam perizinan sebelum pelaksanaan.

Proses perizinan yang lambat atau tidak tepat waktu, menghambat awal pelaksanaan proyek. Ketidapkahaman tentang persyaratan perizinan atau kesalahan dalam pengajuan dokumen, menyebabkan keterlambatan dalam mendapatkan izin yang diperlukan (Oktaviani et al., 2021).

6. Jadwal pelaksanaan yang tidak terencana dengan baik.

Jadwal pelaksanaan proyek yang tidak disusun secara rinci atau tidak realistis, mengakibatkan kesulitan dalam mengikuti waktu yang telah ditetapkan. Kurangnya penjadwalan yang efektif untuk mengantisipasi kemungkinan kendala atau perubahan yang mungkin terjadi (Oktaviani et al., 2021).

7. Administrasi yang tidak tercatat dengan rapi.

Kurangnya dokumentasi yang rapi dan teratur terkait administrasi proyek, menyebabkan kesulitan dalam melacak informasi atau mengambil keputusan yang tepat. Ketidaktersediaan atau kehilangan dokumen penting yang diperlukan untuk pemantauan dan evaluasi proyek (Oktaviani et al., 2021).

## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab IV Metodologi Penelitian menjelaskan pendekatan yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor risiko yang mempengaruhi keberhasilan proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito, seperti Force Majeure, logistik, sumber daya manusia, teknikal, dan desain. Penelitian ini melibatkan pihak-pihak yang terlibat dalam proyek dan menganalisis data dari sumber primer dan sekunder melalui wawancara, kuesioner, dan dokumen proyek. Data dianalisis menggunakan metode statistik dan kualitatif, dengan langkah-langkah seperti analisis deskriptif, uji validitas dan reliabilitas, serta pengujian model struktural menggunakan SEM. FMEA digunakan untuk menilai risiko, sementara FTA membantu mengidentifikasi akar penyebab dan mengembangkan strategi mitigasi. Diagram alir penelitian di akhir bab menggambarkan langkah-langkah penelitian secara kronologis.

#### **4.1. Metode Penelitian**

Proses SEM dan FTA merupakan dua pendekatan yang berbeda dalam menganalisis risiko pada proyek konstruksi. Keduanya dapat dilakukan secara bersamaan, namun lebih umum dilakukan secara bertahap atau berurutan. Pertama, Proses SEM digunakan untuk menganalisis hubungan antar variabel yang mempengaruhi risiko dalam proyek konstruksi, sehingga membantu memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap risiko proyek. Setelah identifikasi faktor-faktor risiko menggunakan SEM, langkah selanjutnya adalah melakukan FTA. FTA digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan kombinasi berbagai faktor risiko yang mungkin menyebabkan kegagalan atau insiden dalam proyek. Ini melibatkan pembangunan pohon kesalahan yang mencakup semua kemungkinan skenario risiko dan hubungannya dengan faktor-faktor penyebabnya.

Umumnya, proses SEM biasanya dilakukan terlebih dahulu untuk mengidentifikasi faktor-faktor risiko, dan kemudian FTA digunakan untuk mengevaluasi potensi kombinasi dan dampak dari faktor-faktor tersebut. Setelah hasil dari keduanya diperoleh, langkah selanjutnya adalah merumuskan strategi

mitigasi risiko yang tepat berdasarkan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang terlibat dan potensi risiko yang ada.

Selain itu, FTA digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis serangkaian peristiwa dan faktor penyebab yang dapat menyebabkan terjadinya risiko pada proyek konstruksi. Dalam konteks ini, FTA dapat membantu dalam memahami sebab-akibat antara faktor risiko seperti kekurangan kontrol dan koordinasi di lapangan, penghentian proses pengadaan material, kurangnya koordinasi antara pemangku kepentingan, keterlambatan perizinan, jadwal pelaksanaan yang tidak terencana dengan baik, dan administrasi yang tidak tercatat dengan rapi. Kombinasi metode SEM dan FTA dalam penelitian ini akan mengidentifikasi faktor penyebab risiko dominan pada proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito serta merumuskan strategi mitigasi yang efektif.

Dalam penelitian penggunaan SEM dan FTA, metode korelasi dapat digunakan untuk mengeksplorasi hubungan antara variabel-variabel yang terlibat dalam analisis risiko. Berikut adalah bagaimana metode korelasi dapat diterapkan antara SEM dan FTA:

1. Antara Variabel dalam SEM

Dalam SEM, dapat menggunakan metode korelasi untuk mengevaluasi hubungan antara variabel laten (yang tidak terukur secara langsung) dan variabel diamati (yang dapat diukur). Misalnya, dapat menggunakan analisis korelasi untuk menentukan seberapa erat hubungan antara variabel laten yang diprediksi oleh model SEM dengan variabel observasional yang diamati dalam proyek .

2. Antara Faktor Risiko dalam FTA

Dalam FTA, metode korelasi dapat digunakan untuk mengevaluasi korelasi antara faktor-faktor risiko yang teridentifikasi dalam pohon kesalahan. Misalnya, dapat menggunakan analisis korelasi untuk menentukan seberapa erat hubungan antara faktor-faktor risiko yang diidentifikasi dalam FTA, seperti keterlambatan dalam proyek, masalah kualitas, atau ketidakpastian biaya.

### 3. Hubungan antara SEM dan FTA.

Menggunakan metode korelasi untuk mengevaluasi hubungan antara variabel-variabel yang diidentifikasi dalam analisis SEM dengan faktor-faktor risiko yang diidentifikasi dalam analisis FTA. Ini memungkinkan untuk menentukan sejauh mana variabel dalam model SEM berkorelasi dengan faktor risiko yang mungkin mempengaruhi keberhasilan proyek.

Dengan menggunakan metode SEM dan FTA, diharapkan penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang risiko-risiko yang mungkin terjadi pada proyek konstruksi dan memberikan rekomendasi mitigasi yang tepat untuk meningkatkan keberhasilan proyek konstruksi tersebut.

#### **4.1.1. Force Majeure**

Variabel *Force Majeure* merujuk pada kejadian atau keadaan di luar kendali manusia yang tidak dapat diprediksi dan tidak dapat dihindari, yang dapat mempengaruhi pelaksanaan proyek konstruksi. Beberapa indikator dari variabel *Force Majeure* yang dapat disebutkan dalam konteks cuaca buruk, angin kencang, dan gempa bumi adalah sebagai berikut (Maulana & Santosa, 2020):

1. Cuaca buruk saat pelaksanaan.
2. Angin terlalu kencang di lokasi proyek.
3. Gempa bumi.

#### **4.1.2. Logistik**

Variabel Logistik pada proyek konstruksi melibatkan pengadaan, penyimpanan, pengiriman, dan pengelolaan bahan dan peralatan yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek. Beberapa indikator dari variabel Logistik yang dapat menyebabkan risiko adalah sebagai berikut (Maulana & Santosa, 2020):

1. Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal.
2. Kerusakan peralatan terjadi selama pelaksanaan.
3. Pemesanan material terlambat.
4. Keterlambatan pengiriman material dari pemasok.
5. Volume material yang dikirim tidak sesuai.
6. Ketersediaan material yang kurang.
7. Kenaikan harga material.
8. Kerusakan atau kehilangan (pencurian) material.

9. Kekurangan peralatan yang diperlukan.
10. Penyimpanan material di Logistik yang tidak tercatat dengan baik.

#### **4.1.3. Sumber Daya Manusia**

Variabel Sumber Daya Manusia pada proyek konstruksi melibatkan aspek tenaga kerja yang terlibat dalam pelaksanaan proyek. Beberapa indikator dari variabel Sumber Daya Manusia yang dapat menyebabkan risiko adalah sebagai berikut (Maulana & Santosa, 2020):

1. Jumlah tenaga kerja berubah.
2. Kekurangan ketersediaan pekerja.
3. Kekurangan keahlian pekerja dan kekurangan staf yang berkualifikasi.
4. Terjadi kecelakaan akibat prosedur keamanan yang rendah.
5. Kekurangan penerapan Keamanan dan Keselamatan kerja (K3).
6. Produktivitas kerja yang rendah.

#### **4.1.4. Teknikal Risiko**

Variabel Teknikal Risiko mencakup faktor-faktor yang berkaitan dengan aspek teknis dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Berikut adalah beberapa indikator dari variabel Teknikal Risiko (Oktaviani et al., 2021):

1. Kemacetan di sekitar lokasi proyek.
2. Akses ke lokasi yang sulit.
3. Metode konstruksi yang tidak sesuai.
4. Kerusakan yang terjadi di sekitar area saat pemasangan.
5. Gangguan keamanan di lokasi proyek.
6. Pembuatan dan perakitan baja yang tidak benar.
7. Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
8. Investigasi Situs.
9. Kelengkapan data kondisi situs.
10. Kelengkapan data untuk membuat DED (*Detail Engineering Design*).

#### **4.1.5. Desain**

Variabel Desain mencakup faktor-faktor yang terkait dengan proses perencanaan dan pembuatan desain dalam proyek konstruksi. Beberapa indikator dari variabel Desain yang dapat menyebabkan risiko adalah sebagai berikut (Maulana & Santosa, 2020) :

1. Persiapan dan persetujuan desain terlambat.
2. Kesalahan desain.
3. Survei yang dilakukan pada saat desain tidak akurat.
4. Perubahan desain.
5. Metode pelaksanaan yang salah.
6. Data yang tidak lengkap.
7. Desain dan gambar tidak sesuai dengan Bill of Quantity.
8. Ketidakakuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain.
9. Kekurangan gambar rinci.

#### **4.1.6. Proyek Manajemen Risiko**

Variabel Proyek Manajemen Risiko adalah faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kemungkinan terjadinya risiko dalam suatu proyek konstruksi. Variabel ini mencakup berbagai aspek yang dapat mempengaruhi kelancaran dan keberhasilan proyek, serta kemungkinan terjadinya peristiwa yang dapat mengganggu tujuan proyek. Berikut adalah beberapa indikator dari variabel Proyek Manajemen Risiko (Oktaviani et al., 2021):

1. Kesalahan dalam memperkirakan biaya dan waktu pelaksanaan.
2. Kurangnya kontrol dan koordinasi di lapangan.
3. Proses pengadaan material terhenti dan belum direncanakan ulang:
4. Koordinasi yang buruk antara pemangku kepentingan.
5. Keterlambatan dalam perizinan sebelum pelaksanaan.
6. Jadwal pelaksanaan yang tidak terencana dengan baik.
7. Administrasi yang tidak tercatat dengan rapi.

Dalam manajemen risiko, baik SEM (*Structural Equation Modeling*) maupun FTA (*Fault Tree Analysis*) memiliki peran yang penting dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola risiko. Berikut adalah beberapa contoh risiko yang dapat diidentifikasi dan dianalisis menggunakan kedua metode tersebut:

##### **1. Risiko Mutu**

Risiko terkait dengan mutu produk atau layanan yang dihasilkan dalam sebuah proyek atau proses. SEM dapat digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi mutu, seperti kualitas bahan baku, metode produksi, atau keterampilan tenaga kerja. FTA dapat digunakan untuk mengidentifikasi

penyebab kegagalan dalam memenuhi standar mutu dan mengembangkan strategi mitigasi untuk meningkatkan mutu produk atau layanan.

## 2. Risiko Biaya

Risiko terkait dengan peningkatan biaya proyek melebihi perkiraan awal atau anggaran yang telah ditetapkan. SEM dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara faktor-faktor seperti estimasi biaya, penggunaan sumber daya, atau perubahan lingkungan proyek dengan biaya keseluruhan. FTA dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kemungkinan peningkatan biaya, seperti perubahan desain, keterlambatan dalam proyek, atau masalah manajemen risiko yang tidak terdeteksi.

## 3. Risiko Waktu

Risiko terkait dengan keterlambatan dalam penyelesaian proyek atau melebihi jadwal yang telah ditetapkan. SEM dapat digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi jadwal proyek, seperti perencanaan yang tidak efisien, koordinasi yang buruk, atau perubahan sekup pekerjaan. FTA dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab potensial keterlambatan, seperti permasalahan dalam rantai pasokan, cuaca buruk, atau masalah teknis yang tidak terduga.

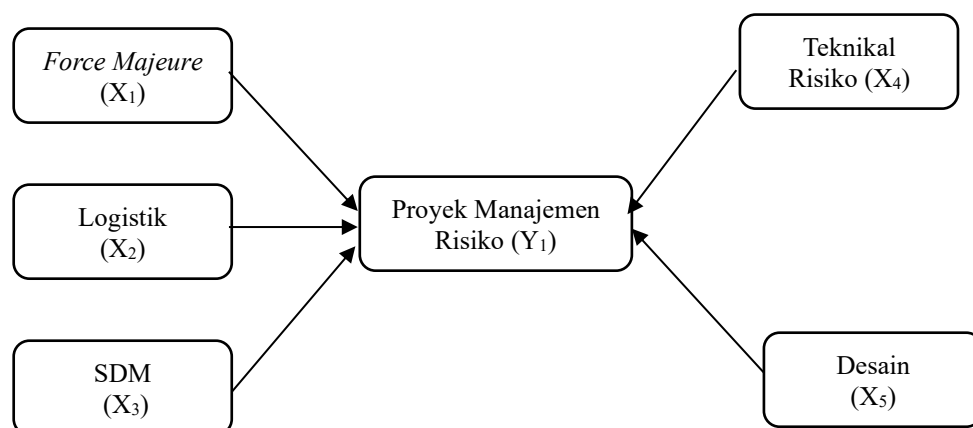
## 4. Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Risiko terkait dengan cedera atau kecelakaan yang dapat terjadi pada pekerja selama pelaksanaan proyek. SEM dapat digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja, seperti kebijakan keselamatan, pelatihan karyawan, atau penggunaan peralatan pelindung diri. FTA dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab potensial kecelakaan atau cedera, seperti penggunaan peralatan yang tidak aman, pelatihan yang tidak memadai, atau faktor lingkungan yang berbahaya.

### **4.2. Kerangka Hipotesis Penelitian**

Kerangka pemikiran hipotesis dalam penelitian ini dirancang untuk menganalisis pengaruh berbagai faktor risiko terhadap manajemen risiko proyek, khususnya pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito. Faktor-faktor yang ditinjau mencakup force majeure yang mencakup kejadian tak terduga

seperti cuaca ekstrem dan gempa bumi, logistik yang berkaitan dengan kelancaran penyediaan material dan peralatan, SDM yang meliputi kualitas dan ketersediaan tenaga kerja, teknikal risiko yang berhubungan dengan metode konstruksi dan kondisi lapangan, serta desain yang mencakup akurasi dan kesesuaian rancangan teknis. Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana setiap faktor tersebut memengaruhi keberhasilan manajemen risiko, sehingga dapat merumuskan strategi mitigasi yang efektif dalam menghadapi potensi kegagalan proyek. Visualisasi kerangka pemikiran hipotesis adalah sebagai berikut:



**Gambar 4. 1 Kerangka Hipotesis Penelitian**

### 4.3. Pengembangan Hipotesis

#### 4.3.1. Pengaruh *Force Majeure* terhadap Proyek Manajemen Risiko

*Force majeure*, seperti cuaca buruk atau gempa bumi, merupakan ancaman signifikan yang sulit diprediksi dan dapat mengganggu jalannya proyek konstruksi. Dalam manajemen risiko, peran *force majeure* sangat krusial karena dapat menyebabkan keterlambatan pekerjaan, pembengkakan biaya, atau kerusakan infrastruktur. Sebagai contoh, penelitian oleh Jibril dan Shaban (2021) menunjukkan bahwa kejadian tak terduga ini berpotensi memperbesar risiko pada fase konstruksi dan operasional proyek, sehingga perlu dilakukan identifikasi awal terhadap potensi *force majeure*. Analisis ini membantu menentukan tingkat kerentanan proyek terhadap berbagai faktor eksternal yang berada di luar kendali manusia.

Selain itu, mitigasi risiko *force majeure* melibatkan perencanaan yang cermat, termasuk pengadaan asuransi, perjanjian kontrak yang fleksibel, dan pembuatan

rencana darurat. Strategi-strategi ini dirancang untuk meminimalkan dampak negatif terhadap waktu dan anggaran proyek. Sebagai tambahan, penting untuk menyertakan protokol komunikasi yang baik antara pemangku kepentingan guna memastikan Kuesioner cepat ketika force majeure terjadi. Dengan manajemen risiko yang efektif, proyek dapat tetap beroperasi meskipun menghadapi gangguan yang signifikan. Hipotesis yang diajukan adalah:

H1: Terdapat pengaruh Force Majeure terhadap Proyek Manajemen Risiko

#### **4.3.2. Pengaruh Logistik terhadap Proyek Manajemen Risiko**

Logistik adalah elemen utama dalam keberhasilan proyek konstruksi karena berkaitan dengan penyediaan material dan peralatan yang tepat waktu. Risiko logistik, seperti keterlambatan pengiriman atau ketidaksesuaian material, dapat berdampak langsung pada jadwal proyek dan biaya konstruksi. He dan Han (2022) menyoroti bahwa pengelolaan risiko logistik yang buruk tidak hanya memengaruhi efisiensi kerja, tetapi juga meningkatkan biaya keseluruhan proyek akibat keterlambatan atau pengeluaran tambahan untuk perbaikan. Oleh karena itu, evaluasi risiko logistik harus menjadi bagian integral dalam manajemen proyek.

Manajemen logistik yang efektif dapat meningkatkan keselamatan kerja dan memastikan kelancaran pelaksanaan proyek. Setiawan (2022) menunjukkan bahwa koordinasi yang baik antara penyedia material, kontraktor, dan pemangku kepentingan dapat membantu memastikan ketersediaan sumber daya sesuai kebutuhan proyek. Selain itu, penggunaan teknologi seperti sistem manajemen logistik berbasis digital dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi risiko kesalahan manusia, sehingga proyek dapat berjalan sesuai dengan perencanaan awal. Hipotesis yang diajukan adalah:

H2: Terdapat pengaruh Logistik terhadap Proyek Manajemen Risiko.

#### **4.3.3. Pengaruh SDM terhadap Proyek Manajemen Risiko**

Sumber daya manusia (SDM) memegang peran penting dalam mendukung efektivitas manajemen risiko. Kompetensi dan pengalaman tim dalam mengelola proyek sangat menentukan keberhasilan identifikasi dan mitigasi risiko. Ayuningtyas & Rarasati (2020) menekankan bahwa kurangnya pelatihan dan kemampuan manajemen dapat meningkatkan kerentanan proyek terhadap kegagalan, terutama pada fase perencanaan dan implementasi. SDM yang tidak

memadai dapat menyebabkan kesalahan dalam pengambilan keputusan atau pelaksanaan pekerjaan, yang pada akhirnya memengaruhi kualitas proyek.

Selain itu, keterlibatan seluruh pihak dalam manajemen risiko menjadi kunci untuk memitigasi potensi masalah. Igihozo & Irechukwu (2022) menyoroti pentingnya perencanaan yang melibatkan SDM sejak awal untuk menciptakan lingkungan kerja yang proaktif terhadap risiko. Dengan menerapkan pelatihan berkelanjutan dan menyediakan panduan keselamatan kerja, proyek dapat mengurangi insiden tak terduga yang memengaruhi produktivitas dan efisiensi. Hipotesis yang diajukan adalah:

H3: Terdapat pengaruh SDM terhadap Proyek Manajemen Risiko.

#### **4.3.4. Pengaruh Teknikal Risiko terhadap Proyek Manajemen Risiko**

Teknikal risiko mencakup masalah yang timbul dari metode konstruksi, penggunaan teknologi, atau kondisi teknis yang tidak terduga. Fakhrtov et al. (2020) menggarisbawahi bahwa manajemen risiko yang efektif dapat membantu mengidentifikasi potensi masalah teknis sejak tahap awal proyek. Misalnya, kesalahan dalam penerapan metode konstruksi atau peralatan yang tidak sesuai spesifikasi dapat memengaruhi kualitas hasil akhir dan menambah biaya perbaikan.

Kolaborasi antar tim menjadi kunci dalam mengelola risiko teknis. Sun et al. (2021) menunjukkan bahwa integrasi data dan perencanaan yang baik dapat membantu mencegah kesalahan teknis selama pelaksanaan proyek. Dengan melakukan simulasi atau uji kelayakan teknologi, risiko teknis dapat diminimalkan, sehingga kualitas proyek tetap terjaga dan waktu pelaksanaan dapat dioptimalkan sesuai jadwal. Hipotesis yang diajukan adalah:

H4: Terdapat pengaruh Teknikal Risiko terhadap Proyek Manajemen Risiko.

#### **4.3.5. Pengaruh Desain terhadap Proyek Manajemen Risiko**

Desain yang buruk atau tidak akurat sering menjadi penyebab utama risiko dalam proyek konstruksi. Ketidakcocokan antara desain dan kebutuhan proyek dapat menimbulkan berbagai masalah, seperti perubahan desain di tengah pelaksanaan atau kesalahan konstruksi. Hubbard & Debs (2022) menyatakan bahwa pengelolaan fase desain yang baik, termasuk keterlibatan semua pemangku kepentingan, dapat mengurangi risiko ini secara signifikan. Desain yang matang

membantu memastikan bahwa setiap elemen proyek direncanakan dengan mempertimbangkan aspek teknis dan kebutuhan operasional.

Selain itu, keterampilan dalam merencanakan proyek, termasuk penggunaan teknologi desain seperti BIM (*Building Information Modeling*), dapat mencegah kesalahan atau ketidakcocokan spesifikasi. Liang & Yturralde (2024) menyoroti bahwa desain yang lengkap dan akurat berperan dalam memastikan kelancaran proyek, mengurangi kebutuhan untuk revisi, serta meminimalkan risiko keterlambatan dan pembengkakan biaya. Hal ini menunjukkan bahwa desain adalah fondasi penting dalam manajemen risiko proyek. Hipotesis yang diajukan adalah:

H5: Terdapat pengaruh Desain terhadap Proyek Manajemen Risiko.

#### **4.4. Subjek dan Objek Penelitian**

Subjek penelitian ini adalah Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito. Penelitian ini akan berfokus pada analisis faktor penyebab dan mitigasi risiko yang terkait dengan proyek konstruksi tersebut. Subyek penelitian ini meliputi berbagai pihak yang terlibat dalam proyek, termasuk tim manajemen proyek, kontraktor, konsultan desain, pemilik proyek, dan pihak terkait lainnya.

Obyek penelitian ini adalah risiko-risiko yang terkait dengan Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito. Penelitian ini akan menganalisis faktor-faktor penyebab risiko seperti keterlambatan persiapan dan persetujuan desain, kesalahan desain, perubahan desain, metode pelaksanaan yang salah, kekurangan kontrol dan koordinasi di lapangan, penghentian proses pengadaan material, kurangnya koordinasi antara pemangku kepentingan, keterlambatan perizinan, jadwal pelaksanaan yang tidak terencana dengan baik, dan administrasi yang tidak tercatat dengan rapi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab risiko dominan pada proyek Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito serta merumuskan strategi mitigasi untuk memastikan keberhasilan proyek.

. Berdasarkan definisi diatas, maka obyek dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Obyek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito.

2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito

3. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada jam kerja dan disesuaikan dengan situasi dan kondisi di lapangan. Observasi dilaksanakan pada September sampai dengan Desember 2023.

#### **4.5. Data & Pengumpulan Data**

Data yang diperlukan pada riset ini akan dikumpulkan menggunakan berbagai metode pengumpulan yang sesuai dengan analisis faktor penyebab dan upaya mitigasi risiko pada proyek konstruksi. Berikut adalah metode pengumpulan data yang akan digunakan:

1. Dokumentasi.

Data akan dikumpulkan melalui dokumen-dokumen terkait proyek, seperti laporan proyek, rencana desain, jadwal pelaksanaan, kontrak, surat-surat resmi, dan dokumen lain yang berkaitan. Dokumentasi ini akan memberikan informasi mengenai perencanaan, pelaksanaan, dan kendala-kendala yang terjadi selama proyek.

2. Observasi langsung.

Peneliti akan melakukan observasi langsung di lapangan untuk melihat kondisi proyek secara langsung, mengamati aktivitas-aktivitas yang dilakukan, dan mengidentifikasi potensi risiko yang muncul. Observasi ini akan memberikan data yang akurat dan mendalam tentang situasi di lapangan.

3. Penyebaran Kuisisioner

Terdapat tiga jenis kuisisioner yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu kuisisioner pendahuluan untuk mengumpulkan data validitas variabel yang diajukan, kuisisioner utama untuk mengetahui probabilitas dampak dari kejadian risiko pada proyek, dan kuisisioner validasi pakar untuk menentukan

tindakan yang perlu diambil guna mencegah serta mengurangi kemungkinan terjadinya risiko.

4. Wawancara.

Wawancara akan dilakukan dengan pihak terkait proyek, seperti tim manajemen proyek, kontraktor, konsultan desain, dan pemilik proyek. Wawancara ini akan digunakan untuk mendapatkan informasi tentang persepsi mereka terhadap faktor penyebab risiko dan upaya mitigasi yang dilakukan. Wawancara juga dapat memberikan wawasan tentang pengalaman dan pembelajaran yang diperoleh dari proyek tersebut.

5. Studi literature.

Data dan informasi yang relevan juga akan dikumpulkan melalui studi literatur, seperti jurnal ilmiah, buku referensi, dan sumber-sumber teoritis lainnya. Studi literatur ini akan membantu dalam memperoleh pemahaman yang lebih luas tentang teori dan konsep manajemen risiko dalam proyek konstruksi.

Dalam penyusunan Fault Tree Analysis (FTA), metode yang digunakan adalah pendekatan sistematis untuk menganalisis potensi penyebab kegagalan yang berhubungan dengan berbagai jenis risiko. Kriteria yang dibutuhkan dalam penyusunan FTA meliputi identifikasi risiko utama yang berpotensi menyebabkan kerugian besar, serta penentuan hubungan sebab-akibat antar risiko tersebut. FTA mengharuskan peneliti untuk memetakan berbagai peristiwa yang dapat terjadi, mengklasifikasikan mereka ke dalam *Basic event* (peristiwa dasar), dan menghubungkannya untuk menentukan kemungkinan terjadinya kegagalan atau dampak negatif pada proyek. Penyusunan ini membutuhkan data yang valid, baik dari kuesioner, observasi lapangan, maupun masukan dari ahli untuk menghasilkan analisis yang akurat dan dapat diandalkan.

Dengan menggunakan kombinasi metode pengumpulan data di atas, diharapkan peneliti dapat mengumpulkan data yang komprehensif dan memadai untuk melakukan analisis faktor penyebab risiko dan merumuskan strategi mitigasi yang efektif dalam proyek konstruksi Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito.

#### 4.6. Sistematika Penelitian

Teknik pengolahan data yang digunakan dalam analisa faktor penyebab dan mitigasi risiko pada proyek konstruksi dengan metode SEM dan FTA meliputi beberapa langkah berikut:

1. Pengumpulan Data: Data yang diperlukan untuk analisa ini meliputi informasi tentang faktor penyebab risiko pada proyek konstruksi, mitigasi yang telah dilakukan, dan hasil yang ingin dicapai. Data dapat diperoleh melalui observasi, wawancara, dokumentasi, atau survei.
2. Preprocessing Data: Tahap ini melibatkan pemrosesan data mentah untuk memastikan kualitas dan kevalidan data. Data yang tidak lengkap, tidak konsisten, atau mengandung outlier dapat diidentifikasi dan diperbaiki dalam tahap ini.
3. Identifikasi Faktor Penyebab Risiko: Faktor penyebab risiko pada proyek konstruksi diidentifikasi melalui studi literatur, konsultasi dengan ahli, atau pengalaman praktisi. Faktor-faktor ini dapat mencakup aspek desain, manajemen proyek, lingkungan, sumber daya manusia, dan lainnya.
4. Konstruksi Model SEM: Model SEM dibangun untuk menganalisis hubungan antara faktor penyebab risiko dan mitigasi yang dilakukan. Model ini menggambarkan variabel-variabel yang terlibat dalam analisis dan hubungan antara mereka. Variabel latennya meliputi faktor penyebab risiko, variabel mediasi, dan variabel hasil atau dampak.
5. Pengujian Model SEM: Model SEM diuji dengan menggunakan data yang telah dikumpulkan. Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa sejauh mana model sesuai dengan data empiris. Pengujian melibatkan evaluasi goodness-of-fit model, validitas konstruk, reliabilitas, dan hubungan antara variabel-variabel dalam model.
6. Analisis FTA: Metode FTA digunakan untuk menganalisis hubungan sebab-akibat antara faktor risiko dan mitigasi yang telah dilakukan. Dalam analisis ini, pohon kegagalan dibangun dengan mengidentifikasi faktor risiko sebagai kegagalan dasar dan mengidentifikasi mitigasi sebagai peristiwa yang mengurangi kegagalan.

7. Interpretasi Hasil: Hasil analisis dari model SEM dan FTA dievaluasi dan diinterpretasikan. Ini melibatkan penafsiran signifikansi statistik, kekuatan hubungan antara variabel, dan implikasi temuan untuk pengelolaan risiko pada proyek konstruksi.
8. Penyusunan Laporan: Hasil analisis dan temuan penelitian disusun dalam laporan penelitian yang sistematis dan terstruktur. Laporan ini mencakup ringkasan metodologi, temuan, analisis, kesimpulan, dan rekomendasi untuk manajemen risiko pada proyek konstruksi.

*Structural Equation Modeling (SEM):*

- a SEM adalah metode statistika yang digunakan untuk menguji dan memodelkan hubungan antara variabel-variabel.
- b Ini memungkinkan kita untuk memahami hubungan kompleks antara variabel-variabel melalui pembentukan model struktural yang mencerminkan hipotesis kita tentang bagaimana variabel-variabel tersebut berinteraksi.
- c Dalam SEM, variabel-variabel diamati (observational) dan laten (latent) dimodelkan sebagai konsep yang tidak langsung diamati tetapi memiliki pengaruh pada variabel lain.
- d SEM menggunakan teknik pengujian statistik untuk memvalidasi model yang dibuat dan mengukur kecocokan model dengan data observasional.

*Fault Tree Analysis (FTA):*

- a FTA adalah metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan atau insiden dalam suatu sistem.
- b Ini melibatkan pembuatan pohon kesalahan (*fault tree*) yang mencatat semua kombinasi kemungkinan penyebab kegagalan yang mungkin terjadi.
- c FTA dimulai dengan mengidentifikasi kegagalan atau insiden yang diinginkan, dan kemudian menganalisis rantai penyebab yang mungkin menyebabkan kejadian tersebut.
- d Setiap cabang dalam pohon kesalahan mewakili satu faktor risiko atau kegagalan yang dapat menyebabkan insiden yang diinginkan.
- e FTA membantu dalam mengidentifikasi risiko-risiko kritis dan mengembangkan strategi mitigasi untuk mengurangi kemungkinan terjadinya insiden atau kegagalan tersebut.

Tahapan manajemen risiko yang umum meliputi identifikasi risiko, perencanaan mitigasi, dan Kuesioner terhadap mitigasi. Berikut adalah penjelasan singkat tentang setiap tahapan serta kaitannya dengan penggunaan SEM dan FTA:

1. Identifikasi Risiko:

- a Tahap pertama dalam manajemen risiko adalah mengidentifikasi risiko yang mungkin memengaruhi proyek atau organisasi . Ini melibatkan pengidentifikasian semua potensi ancaman atau peluang yang dapat mempengaruhi tujuan proyek.
- b Penggunaan SEM: Dalam analisis SEM, dapat mengidentifikasi variabel-variabel yang berpotensi menjadi faktor risiko dalam model . Ini bisa termasuk variabel laten atau observasional yang memiliki hubungan dengan keberhasilan proyek.
- c Penggunaan FTA: Dalam FTA, dapat menggunakan teknik ini untuk mengidentifikasi akar penyebab dari risiko-risiko yang telah diidentifikasi. Ini membantu memahami struktur dasar risiko dan mengidentifikasi kombinasi kemungkinan peristiwa yang dapat menyebabkan dampak negatif pada proyek .

2. Rencana Mitigasi:

- a Setelah risiko-risiko telah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah merencanakan strategi mitigasi untuk mengurangi dampak dan kemungkinan terjadinya risiko tersebut.
- b Penggunaan SEM: Dalam SEM, dapat menggunakan model untuk mengevaluasi potensi dampak dari variabel-variabel risiko yang diidentifikasi. dapat menentukan hubungan antara variabel-variabel tersebut dan mengidentifikasi area-area yang memerlukan perhatian khusus dalam rencana mitigasi.
- c Penggunaan FTA: Dalam FTA, dapat menggunakan analisis pohon kesalahan untuk mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi yang paling efektif untuk mengurangi kemungkinan terjadinya peristiwa risiko. Ini dapat meliputi penggunaan sistem redundansi, pelatihan karyawan, atau perubahan prosedur operasional.

### 3. Kuesioner Mitigasi:

- a Tahap terakhir adalah melaksanakan rencana mitigasi yang telah dirancang dan meKuesioner terhadap risiko-risiko yang telah diidentifikasi.
- b Penggunaan SEM: Dalam SEM, dapat menggunakan model untuk memantau dan mengevaluasi efektivitas rencana mitigasi yang telah dilaksanakan. dapat melihat apakah ada perubahan dalam variabel-variabel yang terkait dengan risiko dan mengambil tindakan yang sesuai jika diperlukan.
- c Penggunaan FTA: Dalam FTA, dapat menggunakan analisis pohon kesalahan untuk memantau efektivitas langkah-langkah mitigasi yang telah diimplementasikan dan mengidentifikasi apakah masih ada kemungkinan kegagalan atau risiko tambahan yang muncul.

Penelitian ini menggunakan metode Partial Least Square (PLS) dengan SmartPLS versi 3 untuk menganalisis data, karena PLS menawarkan fleksibilitas tinggi dalam menghubungkan teori dengan data, serta dapat menangani data yang tidak berdistribusi normal dan sampel kecil. PLS cocok untuk penelitian prediksi dan dapat menganalisis hubungan antar variabel laten yang dibentuk dengan indikator reflektif dan *second-order factor*. Dengan menggunakan pendekatan *repeated indicators* atau *hierarchical component model*, PLS memungkinkan estimasi model yang lebih efisien, meskipun indikator diulang, dan memberikan konfirmasi atas hubungan antar variabel laten dalam penelitian ini (Sugiyono, 2018).

#### 4.4.1 Analisis Statistik Deskriptif

Profil Responden dan variabel yang diteliti dapat digambarkan menggunakan analisis statistik deskriptif. Distribusi frekuensi, rata-rata, standar deviasi, dan persentase dari variabel independen dan dependen dapat diketahui melalui analisis ini, serta tingkat kepercayaan dari hasil penelitian dapat ditentukan..

#### 4.4.2 Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk menentukan keabsahan suatu kuesioner. Kuesioner dinyatakan valid jika dapat mengukur dengan tepat apa yang dimaksudkan oleh pertanyaan tersebut. Setiap item pada kuesioner yang mencakup

variabel-variabel akan diuji validitasnya. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap, antara lain: uji validitas *convergent validity*, *average variance extracted* (AVE), dan *discriminant validity* (Sugiyono, 2018).

1. *Content Validity*.

Validitas konten kuesioner diperoleh dengan menggunakan kuesioner yang sudah terbukti valid dan sering digunakan oleh peneliti sebelumnya. Kuesioner dalam penelitian ini disusun berdasarkan kajian literatur yang telah dimodifikasi sesuai kebutuhan untuk mengurangi kemungkinan bias responden terhadap preferensi tertentu..

2. *Convergent Validity*.

Pengukuran konvergensi ini bertujuan untuk menilai apakah setiap item pertanyaan mengukur dimensi yang sama dari variabel tersebut. Validitas konvergen dapat dianggap terpenuhi jika nilai AVE setiap variabel lebih dari 0,5, dan nilai loading setiap item juga melebihi 0,5.

3. *Average Variance Extrated* (AVE).

Uji validitas ini dilakukan dengan menilai validitas item pertanyaan berdasarkan nilai AVE yang merupakan persentase rata-rata nilai varian yang diekstrak antara item pertanyaan atau indikator suatu variabel yang merangkum indikator konvergen. Persyaratan yang baik tercapai jika nilai AVE untuk setiap item pertanyaan melebihi 0,5.

4. *Discriminant Validity*.

Uji validitas ini ditujukan untuk mengestimasi sejauh mana dua variabel saling berbeda. Validitas diskriminan dapat dianggap terpenuhi jika nilai korelasi antar variabel lebih tinggi dibandingkan dengan korelasi variabel tersebut dengan variabel lainnya. Cara lain untuk memenuhi uji validitas diskriminan adalah dengan memeriksa nilai *cross loading*, di mana nilai *cross loading* setiap item terhadap variabel itu sendiri harus lebih besar daripada nilai korelasi item dengan variabel lain.

#### **4.4.3 Uji Reliabilitas**

Secara umum, reliabilitas merujuk pada serangkaian uji yang digunakan untuk menilai ketepatan item-item pertanyaan. Uji reliabilitas bertujuan untuk mengukur kekonsistensinan kuesioner dari jawaban responden. Pengujiannya,

mempergunakan nilai *composite reliability*, di mana suatu variabel dianggap reliabel jika memiliki nilai *composite reliability*  $\geq 0,7$  (Sugiyono, 2018).

#### **4.4.4 Model Struktural atau *Inner Model***

Model dalam (*inner model*) menggambarkan hubungan antara variabel laten berdasarkan teori substantif. Evaluasi model struktural dilakukan dengan menggunakan R-square untuk variabel dependen, uji Stone-Geisser Q-square untuk relevansi prediktif, serta uji t dan signifikansi koefisien parameter jalur struktural. Penilaian model PLS dimulai dengan memeriksa R-square untuk setiap variabel laten dependen, yang interpretasinya serupa dengan regresi. Perubahan nilai R-square digunakan untuk menilai pengaruh variabel laten independen terhadap variabel laten dependen, apakah memberikan pengaruh yang signifikan. Selain R-square, model PLS juga dievaluasi menggunakan Q-square untuk mengukur relevansi prediktif, yang menilai seberapa baik model dapat menghasilkan nilai observasi serta estimasi parameternya (Sugiyono, 2018)

#### **4.4.5 Pengujian Hipotesis**

Pengujian hipotesis dilakukan dengan analisis model penuh SEM menggunakan smartPLS agar dapat mengonfirmasi teori dan keterkaitan antara variabel laten (Ghozali, 2012). Pengujiannya dilakukan dengan memeriksa nilai *Path Coefficient*. Hipotesis dianggap diterima jika nilai pvalue yang dihasilkan dibawah 0,05 (Sugiyono, 2018).

#### **4.4.6 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)***

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah metode rekayasa yang digunakan untuk mengidentifikasi, menetapkan, dan menghilangkan potensi kegagalan, masalah, kesalahan, dan hal-hal lain yang dapat terjadi dalam sistem, desain, proses, atau layanan sebelum sampai ke konsumen (Wardhani & Utomo, 2023). FMEA merupakan teknik analisis risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana peralatan, fasilitas, atau sistem dapat gagal dan dampak yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut. Hasil dari FMEA memberikan rekomendasi untuk meningkatkan keandalan dan keselamatan sistem, fasilitas, atau peralatan yang dianalisis (Iraz & Suseno, 2023). Untuk menentukan Risk Priority Number (RPN), langkah pertama adalah penilaian terhadap Severity (S),

Occurrence (O), dan Detection (D) sesuai dengan langkah-langkah yang dijelaskan oleh Sutiono et al. (2022).

a. *Severity* (S)

*Severity* merupakan tahap pertama dalam analisis risiko, yang berfokus pada penilaian besarnya dampak atau konsekuensi dari suatu peristiwa terhadap hasil dan proses yang terjadi. Tabel ratingnya adalah:

**Tabel 4. 1 *Severty Rating***

<b>Skala</b>	<b>Akibat</b>	<b>Kriteria</b>
1	Tidak ada akibatnya	Tidak ada efek terhadap kualitas
2	Sangat sedikit akibatnya	Karakteristik kualitas tidak terganggu
3	Sedikit akibatnya	Akibatnya kecil terhadap kualitas
4	Akibatnya kecil	Kualitas sedikit mengalami gangguan
5	Cukup berakibat	Kegagalan pada beberapa mengakibatkan ketidakpuasan pada kualitas
6	Cukup berakibat	Kegagalan yang mengakibatkan ketidaksesuaian
7	Akibatnya besar	Kualitas bahan tidak memuaskan
8	Ekstrim	Kualitas bahan sangat tidak memuaskan
9	Serius	Berpotensi menimbulkan akibat kegagalan pada proses konstruksi
10	Berisiko	Efek dari kegagalan kualitas bahan baku berakibat tidak berjalannya proses kontruksi

b. *Occurance* (O)

*Occurrence* adalah penilaian terhadap kemungkinan terjadinya kegagalan dalam hasil dan proses, dengan menentukan nilai pada skala 1-10. Tabel ratingnya adalah:

**Tabel 4. 2 *Occurance Rating***

<b>Skala</b>	<b>Akibat</b>	<b>Kriteria</b>
1	Tidak pernah	Tidak pernah terjadi kegagalan
2	Jarang	Terjadinya kegagalan sangat jarang
3	Sangat kecil	Terjadinya kegagalan sangat kecil
4	Sedikit sekali	Kemungkinan adanya kegagalan
5	Rendah	Kemungkinan kegagalan ada
6	Sedang	Kemungkinan kegagalan sedang
7	Cukup tinggi	Sering terjadinya kegagalan

8	Tinggi	Tingginya jumlah kegagalan
9	Sangat tinggi	Jumlah kemungkinan kegagalan tinggi
10	Pasti	Kegagalan pasti ada

c. *Detection (D)*

*Detection* merupakan penilaian kinerja kontrol yang dapat mengungkap kesalahan dalam kinerja suatu proses. Dapat diketahui bahwa skala penilaian *detection* 1-10 seperti tabel berikut:

**Tabel 4. 3 *Detection Rating***

Skala	Akibat	Kriteria
1	Sangat pasti	Kontrol pasti melacak
2	Sangat tinggi	Kontrol bisa melacak
3	Tinggi	Kontrol memiliki peluang yang besar untuk melacak
4	Cukup tinggi	Kemungkinan kontrol melacak cukup tinggi
5	Sedang	Kemungkinan kontrol melacak sedang
6	Rendah	Kemungkinan kontrol melacak rendah
7	Sedikit	Kontrol mempunyai peluang yang sedikit untuk melacak
8	Sangat sedikit	Kontrol mempunyai peluang yang sangat sedikit untuk melacak
9	Jarang	Kontrol mungkin tidak melacak
10	Mustahil	Kontrol pasti tidak melacak

d. *Risk Priority Number (RPN)*

Penilaian yang menggabungkan tiga faktor kunci, yaitu tingkat keparahan dampak *Severity (S)*, tingkat kemungkinan terjadinya suatu peristiwa *Occurance (O)*, dan kemampuan mendeteksi kesalahan sebelum mencapai konsumen *Detection (D)* adalah hasil matematis dari analisis FMEA (Klausarino et al, 2023). RPN memberikan gambaran tentang seberapa tinggi risiko kegagalan tersebut. Persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung RPN.

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

S = *Severity*

O = *Occurance*

D = *Detection*

Setelah nilai RPN diperoleh, maka nilai tersebut dikelompokkan dalam kategori peringkat untuk mengidentifikasi risiko tinggi yang memerlukan Tindakan pencegahan. Kategori peringkat ini dapat dilihat pada tabel 2.5 (Fatimah, 2024).

**Tabel 4. 4 Kategori Peringkat Kekritisan**

Nilai RPN	Kategori Peringkat
86 – 125	Tinggi
43 – 85	Sedang
1 – 42	Rendah

#### 4.4.7 Analisa Risiko Kualitatif

Menurut *Project Management Institute* (2013), analisis risiko kualitatif bertujuan untuk memprioritaskan risiko yang telah diidentifikasi berdasarkan tingkat kepentingannya. Proses ini memungkinkan tim manajemen proyek untuk memahami risiko mana yang memiliki tingkat kepentingan rendah dan mana yang memiliki tingkat kepentingan tinggi, sehingga dapat membantu dalam pengalokasian sumber daya untuk mengelola risiko secara lebih efektif. Dalam penelitian ini, kriteria penilaian tingkat kepentingan risiko menggunakan pendekatan yang mengacu pada *Australian/New Zealand Standard Risk Management* (AS/NZS 4360). Standar ini menyediakan kerangka kerja sistematis untuk mengevaluasi dan mengelola risiko dengan mempertimbangkan tingkat keparahan (*severity*), peluang terjadinya (*likelihood*), dan dampak risiko terhadap tujuan proyek. Dengan pendekatan ini, organisasi dapat mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menangani risiko yang paling kritis terlebih dahulu, seperti yang diidentifikasi melalui tingkat prioritas tinggi. Selain itu, standar AS/NZS 4360 memungkinkan tim proyek untuk membuat keputusan berbasis data yang lebih baik, misalnya menentukan apakah risiko tertentu harus dihindari, dikurangi, diterima, atau ditransfer. Dengan pendekatan yang sistematis ini, risiko yang berpotensi menghambat jalannya proyek dapat diminimalkan, sementara peluang untuk mencapai tujuan proyek dapat ditingkatkan. Tabel yang menjadi acuan dalam analisis risiko adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Matriks Risiko Kualitatif

Banyaknya Kejadian	Konsekuensi Dampak Risiko				
	Sangat Kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Sangat Jarang	L	L	M	H	H
Jarang	L	L	M	H	E
Kadang-kadang	L	M	H	E	E
Sering	M	H	H	E	E
Sangat Sering	H	H	E	E	E

Sumber: AS/NZS 4360

Keterangan:

L : Risiko Rendah (*Low Risk*) yang dapat diterima/ditransfer

M : Risiko Sedang (*Moderate Risk*) yang dapat dikurangi

H : Risiko Tinggi (*High Risk*) yang harus dihindari

E : Risiko Ekstrim (*Extreme Risk*) yang menjadikan kegagalan proyek

#### 4.4.8 Fault Tree Analysis

Proses pembuatan FTA dilakukan melalui tahap-tahap berikut:

- Pemilihan masalahn (*problem definition*) yang hendak dianalisa
- Menggambar model grafis FTA melalui pencarian *Top Event*, selanjutnya menggambar *event* (kejadian) hingga *basic event* (akar permasalahan)
- Memberikan jawaban/tindakan dari FTA solution yaitu berbagai peluang risiko yang mengakibatkan adanya *Top Event*. Kemudian ditetapkan peringkat kombinasi kejadiannya (*minimal cut set ranking*)

Langkah-langkah menetapkan kombinasi kejadian yaitu:

- Melakukan modifikasi gerbang logika FTA menjadi AND gate dan OR gate saja.
- Memberi nama setiap *event*.
- Melakukan konversi *fault tree* kedalam persamaan aljabar boolean.
- Menetapkan kombinasi kejadian melalui merubah persamaan aljabar boolean ke persamaan yang lebih sederhana, dengan hukum aljabar

*Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan metode yang sangat berguna dalam mengidentifikasi dan menganalisis penyebab potensial dari peristiwa kegagalan dalam sistem. Metode ini berfungsi untuk menggambarkan hubungan antara berbagai penyebab yang dapat mengarah pada kegagalan sistem, sehingga memungkinkan organisasi untuk mengidentifikasi titik lemah dalam sistem mereka dan merencanakan langkah-langkah mitigasi yang sesuai (Nicoletti et al., 2022; Wang et al., 2023; Xi et al., 2021). FTA memungkinkan analisis yang lebih

mendalam terhadap interaksi kompleks antara komponen sistem, serta menghitung probabilitas terjadinya kegagalan, yang pada gilirannya mendukung manajemen risiko yang lebih baik (Nicoletti et al., 2022; Wang et al., 2023).

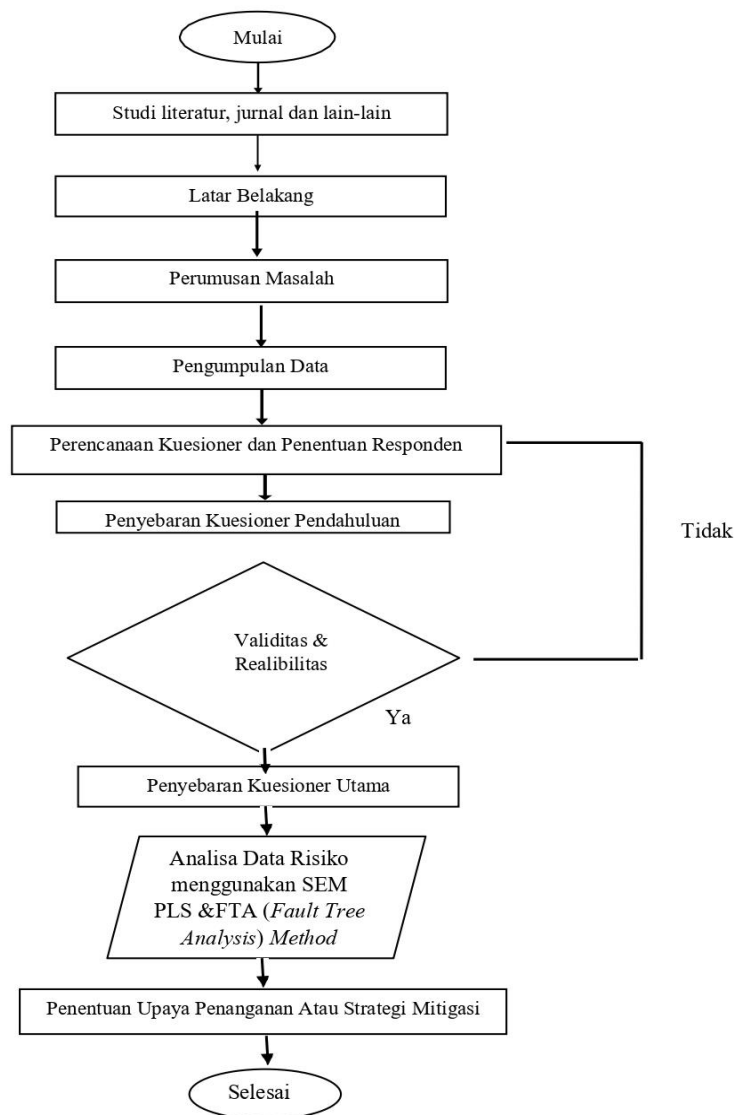
Dalam praktik manajemen risiko, FTA sering diterapkan pada risiko yang dikategorikan sebagai "tinggi". Risiko tinggi ini memiliki potensi dampak yang signifikan terhadap keberhasilan proyek atau operasi, sehingga penting bagi organisasi untuk mengalokasikan sumber daya secara efisien untuk mengidentifikasi akar penyebab dan menerapkan tindakan mitigasi yang tepat (Kurniawan et al., 2022; Şakar et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa penerapan FTA dapat meningkatkan efektivitas keseluruhan dari manajemen risiko, dengan fokus pada risiko yang paling kritis (Ke, 2024; Cheng et al., 2023). Dengan demikian, FTA tidak hanya membantu dalam identifikasi risiko, tetapi juga dalam perencanaan mitigasi yang lebih efektif.

Sebaliknya, untuk risiko yang dikategorikan sebagai "sedang" dan "rendah", pendekatan yang berbeda biasanya diterapkan. Risiko sedang sering ditangani dengan tindakan mitigasi yang proporsional, seperti peningkatan prosedur operasional atau pelatihan tambahan, untuk mengurangi kemungkinan atau dampaknya (Kabir, 2023; Fang et al., 2022). Sedangkan risiko rendah umumnya dipantau secara berkala untuk memastikan bahwa tingkat risikonya tetap dapat diterima dan tidak meningkat seiring waktu (Ge, 2024; Liu et al., 2021). Dengan demikian, penerapan FTA difokuskan pada risiko tinggi untuk memastikan bahwa sumber daya dialokasikan secara efektif dalam mengelola risiko yang paling kritis bagi organisasi (Ren et al., 2023; Waskito, 2024).

Secara keseluruhan, FTA merupakan alat yang sangat penting dalam manajemen risiko, memungkinkan organisasi untuk secara sistematis menganalisis dan mengelola risiko yang dapat mempengaruhi keberhasilan operasional mereka. Dengan memanfaatkan FTA, organisasi dapat lebih baik dalam mengidentifikasi dan mengatasi potensi kegagalan, yang pada akhirnya dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional (Hu et al., 2020; Kaushik & Kumar, 2023).

#### 4.7. Diagram Alir Penelitian

Pada subbab ini, akan divisualisasikan tahapan-tahapan sistematis yang dilakukan dalam penelitian melalui representasi diagram alir. Diagram alir penelitian berfungsi untuk memberikan gambaran visual mengenai alur proses penelitian, mulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan. Dengan adanya diagram alir, pembaca dapat memahami struktur penelitian secara menyeluruh, termasuk hubungan antar tahapan, pendekatan yang digunakan, dan keputusan yang diambil dalam setiap proses. Penyajian ini bertujuan untuk mempermudah analisis dan evaluasi terhadap langkah-langkah penelitian yang telah dilakukan.



**Gambar 4. 2 Flowchart Penelitian**

## **BAB V**

### **DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN**

Bab V Pembahasan Penelitian menguraikan hasil analisis berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan diproses menggunakan metodologi yang dirancang sebelumnya. Pembahasan dimulai dengan pengenalan profil PT. Hutama Karya (Persero), termasuk sejarah perusahaan dan perannya dalam proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito. Deskripsi proyek dijabarkan untuk memberikan gambaran mengenai kompleksitas, skala, dan tujuan utama proyek. Selanjutnya, proses pengumpulan data, proses analisa yang dilakukan, temuan (hasil analisa), dan pembahasan. Penelitian ini juga mencakup analisis demografi Responden untuk memahami karakteristik partisipan yang terlibat, seperti pengalaman kerja dan latar belakang profesional, yang dapat memengaruhi pandangan mereka terhadap risiko proyek.

Bab ini juga menyajikan hasil analisis menggunakan metode *Structural Equation Modeling* (SEM), dimulai dari evaluasi outer model untuk memvalidasi instrumen penelitian, dilanjutkan dengan evaluasi inner model untuk menguji hubungan antar variabel. Hasil uji hipotesis dan klasifikasi risiko memberikan wawasan tentang faktor-faktor risiko dominan yang memengaruhi proyek. Pembahasan juga mencakup analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menilai prioritas risiko, dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengidentifikasi akar penyebab serta merancang mitigasi. Tahapan manajemen risiko, mulai dari identifikasi risiko hingga perencanaan dan Tindakan mitigasi, disajikan untuk memberikan rekomendasi langkah-langkah yang dapat diambil guna memastikan kelancaran pelaksanaan proyek.

#### **5.1. Profil Perusahaan**

##### **5.1.1. Sejarah PT. Hutama Karya (Persero)**

PT Hutama Karya (Persero) didirikan pada tahun 1961 merupakan salah satu perusahaan konstruksi terbesar yang dimiliki negara di Indonesia, yang kompetensi, bisnis, dan reputasi kuat dalam bidang jasa konstruksi dibangun secara terus-menerus. Melalui terbitnya Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 100 tahun

2014 yang kemudian diperbarui menjadi Perpres Nomor 117 tahun 2015, sektor baru dalam pengembangan dan pengelolaan jalan tol dimasuki oleh perusahaan ini. Sebagai bagian dari tugas yang diberikan oleh Pemerintah, pengembangan Jalan Tol Trans-Sumatera kini menjadi tanggung jawab perusahaan, yang akan memperkuat konektivitas di pulau Sumatera dan meningkatkan ekonomi wilayah tersebut. Dengan proyek jalan tol sepanjang 2.770 km ini, Produk Domestik Bruto (PDB) kedua terbesar di Indonesia disumbangkan oleh PT Hutama Karya.

Perubahan tersebut menyebabkan perusahaan, yang sebelumnya berfokus pada bisnis konstruksi, berkembang menjadi BUMN multi-bisnis berbasis infrastruktur. Sebagai respons terhadap tantangan ini, Program Transformasi Perubahan diluncurkan, yang mencakup pengembangan visi dan misi baru. Selama proses transformasi, serangkaian strategi bisnis dirumuskan, penyesuaian pada struktur organisasi dilakukan, serta arsitektur sumber daya manusia dirancang untuk mendukung pengembangan bisnis infrastruktur yang lebih luas, pelaksanaan pengembangan jalan tol Trans-Sumatera, serta pembangunan kapasitas dan kapabilitas korporasi guna mencapai visi Hutama Karya sebagai "*Indonesia's Most Valuable Infrastructure Developer (#IMVID)*" atau Pengembang Infrastruktur Terkemuka Indonesia.



**Gambar 5. 1 Logo Perusahaan**

Tantangan yang muncul akibat pergeseran bisnis seperti yang telah disebutkan di atas, memberikan peluang untuk pertumbuhan yang berkelanjutan bagi perusahaan, namun juga menuntut perusahaan untuk dapat mengelola berbagai risiko yang mungkin dihadapi baik saat ini maupun di masa mendatang. Hutama Karya menyadari bahwa untuk mengelola risiko secara efektif, pendekatan yang

bersifat menyeluruh dan mencakup seluruh aspek perusahaan, seperti strategi, operasional, keuangan, dan portofolio bisnis, harus dikembangkan.

### 5.1.2. Deskripsi Proyek

Paket proyek "Pembangunan Gedung Ibu dan Anak" IsDB IDN 1031 Tahun 2022, yang ditugaskan oleh Kementerian Kesehatan Rumah Sakit Umum Dr. Sardjito Yogyakarta, mencakup pembangunan di Jl. Kesehatan No. 1 Sekip, Sleman. Proyek ini memiliki jangka waktu pelaksanaan 730 hari dan masa pemeliharaan selama 365 hari, dengan sumber dana dari Islamic Development Bank (IsDB) dan pagu anggaran sebesar Rp. 297.835.200.000,00, sedangkan Harga Perkiraan Sendiri (HPS) adalah Rp. 249.809.062.000,00. Kontrak menggunakan harga satuan dan pembayaran dilakukan dalam termin 5% dari total kontrak yang diterima. Uang muka sebesar 20% dari persentase kontrak diberikan, dan denda keterlambatan ditetapkan 0,1% dari jumlah kontrak yang diterima, dengan batas maksimal 5%. Persyaratan kualifikasi mencakup pengalaman kontrak minimal Rp 230.000.000.000,00 dalam pembangunan rumah sakit. Sistem pengadaan yang digunakan adalah harga terendah dengan sistem gugur, dan penandatanganan kontrak dijadwalkan pada 15 Juli 2022.





**Gambar 5. 2 Denah Lokasi Proyek**

## 5.2. Proses Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data penelitian, kuesioner digunakan sebagai instrumen utama untuk memperoleh informasi dari Responden. Kuesioner disebarakan secara langsung kepada Responden melalui kunjungan lapangan. Survei berlangsung dari tanggal 2 Mei 2022 hingga 24 Maret 2023. Dari total 150 kuesioner yang dibagikan, tidak semua dapat digunakan dalam analisis. Beberapa kuesioner mengalami kendala, seperti tidak terisi secara lengkap atau mengalami kerusakan, sehingga harus dikeluarkan dari proses analisis. Berikut adalah rincian jumlah kuesioner yang diterima dan status penggunaannya dalam penelitian, yang disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah pemahaman.

**Tabel 5. 1 Proses Pengumpulan Data Kuesioner**

Keterangan	Jumlah	Persentase
Total kuesioner yang dibagikan	150	100%
Kuesioner yang diisi oleh Responden	110	73,33%
- Tidak lengkap (tidak dianalisis)	6	4,00%
- Rusak	4	2,67%
Kuesioner yang valid untuk analisis	100	66,67%

Sumber: Data primer diolah, 2024

Tabel 5.1 di atas menggambarkan hasil pengumpulan kuesioner dalam penelitian. Dari total 150 kuesioner yang dibagikan (100%), sebanyak 110 kuesioner (73,33%) berhasil dikembalikan oleh Responden. Namun, dari jumlah

tersebut, 6 kuesioner (4,00%) tidak terisi secara lengkap, dan 4 kuesioner lainnya (2,67%) mengalami kerusakan, sehingga tidak dapat digunakan dalam analisis. Akibatnya, hanya 100 kuesioner (66,67%) yang valid dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut. Hal ini menunjukkan adanya proporsi tertentu dari data yang tidak dapat dimanfaatkan dalam penelitian.

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini melibatkan dua pendekatan, yaitu kuantitatif dan kualitatif. Untuk data kuantitatif, peneliti terlebih dahulu mengumpulkan data dari kuesioner yang disebarkan kepada Responden. Data yang terkumpul kemudian direkapitulasi menggunakan *Microsoft Excel* sebelum diolah lebih lanjut dengan perangkat lunak *SmartPLS* untuk analisis struktural dan hubungan antar variabel. Sementara itu, untuk data kualitatif berbasis *Fault Tree Analysis* (FTA), peneliti memulai menghitung nilai tingkat risiko dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) guna mengidentifikasi indikator variabel yang tergolong dalam kategori risiko tinggi. Setelah itu, dilakukan diskusi terfokus (FGD) dengan melibatkan dua ahli konstruksi. Diskusi ini bertujuan untuk menggali lebih dalam mengenai indikator yang dominan, sehingga dapat diidentifikasi *Basic event* dari masing-masing indikator yang relevan dalam konteks penelitian ini.

### **5.3. Proses Analisa**

#### **5.3.1. Demografi Responden**

Setelah proses seleksi terhadap kuesioner yang diterima, sebanyak 100 kuesioner valid diperoleh dan digunakan untuk analisis lebih lanjut. Kuesioner ini mencerminkan tingkat pengembalian sebesar 66,67% dari total kuesioner yang dibagikan. Untuk memahami karakteristik Responden, data demografi dianalisis berdasarkan peran mereka dalam proyek konstruksi, yang mencakup kontraktor atau pelaksana, konsultan pengawas, dan pengguna jasa. Berikut adalah rincian distribusi Responden berdasarkan kategori tersebut.

**Tabel 5. 2 Demografi Responden**

<b>Keterangan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Persentase</b>
Total Kuesioner valid	100	66,67% (dari total kuesioner)
Responden dari kontraktor/pelaksana	76	76%
Responden dari konsultan pengawas	14	14%
Responden dari pengguna jasa	10	10%

Sumber: Data primer diolah, 2024

Tabel 5.2 di atas menunjukkan distribusi demografi Responden berdasarkan peran mereka dalam proyek konstruksi dari total 100 Kuesioner valid yang diterima, dengan tingkat pengembalian sebesar 66,67% dari seluruh kuesioner yang dibagikan. Mayoritas Responden, sebanyak 76 orang (76%), berasal dari kalangan kontraktor atau pelaksana, menunjukkan dominasi kelompok ini dalam pengumpulan data. Sebanyak 14 Responden (14%) merupakan konsultan pengawas yang berperan dalam pengawasan proyek, sementara 10 Responden (10%) berasal dari pengguna jasa, yang mewakili pihak yang menerima hasil proyek. Distribusi ini memberikan gambaran proporsi partisipasi dari berbagai pihak terkait dalam penelitian ini.

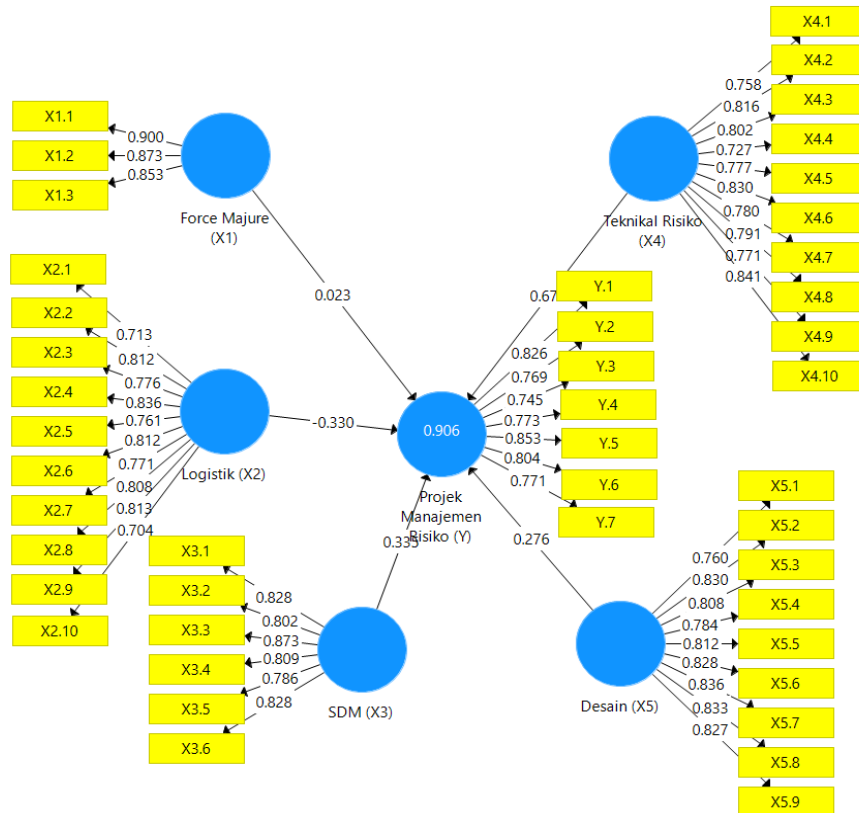
### **5.3.2. Hasil Uji *Structural Equation Modeling***

#### **5.3.2.1. Hasil Evaluasi *Outer Model***

Pengujian *outer model* pada riset ini ditujukan untuk memastikan apakah setiap indikator/item yang digunakan telah memenuhi syarat validitas dan reliabilitas atau tidak. Pengujiannya terdiri dari 3 jenis yaitu uji *convergent validity*, uji *discriminant validity*, dan uji *composite reliability*. Hasil-hasil pengujiannya adalah sebagai berikut:

##### **1. Hasil Uji *Convergent Validity***

Uji *convergent validity* dilihat dari korelasi antara skor item dengan skor konstruk pada output PLS. Nilai *loading factor* yang dihasilkan menunjukkan tingkat korelasi antara indikator dengan variabel laten, dengan nilai yang baik jika lebih dari 0,70, sementara nilai 0,5 hingga 0,6 sudah memadai untuk skala awal pengembangan penelitian. Hasil ujinya yaitu:



**Gambar 5.3 Outer Model**

Sumber: Data primer diolah, 2024

Berdasarkan gambar 5.3 Outer Model, indikator-indikator pada setiap konstruk laten memiliki nilai loading factor di atas 0,7, yang menunjukkan validitas konvergen telah terpenuhi. Misalnya, pada konstruk Force Majeure (X1), semua indikator (X1.1, X1.2, X1.3) memiliki nilai loading yang tinggi (0,900; 0,873; 0,853). Untuk konstruk lainnya, seperti Logistik (X2) dan SDM (X3), nilai-nilai loading factor juga mayoritas berada di atas kriteria minimum. Konstruk Teknikal Risiko (X4) dan Desain (X5) menunjukkan pola serupa, dengan nilai loading faktor yang kuat, misalnya 0,758–0,841 pada indikator X4 dan 0,760–0,833 pada indikator X5.

Pada variabel dependen "Manajemen Risiko Proyek (Y)", nilai-nilai loading indikator (Y1–Y7) berkisar antara 0,745 hingga 0,826, menunjukkan bahwa variabel ini juga memenuhi validitas konvergen. Validitas diskriminan dan reliabilitas dapat dievaluasi lebih lanjut melalui nilai AVE dan Composite Reliability, yang tidak dapat dilihat langsung dari gambar ini tetapi dapat dihitung

dari data. Dengan hasil ini, Outer Model dapat disimpulkan valid dan reliabel untuk melanjutkan analisis pada tahap Structural Model

Untuk memperjelas hasil output gambar 4.1 diatas dapat peneliti tampilkan dalam bentuk tabel berikut:

**Tabel 5. 3 Nilai Loading Factor**

	Desain (X5)	Force Majure (X1)	Logistik (X2)	Projek Manajemen Risiko (Y)	SDM (X3)	Teknikal Risiko (X4)
X1.1		0.900				
X1.2		0.873				
X1.3		0.853				
X2.1			0.713			
X2.10			0.704			
X2.2			0.812			
X2.3			0.776			
X2.4			0.836			
X2.5			0.761			
X2.6			0.812			
X2.7			0.771			
X2.8			0.808			
X2.9			0.813			
X3.1					0.828	
X3.2					0.802	
X3.3					0.873	
X3.4					0.809	
X3.5					0.786	
X3.6					0.828	
X4.1						0.758
X4.10						0.841
X4.2						0.816
X4.3						0.802
X4.4						0.727
X4.5						0.777
X4.6						0.830
X4.7						0.780
X4.8						0.791
X4.9						0.771
X5.1	0.760					
X5.2	0.830					
X5.3	0.808					
X5.4	0.784					
X5.5	0.812					
X5.6	0.828					
X5.7	0.836					

X5.8	0.833					
X5.9	0.827					
Y.1				0.826		
Y.2				0.769		
Y.3				0.745		
Y.4				0.773		
Y.5				0.853		
Y.6				0.804		
Y.7				0.771		

Sumber: Data primer diolah, 2024

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa semua item/indikator yang terdapat pada setiap variabel laten (Force Majure, Logistik, SDM, Teknikal Risiko, Desain,dan Proyek Manajemen Risiko) yang digunakan pada penelitian ini memiliki nilai diatas 0,7 maka dapat dikatakan bahwa semua item/indikator dinyatakan valid. Dengan kata lain, tidak ada item/indikator yang dikeluarkan dari model.

## 2. Hasil Uji *Discriminant Validity*

Uji *discriminant validity* digunakan untuk memastikan bahwa item atau indikator dari dua konstruk yang berbeda tidak berkorelasi tinggi. Validitas ini dinilai berdasarkan cross loading dan perbandingan antara akar kuadrat nilai AVE setiap konstruk dengan korelasi antar konstruk, dengan nilai AVE yang baik sebaiknya lebih besar dari 0,50 (Ghozali & Latan, 2015). Hasil pengujiannya yaitu:

**Tabel 5. 4 *Discriminant Validity***

	Desain (X5)	Force Majure (X1)	Logistik (X2)	Proyek Manajemen Risiko (Y)	SDM (X3)	Teknikal Risiko (X4)
Desain (X5)	<b>0.814</b>					
Force Majure (X1)	0.880	<b>0.876</b>				
Logistik (X2)	0.868	0.818	<b>0.782</b>			
Proyek Manajemen Risiko (Y)	0.922	0.860	0.871	<b>0.792</b>		
SDM (X3)	0.837	0.766	0.965	0.855	<b>0.821</b>	
Teknikal Risiko (X4)	0.941	0.904	0.922	0.942	0.877	<b>0.790</b>

Sumber: Data primer diolah, 2024

Berdasarkan tabel 5.4 diatas, diketahui bahwa secara keseluruhan semua nilai akar kuadrat AVE setiap konstruk lebih besar dari pada nilai korelasi antara

konstruk dengan konstruk lainnya maka dapat diartikan memiliki nilai *discriminant validity* yang baik. Untuk dapat memastikan bahwa item/indicator yang digunakan benar-benar sudah baik maka peneliti menggunakan nilai *cross loading* berikut:

**Tabel 5. 5 Cross Loading**

	Desain (X5)	Force Majure (X1)	Logistik (X2)	Projek Manajemen Risiko (Y)	SDM (X3)	Teknikal Risiko (X4)
X1.1	0.793	<b>0.900</b>	0.745	0.756	0.705	0.802
X1.2	0.744	<b>0.873</b>	0.705	0.754	0.649	0.782
X1.3	0.774	<b>0.853</b>	0.699	0.748	0.658	0.789
X2.1	0.688	0.726	<b>0.713</b>	0.704	0.607	0.771
X2.10	0.542	0.524	<b>0.704</b>	0.554	0.623	0.615
X2.2	0.756	0.632	<b>0.812</b>	0.721	0.814	0.753
X2.3	0.728	0.749	<b>0.776</b>	0.728	0.798	0.742
X2.4	0.665	0.625	<b>0.836</b>	0.715	0.855	0.742
X2.5	0.694	0.678	<b>0.761</b>	0.669	0.669	0.713
X2.6	0.700	0.589	<b>0.812</b>	0.679	0.824	0.706
X2.7	0.656	0.560	<b>0.771</b>	0.634	0.764	0.672
X2.8	0.649	0.674	<b>0.808</b>	0.674	0.799	0.723
X2.9	0.678	0.611	<b>0.813</b>	0.700	0.764	0.743
X3.1	0.687	0.577	0.792	0.711	<b>0.828</b>	0.719
X3.2	0.659	0.658	0.781	0.667	<b>0.802</b>	0.695
X3.3	0.698	0.631	0.815	0.738	<b>0.873</b>	0.725
X3.4	0.709	0.661	0.798	0.672	<b>0.809</b>	0.703
X3.5	0.715	0.671	0.765	0.714	<b>0.786</b>	0.754
X3.6	0.657	0.583	0.806	0.704	<b>0.828</b>	0.727
X4.1	0.769	0.701	0.693	0.754	0.684	<b>0.758</b>
X4.10	0.754	0.723	0.779	0.774	0.763	<b>0.841</b>
X4.2	0.810	0.700	0.742	0.802	0.710	<b>0.816</b>
X4.3	0.772	0.665	0.746	0.785	0.745	<b>0.802</b>
X4.4	0.686	0.622	0.644	0.717	0.575	<b>0.727</b>
X4.5	0.802	0.715	0.745	0.720	0.728	<b>0.777</b>
X4.6	0.731	0.779	0.753	0.740	0.736	<b>0.830</b>
X4.7	0.668	0.733	0.758	0.702	0.690	<b>0.780</b>
X4.8	0.738	0.779	0.703	0.733	0.680	<b>0.791</b>
X4.9	0.688	0.726	0.713	0.704	0.607	<b>0.771</b>
X5.1	<b>0.760</b>	0.682	0.725	0.711	0.713	0.719
X5.2	<b>0.830</b>	0.707	0.709	0.749	0.658	0.785
X5.3	<b>0.808</b>	0.628	0.730	0.716	0.728	0.745
X5.4	<b>0.784</b>	0.683	0.666	0.740	0.606	0.721

X5.5	<b>0.812</b>	0.717	0.669	0.736	0.672	0.740
X5.6	<b>0.828</b>	0.777	0.707	0.781	0.705	0.797
X5.7	<b>0.836</b>	0.745	0.695	0.779	0.656	0.790
X5.8	<b>0.833</b>	0.739	0.750	0.779	0.723	0.790
X5.9	<b>0.827</b>	0.756	0.706	0.757	0.672	0.796
Y.1	0.724	0.713	0.730	<b>0.826</b>	0.715	0.752
Y.2	0.663	0.677	0.671	<b>0.769</b>	0.674	0.694
Y.3	0.654	0.577	0.620	<b>0.745</b>	0.616	0.688
Y.4	0.706	0.720	0.628	<b>0.773</b>	0.628	0.714
Y.5	0.832	0.732	0.754	<b>0.853</b>	0.741	0.816
Y.6	0.742	0.639	0.697	<b>0.804</b>	0.709	0.773
Y.7	0.779	0.704	0.720	<b>0.771</b>	0.649	0.777

Sumber: Data primer diolah, 2024

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa masing-masing nilai indeks pada satu konstruk bernilai lebih tinggi dari pada konstruk lainnya. Maka dapat dikatakan bahwa nilai dari *discriminant validity* benar-benar dalam keadaan yang baik.

### 3. Hasil Uji *Composite Reliability*

Uji *composite reliability* bertujuan untuk menilai apakah item atau indikator dapat memberikan pengukuran yang konsisten dan akurat seiring waktu. Indikator dianggap reliabel jika nilai *cronbach alpha* melebihi 0,7 ( $\alpha > 0,7$ ), yang menunjukkan konsistensi internal yang memadai (Ghozali & Latan, 2015). Hasil pengujiannya yaitu:

**Tabel 5. 6 Hasil Uji *Composite Reliability***

	Cronbach's Alpha
Desain (X5)	0.936
Force Majure (X1)	0.848
Logistik (X2)	0.929
Projek Manajemen Risiko (Y)	0.901
SDM (X3)	0.903
Teknikal Risiko (X4)	0.933

Sumber: Data primer diolah, 2024

Berdasarkan tabel 5.6 diatas, diketahui bahwa semua nilai *Cronbach's Alpha* dan *Composite Reliability* menghasilkan nilai diatas 0,7. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa variabel yang digunakan pada riset ini telah reliabel sehingga dapat dilanjutkan untuk mengevaluasi *inner model*.

### 5.3.2.2. Hasil Evaluasi Inner Model

*Evaluasi inner* model bertujuan untuk memprediksi keterkaitan antar variabel laten dengan mengukur sejauh mana varians yang dapat dijelaskan serta untuk menentukan p-value. Langkah-langkah dalam evaluasi model struktural dilakukan untuk menganalisis hal in, antara lain:

#### 1. Hasil Uji Koefisien Determinasi (*R-Square*)

Nilai koefisien determinasi (*R-Square*) menggambarkan kekuatan prediksi model struktural, dengan interpretasi mirip regresi OLS. Masing-masing model memiliki kekuatan prediksi yang kuat ( $R\text{-Square} \leq 0,75$ ), moderat ( $R\text{-Square} \leq 0,50$ ), dan lemah ( $R\text{-Square} \leq 0,25$ ) (Ghozali & Latan, 2015). Hasil pengujiannya yaitu:

**Tabel 5. 7 Hasil Uji Koefisien Determinasi (R-Square)**

	R Square
Projek Manajemen Risiko (Y)	<b>0.906</b>

Sumber: Data primer diolah, 2024

Berdasarkan tabel 5.7 diatas, diketahui bahwa nilai *R-Square* pertama untuk variabel laten endogen Proyek Manajemen Risiko sebesar 0,906 atau 90,6% lebih besar dari 0,75 sehingga termasuk kedalam model yang kuat. Artinya, kelima variabel laten eksogen Force Majure, Logistik, SDM, Teknikal Risiko, dan Desain dapat menjelaskan variabel laten endogen Proyek Manajemen Risiko sebesar 90,1% sedangkan sisanya sebesar 9,9% adalah variabel laten endogen lain yang tidak digunakan pada penelitian ini.

#### 2. Hasil Uji Effect Size (*f-Square*)

Uji *Effect Size* (*f-Square*) digunakan untuk mengukur pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen dalam model regresi atau struktural. Masing-masing model memiliki pengaruh prediksi yang besar ( $F\text{-Square} \leq 0,35$ ), menengah ( $F\text{-Square} \leq 0,15$ ), dan kecil ( $F\text{-Square} \leq 0,02$ ) (Ghozali & Latan, 2015). Hasil pengujiannya yaitu:

**Tabel 5. 8 Hasil Uji Effect Size (f-Square)**

	Projek Manajemen Risiko (Y)
Desain (X5)	0.087
Force Majure (X1)	0.001

Logistik (X2)	0.051
SDM (X3)	0.078
Teknikal Risiko (X4)	0.276

Sumber: Data primer diolah, 2024

Berdasarkan tabel 5.8 diatas, diketahui bahwa Tabel 4.6 menunjukkan hasil uji *effect size* (*f-Square*) untuk variabel-variabel independen terhadap manajemen risiko proyek. Nilai *effect size* menunjukkan kontribusi relatif setiap variabel terhadap risiko proyek. Variabel teknis risiko (X4) memiliki dampak terbesar dengan nilai *f-Square*  $0.276 > 0,35$ , menunjukkan kontribusi besar terhadap manajemen risiko proyek, sementara desain (X5), SDM (X3), dan logistik (X2) memiliki dampak kecil dengan nilai masing-masing 0.087, 0.078, dan 0.051. *Force majeure* (X1) hampir tidak berpengaruh sama sekali dengan nilai 0.001, menunjukkan kontribusi yang sangat kecil terhadap risiko proyek.

### 3. Hasil Uji Relevansi Prediktif (*Q-Square*)

Nilai Q-Square mengukur relevansi prediktif model dengan menggunakan prosedur *blindfolding*, yang menunjukkan apakah model memiliki prediktif relevance. Nilai Q-Square  $> 0$  menunjukkan model memiliki relevansi prediktif, sementara nilai 0,02, 0,15, dan 0,35 menggambarkan kekuatan model sebagai lemah, moderat, dan kuat (Ghozali & Latan, 2015). Menurut Ghozali & Latan (2015), pada konteks uji  $Q^2$  (Q square) pada SEM-PLS (*Structural Equation Modeling - Partial Least Squares*), istilah SSO dan SSE memiliki arti sebagai berikut:

1. SSO (*Sum of Squared Observations*): Ini adalah jumlah kuadrat observasi, yang mencerminkan total variasi dalam data yang diamati.
2. SSE (*Sum of Squared Errors*): Ini adalah jumlah kuadrat error atau kesalahan prediksi, yang menunjukkan seberapa jauh prediksi model dari nilai sebenarnya.

Uji  $Q^2$  digunakan untuk menilai kemampuan prediksi model. Nilai ini dihitung dari perbandingan antara SSO dan SSE, di mana semakin kecil nilai SSE, semakin baik model tersebut dalam memprediksi data. Hasil pengujiannya yaitu:

**Tabel 5. 9 Hasil Uji Relevansi Prediktif (Q-Square)**

	SSO	SSE	Q <sup>2</sup> (=1-SSE/SSO)
Projek Manajemen Risiko (Y)	700.000	331.920	0.526

Sumber: Data primer diolah, 2024

Berdasarkan tabel 5.9 diatas, diketahui bahwa nilai *Q-Square* pertama untuk variabel laten endogen Proyek Manajemen Risiko sebesar 0,526 lebih besar dari 0,35 sehingga termasuk kedalam model yang memiliki pengaruh kuat. Artinya, model dengan ketiga variabel laten eksogen mempunyai relevansi prediktif yang kuat dalam menjelaskan variabel laten endogen Proyek Manajemen Risiko (Y) yaitu sebesar 0,526.

## 5.4. Temuan

### 5.4.1. Hasil Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk menemukan hubungan antar variabel independen dan dependen melalui analisis path coefficient menggunakan metode bootstrapping pada software SmartPLS 3. Hipotesis diterima jika t-statistics > 1,96 dan p-value < 0,05, sedangkan hipotesis ditolak jika t-statistics < 1,96 dan p-value > 0,05 (Ghozali & Latan, 2015). Hasil ujinya yaitu:

**Tabel 5. 10 Hasil Uji Path Coefficients**

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics ( O/STDEV )	P Values
Force Majure (X1) -> Projek Manajemen Risiko (Y)	0.023	0.024	0.074	0.307	<b>0.759</b>
Logistik (X2) -> Projek Manajemen Risiko (Y)	-0.330	-0.317	0.159	2.084	<b>0.038</b>
SDM (X3) -> Projek Manajemen Risiko (Y)	0.335	0.325	0.104	3.222	<b>0.001</b>
Teknikal Risiko (X4) -> Projek Manajemen Risiko (Y)	0.673	0.664	0.128	5.244	<b>0.000</b>
Desain (X5) -> Projek Manajemen Risiko (Y)	0.276	0.278	0.084	3.295	<b>0.001</b>

Sumber: Data primer diolah, 2024

Berikut adalah analisis uji hipotesis berdasarkan hasil uji path coefficients yang disajikan dalam Tabel 5.10:

- a. Hipotesis 1 (H1): Terdapat pengaruh Force Majeure terhadap Proyek Manajemen Risiko.

Berdasarkan tabel 5.10 diatas, diketahui bahwa Koefisien jalur untuk Force Majeure (X1) terhadap Proyek Manajemen Risiko (Y) adalah 0.023 dengan T-statistics 0.307 dan P-value 0.759 lebih besar dari 0.05 menunjukkan bahwa tidak ada bukti yang cukup untuk menolak hipotesis nol. Dengan demikian, tidak ada pengaruh signifikan dari Force Majeure terhadap Proyek Manajemen Risiko. Hipotesis **H1 ditolak**.

*Force majeure*, meskipun berpotensi memengaruhi proyek, tidak selalu memberikan dampak signifikan jika dikelola dengan baik. Kim dan Kwa (2020) mencatat bahwa dalam kemitraan publik-swasta, dampak *force majeure* dapat diminimalkan melalui pelatihan dan pengembangan budaya manajemen risiko yang kuat. Proyek yang menerapkan strategi mitigasi seperti asuransi, pengaturan kontrak fleksibel, dan rencana darurat cenderung lebih siap menghadapi kejadian tak terduga. Rawat et al. (2022) menambahkan bahwa meskipun *force majeure* sering menyebabkan keterlambatan, banyak proyek tetap berhasil mencapai targetnya dengan pengelolaan risiko yang terencana. Dengan kata lain, keberhasilan dalam menangani *force majeure* bergantung pada perencanaan dan kesiapan tim proyek.

Selain itu, pentingnya respons cepat dan koordinasi antara pemangku kepentingan juga menjadi kunci untuk mengurangi dampak *force majeure*. Misalnya, membangun komunikasi yang efektif dan prosedur respons bencana yang baik memungkinkan proyek melanjutkan operasinya meskipun menghadapi gangguan. Hal ini menunjukkan bahwa *force majeure* adalah risiko yang dapat diatasi melalui pendekatan proaktif, sehingga tidak selalu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keseluruhan manajemen risiko proyek.

- b. Hipotesis 2 (H2): Terdapat pengaruh Logistik terhadap Proyek Manajemen Risiko.

Berdasarkan tabel 5.10 diatas, diketahui bahwa Koefisien jalur untuk Logistik (X2) terhadap Proyek Manajemen Risiko (Y) adalah -0.330 dengan T-statistics 2.084 dan P-value 0.038 lebih kecil dari 0.05 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dari Logistik terhadap Proyek Manajemen Risiko.

**Hipotesis H2 diterima.**

Logistik merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi keberhasilan proyek, dan kegagalan dalam mengelolanya dapat memberikan dampak negatif yang signifikan. Kassem et al. (2020) menyoroti bahwa ketidakpastian dalam rantai pasokan, seperti keterlambatan pengiriman material atau kekurangan stok, sering kali mengakibatkan keterlambatan proyek dan pembengkakan biaya. Risiko logistik ini dapat mengganggu kelancaran operasional proyek dan meningkatkan kompleksitas manajemen risiko. Oleh karena itu, logistik menjadi salah satu elemen yang harus mendapat perhatian khusus dalam perencanaan proyek.

Le et al. (2020) memperkuat argumen ini dengan menunjukkan bahwa risiko logistik yang tidak terkelola dengan baik dapat menghambat kinerja proyek secara keseluruhan, termasuk dalam hal produktivitas dan kualitas hasil. Solusi untuk masalah ini melibatkan penggunaan teknologi modern, seperti sistem manajemen logistik berbasis digital, untuk memastikan bahwa material dan peralatan tersedia tepat waktu dan dalam kondisi yang sesuai. Dengan pendekatan ini, proyek dapat mengurangi risiko logistik dan meningkatkan efisiensi dalam pelaksanaannya, sehingga meminimalkan dampak negatif pada keseluruhan proyek.

- c. Hipotesis 3 (H3): Terdapat pengaruh SDM terhadap Proyek Manajemen Risiko.

Berdasarkan tabel 5.10 diatas, diketahui bahwa Koefisien jalur untuk SDM (X3) terhadap Proyek Manajemen Risiko (Y) adalah 0.335 dengan T-statistics 3.222 dan P-value 0.001 lebih kecil dari 0.05 menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari SDM terhadap Proyek Manajemen Risiko. **Hipotesis H3 diterima.**

Sumber daya manusia (SDM) memiliki peran krusial dalam menentukan efektivitas manajemen risiko proyek. Keahlian dan pengalaman

tim proyek sangat berpengaruh terhadap kemampuan mereka dalam mengidentifikasi serta mengurangi risiko. Menurut Ayuningtyas dan Rarasati (2020), kurangnya pelatihan atau kompetensi dalam manajemen proyek dapat meningkatkan risiko kegagalan, terutama pada tahap perencanaan dan implementasi. SDM yang tidak kompeten berpotensi menyebabkan kesalahan dalam pengambilan keputusan atau pelaksanaan tugas, sehingga berdampak negatif pada kualitas proyek secara keseluruhan.

Keterlibatan seluruh personel dalam proses manajemen risiko juga menjadi faktor penting dalam mengurangi potensi masalah. Igihozo dan Irechukwu (2022) menjelaskan bahwa perencanaan yang melibatkan SDM sejak awal dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih Kuesionerif terhadap risiko. Dengan memberikan pelatihan secara berkelanjutan dan pedoman keselamatan kerja yang jelas, tim proyek dapat mengurangi insiden yang tidak diinginkan, meningkatkan produktivitas, serta mempertahankan efisiensi operasional.

- d. Hipotesis 4 (H4): Terdapat pengaruh Teknikal Risiko terhadap Proyek Manajemen Risiko.

Berdasarkan tabel 5.10 diatas, diketahui bahwa Hasil: Koefisien jalur untuk Teknikal Risiko (X4) terhadap Proyek Manajemen Risiko (Y) adalah 0.673 dengan T-statistics 5.244 dan P-value 0.000 lebih kecil menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari Teknikal Risiko terhadap Proyek Manajemen Risiko. **Hipotesis H4 diterima.**

Teknikal risiko melibatkan tantangan yang muncul dari metode konstruksi, penggunaan teknologi, atau kondisi teknis tak terduga. Fakhratov et al. (2020) menegaskan bahwa manajemen risiko yang baik memungkinkan identifikasi masalah teknis pada tahap awal proyek, seperti kesalahan dalam metode konstruksi atau penggunaan peralatan yang tidak sesuai spesifikasi. Masalah-masalah ini dapat berdampak pada kualitas hasil akhir dan menimbulkan tambahan biaya akibat perbaikan.

Kolaborasi antar tim menjadi solusi penting dalam pengelolaan risiko teknis. Sun et al. (2021) menggarisbawahi bahwa integrasi data dan perencanaan yang terstruktur dapat membantu mencegah kesalahan teknis

selama pelaksanaan proyek. Melalui simulasi atau uji kelayakan teknologi sebelum implementasi, risiko teknis dapat diminimalkan, menjaga kualitas hasil akhir, serta memastikan proyek selesai tepat waktu sesuai jadwal yang ditetapkan.

- e. Hipotesis 5 (H5): Terdapat pengaruh Desain terhadap Proyek Manajemen Risiko.

Berdasarkan tabel 5.10 diatas, diketahui bahwa Koefisien jalur untuk Desain (X5) terhadap Proyek Manajemen Risiko (Y) adalah 0.276 dengan T-statistics 3.295 dan P-value 0.001 lebih kecil dari 0.05 menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari Desain terhadap Proyek Manajemen Risiko.

**Hipotesis H5 diterima.**

Desain yang kurang baik atau tidak akurat sering kali menjadi pemicu utama risiko dalam proyek konstruksi. Ketidakcocokan antara desain dengan kebutuhan proyek dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti perubahan desain di tengah pelaksanaan atau kesalahan dalam konstruksi. Hubbard & Debs (2022) mengungkapkan bahwa pengelolaan desain yang matang, melibatkan semua pemangku kepentingan, mampu mengurangi risiko tersebut secara signifikan. Desain yang direncanakan dengan baik memastikan elemen teknis dan kebutuhan operasional proyek terpenuhi.

Pemanfaatan teknologi desain seperti BIM (*Building Information Modeling*) juga dapat membantu mencegah kesalahan serta memastikan akurasi spesifikasi. Liang & Yturralde (2024) menyoroti bahwa desain yang detail dan akurat mendukung kelancaran proses konstruksi, mengurangi revisi yang tidak perlu, serta meminimalkan risiko keterlambatan dan pembengkakan biaya. Oleh karena itu, desain yang matang menjadi landasan penting dalam manajemen risiko proyek.

Secara keseluruhan, hipotesis H2, H3, H4, dan H5 diterima karena menunjukkan pengaruh signifikan terhadap manajemen risiko proyek, sedangkan H1 tidak diterima karena tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan.

**5.4.2. Hasil Klasifikasi Risiko**

Sebelum pembuatan diagram *Fault Tree Analysis* (FTA), langkah awal yang penting adalah melakukan klasifikasi indikator dari variabel-variabel yang

diberikan ke dalam empat jenis risiko utama: Mutu, Biaya, Waktu, dan Keselamatan & Kesehatan Kerja (K3). Proses klasifikasi ini bertujuan untuk mengelompokkan setiap variabel sesuai dengan kategori risiko yang relevan, sehingga memudahkan identifikasi dan analisis penyebab potensial dalam konteks yang lebih terstruktur. Dengan mengategorikan indikator ke dalam jenis risiko yang spesifik, kita dapat lebih fokus dalam menganalisis bagaimana setiap variabel mempengaruhi berbagai aspek proyek dan mengembangkan strategi mitigasi yang tepat untuk mengatasi risiko yang teridentifikasi.

Peneliti menggunakan metode wawancara dengan melibatkan 2 (dua) ahli konstruksi untuk mengidentifikasi indikator risiko dominan dalam proyek, meliputi biaya, mutu, waktu, dan K3. Diskusi ini menghasilkan wawasan tentang faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan proyek dan klasifikasi indikator risiko ke dalam kategori kegagalan proyek yang relevan, yang dirangkum dalam tabel ceklis. Hasil pengklasifikasian tersebut antara lain:

**Tabel 5. 11 Hasil Klasifikasi Risiko**

Nama Indikator	Kode Indikator	Risiko Mutu	Risiko Biaya	Risiko Waktu	Risiko K3
<b>Variabel Force Majeure</b>					
Cuaca buruk saat pelaksanaan	FM01			✓	
Angin terlalu kencang di lokasi proyek	FM02			✓	
Gempa bumi	FM03			✓	
<b>Variabel Logistik</b>					
Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal	LG01		✓		
Kerusakan peralatan terjadi selama pelaksanaan	LG02		✓		
Pemesanan material terlambat	LG03			✓	
Keterlambatan pengiriman material dari pemasok	LG04			✓	
Volume material yang dikirim tidak sesuai	LG05			✓	
Ketersediaan material yang kurang	LG06		✓		
Kenaikan harga material	LG07		✓		
Kerusakan atau kehilangan (pencurian) material	LG08		✓		
Kekurangan peralatan yang diperlukan	LG09		✓		
Penyimpanan material di Logistik yang tidak tercatat baik	LG10		✓		
<b>Variabel SDM</b>					
Jumlah tenaga kerja berubah	SDM01		✓		

Nama Indikator	Kode Indikator	Risiko Mutu	Risiko Biaya	Risiko Waktu	Risiko K3
Kekurangan ketersediaan pekerja	SDM02		✓		
Kekurangan keahlian pekerja dan kekurangan staf yang berkualifikasi	SDM03		✓		
Terjadi kecelakaan akibat prosedur keamanan yang rendah	SDM04				✓
Kekurangan penerapan Keamanan dan Keselamatan kerja (K3)	SDM05				✓
Produktivitas kerja yang rendah	SDM06			✓	
<b>Variabel Teknikal Risiko</b>					
Kemacetan di sekitar lokasi proyek	TR01			✓	
Akses ke lokasi yang sulit	TR02			✓	
Metode konstruksi yang tidak sesuai	TR03	✓			
Kerusakan yang terjadi di sekitar area saat pemasangan	TR04		✓		
Gangguan keamanan di lokasi proyek	TR05				✓
Pembuatan dan perakitan baja yang tidak benar	TR06		✓		
Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi	TR07	✓			
Investigasi Situs	TR08			✓	
Kelengkapan data kondisi situs	TR09			✓	
Kelengkapan data untuk membuat DED (Detail Engineering Design)	TR10	✓			
<b>Variabel Desain</b>					
Persiapan dan persetujuan desain terlambat	DS01		✓		
Kesalahan desain	DS02		✓		
Survei yang dilakukan pada saat desain tidak akurat	DS03		✓		
Perubahan desain	DS04		✓		
Metode pelaksanaan yang salah	DS05		✓		
Data yang tidak lengkap	DS06	✓			
Desain dan gambar tidak sesuai dengan Bill of Quantity	DS07	✓			
Ketidakkuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain	DS08	✓			
Kekurangan gambar rinci	DS09	✓			

Sumber: Wawancara dengan para ahli dibidang konstruksi (2024)

## 1. Risiko Mutu

Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing indikator risiko mutu berdasarkan hasil klasifikasi risiko setelah wawancara:

- a. Metode konstruksi yang tidak sesuai: Risiko ini terkait dengan penerapan metode konstruksi yang tidak sesuai dengan standar atau prosedur yang telah ditetapkan, yang dapat memengaruhi kualitas pekerjaan dan meningkatkan kemungkinan terjadinya kegagalan pada tahap konstruksi.

- b. Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi: Ketidaksesuaian kualitas material yang digunakan dalam proyek konstruksi dengan spesifikasi yang ditentukan dapat berdampak langsung pada daya tahan dan keamanan bangunan. Material yang tidak memenuhi standar dapat mempercepat kerusakan dan memperburuk kualitas akhir proyek.
- c. Kelengkapan data untuk membuat DED (*Detail Engineering Design*): Ketidaklengkapan data yang dibutuhkan untuk menyusun *Detail Engineering Design* (DED) dapat menyebabkan kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi. DED yang tidak lengkap berisiko menghasilkan desain yang tidak akurat, yang berdampak pada kualitas dan fungsionalitas bangunan.
- d. Desain dan gambar tidak sesuai dengan *Bill of Quantity* (BOQ): Jika desain dan gambar yang digunakan dalam pelaksanaan konstruksi tidak sesuai dengan *Bill of Quantity* (BOQ), maka akan terjadi ketidaksesuaian antara rencana dan realisasi di lapangan. Hal ini dapat menyebabkan penggunaan material yang tidak tepat, pemborosan, atau bahkan kegagalan dalam memenuhi kebutuhan teknis proyek.
- e. Ketidakakuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain: Ketidakakuratan dalam spesifikasi rinci desain dapat menyebabkan kekeliruan dalam pelaksanaan konstruksi. Ketidaksesuaian ini berpotensi menghasilkan pekerjaan yang tidak sesuai dengan standar yang diinginkan, serta meningkatkan risiko kecelakaan atau kerusakan struktur bangunan.
- f. Kekurangan gambar rinci: Kekurangan gambar rinci yang diperlukan untuk pelaksanaan konstruksi dapat menyebabkan kebingungannya kontraktor dalam menjalankan pekerjaan sesuai dengan rencana. Hal ini dapat menambah risiko kesalahan teknis dan menyebabkan penundaan atau pemborosan dalam pengerjaan proyek.

Masing-masing indikator risiko mutu ini menjadi fokus utama dalam mengidentifikasi potensi masalah yang dapat mempengaruhi kualitas hasil konstruksi dan keseluruhan proyek.

## 2. Risiko Biaya

Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing indikator risiko biaya berdasarkan hasil klasifikasi risiko setelah wawancara:

- a. Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal: Risiko ini terjadi ketika pengadaan bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam proyek tidak dapat dipenuhi sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam pekerjaan, yang pada gilirannya akan meningkatkan biaya tambahan, seperti biaya sewa peralatan atau upah tenaga kerja tambahan.
- b. Kerusakan peralatan terjadi selama pelaksanaan: Kerusakan peralatan selama pelaksanaan konstruksi berisiko menyebabkan terhentinya pekerjaan atau membutuhkan biaya untuk perbaikan atau penggantian peralatan. Biaya yang timbul akibat kerusakan peralatan ini dapat memperburuk anggaran proyek yang telah direncanakan.
- c. Ketersediaan material yang kurang: Jika material yang diperlukan untuk proyek tidak tersedia sesuai kebutuhan, maka proses konstruksi dapat tertunda. Akibatnya, proyek memerlukan pengeluaran ekstra untuk membeli material dalam jumlah mendesak atau bahkan dengan harga lebih tinggi, yang dapat meningkatkan total biaya.
- d. Kenaikan harga material: Perubahan harga material selama pelaksanaan proyek merupakan risiko biaya yang signifikan. Kenaikan harga dapat terjadi akibat fluktuasi pasar atau kondisi eksternal, yang mengarah pada pembengkakan biaya proyek yang tidak terduga.
- e. Kerusakan atau kehilangan (pencurian) material: Kerusakan atau kehilangan material, baik karena pencurian atau kecelakaan, dapat menyebabkan biaya tambahan untuk penggantian material yang hilang. Hal ini juga dapat menyebabkan keterlambatan dan memengaruhi kualitas proyek.
- f. Kekurangan peralatan yang diperlukan: Kekurangan peralatan yang diperlukan untuk pekerjaan konstruksi akan menghambat kelancaran pelaksanaan proyek. Kekurangan ini sering kali menyebabkan pemborosan waktu dan biaya karena perlu menyewa peralatan tambahan atau membeli peralatan yang lebih cepat.

- g. Penyimpanan material di Logistik yang tidak tercatat baik: Jika pengelolaan logistik dan penyimpanan material tidak dilakukan dengan baik, akan ada risiko kehilangan material atau kesulitan dalam mengaksesnya tepat waktu. Hal ini akan menambah biaya yang tidak terduga dalam pengadaan ulang atau penataan ulang material.
- h. Jumlah tenaga kerja berubah: Fluktuasi jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam proyek bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti absensi atau pergantian pekerja. Ketidakstabilan ini dapat menyebabkan biaya tambahan untuk merekrut atau melatih pekerja baru yang dapat memengaruhi waktu dan anggaran proyek.
- i. Kekurangan ketersediaan pekerja: Kekurangan pekerja pada suatu tahap pekerjaan bisa menghambat kelancaran proyek, yang akan berdampak pada peningkatan biaya karena kemungkinan pekerja tambahan yang perlu dipekerjakan dalam waktu singkat untuk mengejar ketertinggalan.
- j. Kekurangan keahlian pekerja dan kekurangan staf yang berkualifikasi: Kekurangan tenaga kerja terampil atau staf yang berkualifikasi untuk tugas tertentu akan mempengaruhi efisiensi dan kualitas pekerjaan. Perusahaan mungkin harus mengeluarkan biaya ekstra untuk pelatihan atau perekrutan pekerja yang lebih berkompeten.
- k. Kerusakan yang terjadi di sekitar area saat pemasangan: Kerusakan pada area sekitar lokasi pemasangan, seperti infrastruktur yang terkena dampak atau masalah lain, dapat menyebabkan biaya tambahan dalam perbaikan dan meningkatkan waktu penyelesaian proyek.
- l. Pembuatan dan perakitan baja yang tidak benar: Kesalahan dalam pembuatan atau perakitan struktur baja dapat mengarah pada pengeluaran tambahan untuk perbaikan, penggantian material, dan potensi keterlambatan dalam proyek.
- m. Persiapan dan persetujuan desain terlambat: Keterlambatan dalam persiapan dan persetujuan desain akan mengakibatkan penundaan dalam tahap pelaksanaan proyek, yang akhirnya mempengaruhi anggaran dan waktu penyelesaian.
- n. Kesalahan desain: Kesalahan dalam desain yang tidak terdeteksi pada tahap awal dapat menambah biaya untuk perbaikan atau perubahan desain selama

pelaksanaan konstruksi. Ini juga bisa memengaruhi kualitas proyek dan menambah durasi pekerjaan.

- o. Survei yang dilakukan pada saat desain tidak akurat: Survei yang tidak akurat pada saat desain dapat menyebabkan kesalahan dalam perencanaan dan konstruksi, yang memerlukan pembenahan ulang dan mengarah pada peningkatan biaya.
- p. Perubahan desain: Perubahan desain yang terjadi setelah proyek dimulai dapat menyebabkan biaya tambahan untuk modifikasi atau pembaruan pada pekerjaan yang telah dilakukan. Setiap perubahan desain dapat memengaruhi anggaran secara signifikan.
- q. Metode pelaksanaan yang salah: Pemilihan atau penerapan metode pelaksanaan yang salah dapat memperlambat progres proyek dan meningkatkan biaya. Hal ini dapat melibatkan biaya tambahan untuk memperbaiki atau menyesuaikan pendekatan yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi.

Masing-masing indikator risiko biaya ini mempengaruhi keseluruhan anggaran dan kelancaran proyek, yang harus dipertimbangkan dengan cermat untuk mengelola risiko dan meminimalkan pemborosan dalam pelaksanaan proyek konstruksi.

### **3. Risiko Waktu**

Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing indikator risiko waktu berdasarkan hasil klasifikasi risiko setelah wawancara:

- a. Cuaca buruk saat pelaksanaan: Cuaca buruk, seperti hujan deras atau suhu ekstrem, dapat menghambat pekerjaan di luar ruangan dan memperlambat progres proyek. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaan konstruksi yang berdampak pada keseluruhan jadwal proyek.
- b. Angin terlalu kencang di lokasi proyek: Angin kencang di lokasi proyek, terutama pada tahap konstruksi di luar ruangan atau pemasangan struktur besar, dapat mempengaruhi keselamatan pekerja dan keterlambatan proses pekerjaan. Angin yang terlalu kencang dapat menghalangi pekerjaan yang melibatkan peralatan berat atau material sensitif.

- c. Gempa bumi: Terjadinya gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan fisik pada struktur yang sedang dibangun, serta menghentikan pekerjaan selama periode tertentu. Waktu yang hilang akibat kerusakan dan penilaian ulang desain atau struktur dapat memperpanjang durasi proyek.
- d. Pemesanan material terlambat: Jika pemesanan material dilakukan terlambat, pengiriman bahan yang diperlukan untuk proyek akan tertunda, yang pada akhirnya dapat memperlambat jalannya proyek dan menyebabkan keterlambatan dalam pencapaian milestones yang telah ditentukan.
- e. Keterlambatan pengiriman material dari pemasok: Keterlambatan pengiriman material dari pemasok dapat menghambat progres pekerjaan karena bahan yang dibutuhkan tidak tersedia sesuai waktu yang dijadwalkan. Keterlambatan ini akan memaksa tim proyek untuk menyesuaikan jadwal atau mencari alternatif, yang berdampak pada waktu penyelesaian proyek.
- f. Volume material yang dikirim tidak sesuai: Jika volume material yang dikirim tidak sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan, maka proyek akan terhenti atau mengalami penundaan sampai material yang diperlukan tersedia. Ketidaksesuaian ini dapat menyebabkan pemborosan waktu yang seharusnya digunakan untuk pekerjaan lain.
- g. Produktivitas kerja yang rendah: Rendahnya produktivitas kerja dapat terjadi karena berbagai faktor, seperti ketidakcukupan tenaga kerja, pelatihan yang tidak memadai, atau peralatan yang tidak efisien. Hal ini dapat memperlambat jalannya proyek dan menyebabkan keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaan.
- h. Kemacetan di sekitar lokasi proyek: Kemacetan lalu lintas di sekitar lokasi proyek dapat menghambat transportasi material dan peralatan, serta keterlambatan pekerja yang menuju lokasi. Kemacetan ini dapat memperpanjang waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan tahap-tahap tertentu dari proyek.
- i. Akses ke lokasi yang sulit: Jika lokasi proyek sulit dijangkau atau berada di daerah yang memiliki akses terbatas, maka akan terjadi keterlambatan dalam pengiriman material, peralatan, dan mobilisasi tenaga kerja. Kesulitan akses ini bisa memperlambat seluruh proses konstruksi dan menambah durasi proyek.

- j. Investigasi Situs: Penundaan atau ketidaklengkapan dalam melakukan investigasi situs sebelum dimulainya proyek dapat mengakibatkan masalah tak terduga selama konstruksi. Hal ini dapat menyebabkan penundaan dalam pekerjaan serta memerlukan perubahan dalam perencanaan atau desain yang telah disetujui.
- k. Kelengkapan data kondisi situs: Ketidaklengkapan data mengenai kondisi situs dapat menyebabkan kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi. Informasi yang kurang akurat atau tidak lengkap tentang kondisi situs dapat mempengaruhi kelancaran proyek dan memerlukan waktu tambahan untuk melakukan riset atau perbaikan.

Setiap indikator risiko waktu ini memiliki potensi untuk mengganggu jadwal proyek dan meningkatkan durasi penyelesaian, yang berpotensi memperburuk anggaran dan mengurangi efisiensi proyek secara keseluruhan.

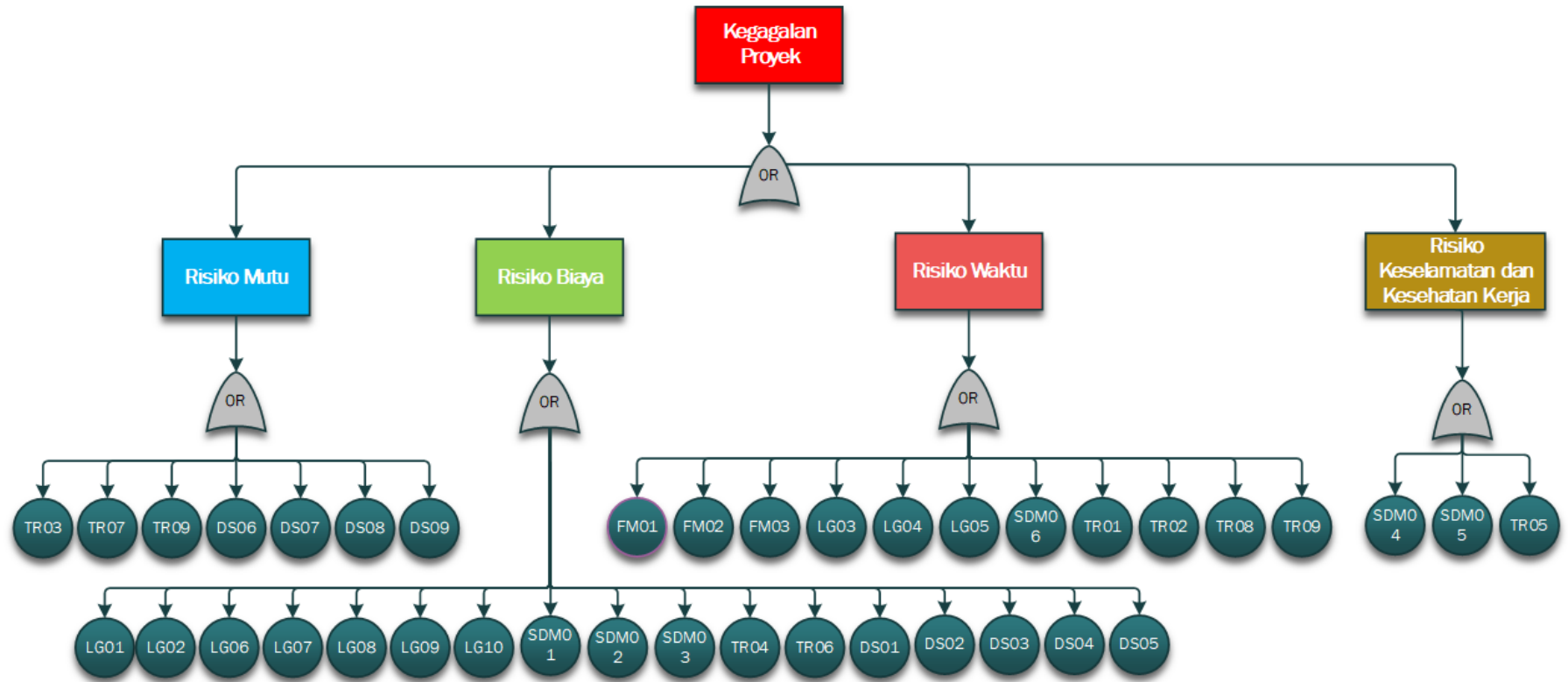
#### **4. Risiko K3**

Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing indikator risiko K3 berdasarkan hasil klasifikasi risiko setelah wawancara:

- a. Terjadi kecelakaan akibat prosedur keamanan yang rendah: Risiko ini terjadi ketika prosedur keselamatan kerja di lokasi proyek tidak diterapkan dengan baik atau tidak memadai, yang menyebabkan peningkatan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Prosedur yang rendah atau tidak diikuti dengan disiplin dapat meningkatkan risiko cedera atau kecelakaan fatal bagi pekerja yang terlibat dalam kegiatan konstruksi.
- b. Kekurangan penerapan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3): Ketika penerapan standar K3 tidak dilakukan secara menyeluruh atau kurang efektif, risiko bagi pekerja akan meningkat. Hal ini dapat mencakup kurangnya pelatihan, peralatan keselamatan yang tidak memadai, atau pengawasan yang lemah. Kekurangan dalam penerapan K3 dapat menyebabkan cedera atau bahkan kematian, serta berpotensi menambah biaya akibat klaim asuransi atau ganti rugi.
- c. Gangguan keamanan di lokasi proyek: Gangguan keamanan di lokasi proyek, seperti pencurian material, sabotase, atau ancaman dari pihak luar, dapat menyebabkan risiko fisik dan finansial. Keamanan yang tidak terjaga dengan

baik dapat mengganggu kelancaran pekerjaan dan berpotensi menambah biaya untuk pengamanan ekstra serta risiko bagi pekerja yang terpapar pada situasi berbahaya.

Setiap indikator risiko K3 ini harus dikelola dengan ketat untuk memastikan keselamatan dan kesehatan pekerja di lokasi proyek, serta untuk meminimalkan potensi gangguan yang dapat memengaruhi keberhasilan dan kelancaran proyek secara keseluruhan.



**Gambar 4. 3 Risk Tree Classification**

### 5.4.3. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Penelitian ini menerapkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi risiko, mengevaluasi risiko, dan menetapkan peringkat risiko dengan menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). Perhitungan skor FMEA diperoleh dari wawancara dengan dua *expert*.

#### a. Perhitungan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Perhitungan nilai *Failure Mode and Effect* (FMEA) dilakukan dengan menilai dari tiga faktor, yaitu *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detection* (D). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Mufiq & Huda, 2020). Penilaian skor FMEA diperoleh dari wawancara dengan dua *expert*, yaitu VP Risiko Non BUJT dan Satria S (PM Proyek).

Perhitungan RPN (*Risk Priority Number*) untuk indikator-indikator yang Anda sebutkan menggunakan metode FMEA. Perhitungan RPN membutuhkan nilai dari tiga faktor: *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) untuk setiap indikator. Setelah itu, RPN dihitung dengan rumus:

$$RPN=S \times O \times D$$

Langkah-langkah perhitungan:

- a) *Severity* (S): Keparahan dampak jika kegagalan terjadi (skala 1-10, dengan 1 = tidak signifikan, 10 = sangat parah).
- b) *Occurrence* (O): Kemungkinan terjadinya kegagalan (skala 1-10, dengan 1 = sangat jarang, 10 = sangat sering).
- c) *Detection* (D): Kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (skala 1-10, dengan 1 = sangat mudah dideteksi, 10 = sangat sulit dideteksi).
- d) Kemudian, S, O, dan D dikalikan untuk mendapatkan RPN.

**Tabel 5. 12 Perhitungan FMEA**

No	Nama Indikator	Kode	S	O	D	RPN	Peringkat
1	Cuaca buruk saat pelaksanaan	FM01	3	3,5	3,5	36,75	38
2	Angin terlalu kencang di lokasi proyek	FM02	3	4	3,5	42	33
3	Gempa bumi	FM03	4	3	3,5	42	34
4	Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal	LG01	5	5	3,5	87,5	6
5	Kerusakan peralatan terjadi selama pelaksanaan	LG02	5	4,5	3,5	78,75	15
6	Pemesanan material terlambat	LG03	5	4	3,5	70	18

No	Nama Indikator	Kode	S	O	D	RPN	Peringkat
7	Keterlambatan pengiriman material dari pemasok	LG04	5	5	3,5	87,5	7
8	Volume material yang dikirim tidak sesuai	LG05	5	4,5	3,5	78,75	16
9	Ketersediaan material yang kurang	LG06	4	4	3,5	56	29
10	Kenaikan harga material	LG07	6	5	3,5	105	3
11	Kerusakan atau kehilangan (pencurian) material	LG08	6	4	3,5	84	11
12	Kekurangan peralatan yang diperlukan	LG09	4	5	3,5	70	19
13	Penyimpanan material di Logistik yang tidak tercatat baik	LG10	3	4	3,5	42	35
14	Jumlah tenaga kerja berubah	SDM01	5	5	3,5	87,5	8
15	Kekurangan ketersediaan pekerja	SDM02	6	4	3,5	84	12
16	Kekurangan keahlian pekerja dan kekurangan staf yang berkualifikasi	SDM03	5	4	3,5	70	20
17	Terjadi kecelakaan akibat prosedur keamanan yang rendah	SDM04	6	3	3,5	63	25
18	Kekurangan penerapan Keamanan dan Keselamatan kerja (K3)	SDM05	7	3	3,5	73,5	17
19	Produktivitas kerja yang rendah	SDM06	4	5	3,5	70	21
20	Kemacetan di sekitar lokasi proyek	TR01	6	5	3,5	105	4
21	Akses ke lokasi yang sulit	TR02	6	6	3,5	126	1
22	Metode konstruksi yang tidak sesuai	TR03	7	5	3,5	122,5	2
23	Kerusakan yang terjadi di sekitar area saat pemasangan	TR04	4	4	3,5	56	30
24	Gangguan keamanan di lokasi proyek	TR05	5	4	3,5	70	22
25	Pembuatan dan perakitan baja yang tidak benar	TR06	6	3	3,5	63	26
26	Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi	TR07	6	5	3,5	105	5
27	Investigasi Situs	TR08	3	5	3,5	52,5	32
28	Kelengkapan data kondisi situs	TR09	4	3	3,5	42	36
29	Kelengkapan data untuk membuat DED (Detail Engineering Design)	TR10	6	4	3,5	84	13
30	Persiapan dan persetujuan desain terlambat	DS01	5	5	3,5	87,5	9
31	Kesalahan desain	DS02	6	3	3,5	63	27
32	Survei yang dilakukan pada saat desain tidak akurat	DS03	5	4	3,5	70	23
33	Perubahan desain	DS04	5	3,5	3,5	61,25	28
34	Metode pelaksanaan yang salah	DS05	4	4	3,5	56	31
35	Data yang tidak lengkap	DS06	5	4	3,5	70	24
36	Desain dan gambar tidak sesuai dengan Bill of Quantity	DS07	6	4	3,5	84	14
37	Ketidakkuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain	DS08	5	5	3,5	87,5	10
38	Kekurangan gambar rinci	DS09	4	3	3,5	42	37

Setelah mendapatkan nilai RPN, kemudian peneliti mengurutkan peringkat risiko dari yang memiliki nilai RPN tertinggi. Hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 13 Peringkat Risiko

No	Nama Indikator	Kode	S	O	D	RPN	Peringkat	Respon Risiko
1	Akses ke lokasi yang sulit	TR02	6	6	3,5	126	Tinggi	Risiko Dihindari
2	Metode konstruksi yang tidak sesuai	TR03	7	5	3,5	122,5	Tinggi	
3	Kenaikan harga material	LG07	6	5	3,5	105	Tinggi	
4	Kemacetan di sekitar lokasi proyek	TR01	6	5	3,5	105	Tinggi	
5	Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi	TR07	6	5	3,5	105	Tinggi	
6	Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal	LG01	5	5	3,5	87,5	Tinggi	
7	Keterlambatan pengiriman material dari pemasok	LG04	5	5	3,5	87,5	Tinggi	
8	Jumlah tenaga kerja berubah	SDM01	5	5	3,5	87,5	Tinggi	
9	Persiapan dan persetujuan desain terlambat	DS01	5	5	3,5	87,5	Tinggi	
10	Ketidakkuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain	DS08	5	5	3,5	87,5	Tinggi	
11	Kerusakan atau kehilangan (pencurian) material	LG08	6	4	3,5	84	Sedang	Risiko Dikurangi
12	Kekurangan ketersediaan pekerja	SDM02	6	4	3,5	84	Sedang	
13	Kelengkapan data untuk membuat DED (Detail Engineering Design)	TR10	6	4	3,5	84	Sedang	
14	Desain dan gambar tidak sesuai dengan Bill of Quantity	DS07	6	4	3,5	84	Sedang	
15	Kerusakan peralatan terjadi selama pelaksanaan	LG02	5	4,5	3,5	78,75	Sedang	
16	Volume material yang dikirim tidak sesuai	LG05	5	4,5	3,5	78,75	Sedang	
17	Kekurangan penerapan Keamanan dan Keselamatan kerja (K3)	SDM05	7	3	3,5	73,5	Sedang	
18	Pemesanan material terlambat	LG03	5	4	3,5	70	Sedang	
19	Kekurangan peralatan yang diperlukan	LG09	4	5	3,5	70	Sedang	
20	Kekurangan keahlian pekerja dan kekurangan staf yang berkualifikasi	SDM03	5	4	3,5	70	Sedang	
21	Produktivitas kerja yang rendah	SDM06	4	5	3,5	70	Sedang	

No	Nama Indikator	Kode	S	O	D	RPN	Peringkat	Respon Risiko
22	Gangguan keamanan di lokasi proyek	TR05	5	4	3,5	70	Sedang	Risiko Diterima/ Ditransfer
23	Survei yang dilakukan pada saat desain tidak akurat	DS03	5	4	3,5	70	Sedang	
24	Data yang tidak lengkap	DS06	5	4	3,5	70	Sedang	
25	Terjadi kecelakaan akibat prosedur keamanan yang rendah	SDM04	6	3	3,5	63	Sedang	
26	Pembuatan dan perakitan baja yang tidak benar	TR06	6	3	3,5	63	Sedang	
27	Kesalahan desain	DS02	6	3	3,5	63	Sedang	
28	Perubahan desain	DS04	5	3,5	3,5	61,25	Sedang	
29	Ketersediaan material yang kurang	LG06	4	4	3,5	56	Sedang	
30	Kerusakan yang terjadi di sekitar area saat pemasangan	TR04	4	4	3,5	56	Sedang	
31	Metode pelaksanaan yang salah	DS05	4	4	3,5	56	Sedang	
32	Investigasi Situs	TR08	3	5	3,5	52,5	Sedang	
33	Angin terlalu kencang di lokasi proyek	FM02	3	4	3,5	42	Rendah	
34	Gempa bumi	FM03	4	3	3,5	42	Rendah	
35	Penyimpanan material di Logistik yang tidak tercatat baik	LG10	3	4	3,5	42	Rendah	
36	Kelengkapan data kondisi situs	TR09	4	3	3,5	42	Rendah	
37	Kekurangan gambar rinci	DS09	4	3	3,5	42	Rendah	
38	Cuaca buruk saat pelaksanaan	FM01	3	3,5	3,5	36,75	Rendah	

Tabel peringkat risiko dan respon risiko menunjukkan bagaimana berbagai risiko dalam proyek konstruksi dikategorikan berdasarkan tingkat prioritasnya, yaitu tinggi, sedang, dan rendah, menggunakan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Klasifikasi ini memandu pengambilan keputusan dalam mengelola risiko sesuai dengan dampak potensialnya terhadap keberhasilan proyek.

1. Risiko dengan peringkat tinggi memiliki dampak besar terhadap waktu, biaya, atau kualitas proyek. Contohnya adalah akses ke lokasi yang sulit atau kenaikan harga material. Respon untuk risiko ini adalah menghindari risiko melalui perubahan rencana atau langkah proaktif lainnya, karena dampak dari risiko ini bisa sangat merugikan atau bahkan menghentikan proyek. Langkah ini bertujuan untuk memastikan risiko tersebut tidak terjadi sama sekali, karena

konsekuensi yang ditimbulkan sulit diterima dan dapat menimbulkan kerugian besar.

2. Risiko dengan peringkat sedang memiliki dampak yang signifikan tetapi masih dapat dikelola dengan tindakan mitigasi yang tepat. Contohnya adalah keterlambatan pengadaan bahan atau kerusakan material selama pelaksanaan proyek. Respon yang direkomendasikan untuk risiko sedang adalah mengurangi risiko melalui langkah mitigasi, seperti memperbaiki perencanaan, menambah koordinasi, atau meningkatkan sumber daya. Hal ini dilakukan untuk mengurangi dampak atau kemungkinan terjadinya risiko, sehingga risiko tidak berkembang menjadi lebih besar yang berpotensi mengganggu proyek.
3. Risiko dengan peringkat rendah, seperti angin kencang atau cuaca buruk saat pelaksanaan, memiliki dampak yang relatif kecil terhadap proyek. Respon yang paling sering diterapkan untuk risiko ini adalah menerima atau mentransfer risiko, misalnya melalui asuransi atau penyesuaian jadwal kerja. Karena risiko ini memiliki dampak yang kecil dan jarang terjadi, penanganan intensif tidak diperlukan. Mengalokasikan sumber daya yang besar untuk risiko ini dianggap tidak efisien, sehingga pendekatan penerimaan menjadi solusi yang lebih praktis.

Pendekatan berbeda ini diperlukan karena sumber daya proyek terbatas, sehingga pengelolaan risiko harus disesuaikan dengan tingkat ancaman yang dihadirkan. Risiko tinggi harus dihindari untuk mencegah kerugian besar, risiko sedang perlu dikurangi untuk menjaga kelancaran proyek, dan risiko rendah cukup diterima atau ditransfer karena dampaknya yang minimal terhadap keberhasilan proyek secara keseluruhan.

#### **5.4.4. Kondisi Eksisting**

Kondisi eksisting adalah situasi atau keadaan awal sebelum dilakukan perbaikan atau peningkatan (*improvement*). Dalam konteks manajemen risiko pada mutu, biaya, dan waktu, analisis kondisi eksisting bertujuan untuk mengidentifikasi kelemahan, masalah, atau risiko yang dapat menghambat pencapaian tujuan proyek. Berdasarkan kondisi eksisting, langkah-langkah *improvement* kemudian dirancang untuk meminimalkan risiko, meningkatkan efisiensi, dan memastikan proyek berjalan sesuai target. Berikut penjelasan terkait masing-masing aspek:

## 1. Risiko Mutu

- **Kondisi Eksisting:** Risiko mutu dapat mencakup kesalahan desain, kualitas material yang tidak sesuai spesifikasi, atau hasil pekerjaan yang tidak memenuhi standar. Hal ini sering terjadi karena kurangnya pengawasan, ketidaksesuaian dokumen teknis, atau proses pelaksanaan yang tidak optimal.
- **Improvement:** Untuk mengatasi risiko mutu, langkah-langkah seperti peningkatan kontrol kualitas, pelatihan tenaga kerja, penggunaan material berkualitas tinggi, dan audit teknis secara berkala dapat dilakukan. Teknologi seperti BIM (*Building Information Modeling*) juga dapat digunakan untuk memastikan akurasi desain dan konstruksi.

## 2. Risiko Biaya

- **Kondisi Eksisting:** Risiko biaya meliputi kenaikan harga material, perubahan jumlah tenaga kerja, atau pengadaan yang tidak sesuai jadwal. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya data yang akurat, inflasi, atau manajemen anggaran yang tidak efektif.
- **Improvement:** Perbaikan dapat dilakukan dengan cara meningkatkan perencanaan biaya, menerapkan kontrak pengadaan yang fleksibel, dan memanfaatkan data historis untuk estimasi yang lebih akurat. Selain itu, komunikasi yang baik dengan pemasok dan pemangku kepentingan dapat membantu mencegah risiko terkait biaya.

## 3. Risiko Waktu

- **Kondisi Eksisting:** Risiko waktu sering terjadi akibat akses lokasi yang sulit, kemacetan di sekitar proyek, atau keterlambatan pengiriman material. Hal ini berdampak pada keterlambatan jadwal proyek secara keseluruhan.
- **Improvement:** Untuk mengatasi risiko waktu, perbaikan dapat mencakup penyusunan jadwal yang realistis, optimalisasi rantai pasok, penggunaan metode kerja yang lebih efisien, serta pemantauan progres secara real-time. Selain itu, koordinasi dengan pihak transportasi dan otoritas lalu lintas dapat membantu memperlancar distribusi material.

Pendekatan terintegrasi diperlukan untuk menangani risiko mutu, biaya, dan waktu secara bersamaan. Dengan menganalisis kondisi eksisting di ketiga aspek tersebut, manajemen risiko dapat diterapkan secara holistik, sehingga perbaikan pada satu aspek tidak menimbulkan masalah baru pada aspek lain. Strategi seperti penggunaan teknologi, kolaborasi lintas tim, dan pengambilan keputusan berbasis data menjadi kunci utama dalam melakukan improvement. Pendekatan ini bertujuan untuk menciptakan proyek yang lebih efektif, efisien, dan bebas dari kendala yang dapat menghambat pencapaian tujuan.

#### **5.4.5. Tahapan Manajemen Risiko**

Tahapan manajemen risiko yang umum meliputi tiga langkah utama: identifikasi risiko, perencanaan mitigasi, dan Kuesioner terhadap mitigasi. Identifikasi risiko dilakukan untuk mengidentifikasi potensi risiko yang dapat mempengaruhi proyek atau sistem, termasuk analisis sumber risiko dan dampaknya. Setelah risiko teridentifikasi, langkah berikutnya adalah perencanaan mitigasi, di mana strategi dikembangkan untuk mengurangi kemungkinan atau dampak dari risiko tersebut, seperti penyesuaian sumber daya atau perubahan rencana kerja. Tahap akhir adalah Kuesioner terhadap mitigasi, yaitu tindakan konkret yang dilakukan berdasarkan rencana mitigasi untuk mengelola risiko ketika terjadi, memastikan bahwa dampaknya dapat diminimalisir dan proyek tetap berjalan sesuai dengan tujuan.

##### **1. Identifikasi Risiko**

Berdasarkan hasil pemeringkatan risiko, peneliti dapat mengidentifikasi awal bahwa terdapat 10 indikator yang berisiko tinggi sehingga memerlukan identifikasi lanjutan untuk mendapatkan faktor penyebab yang mendasar (dominan) dari ke-10 indikator tersebut. Untuk mendapatkan hasil yang dapat divalidasi peneliti melakukan wawancara yang melibatkan 2 (dua) *expert* di bidang konstruksi. Peneliti mendapatkan hasil dari identifikasi untuk masing-masing risiko adalah sebagai berikut:

##### **a. Identifikasi Dampak Risiko Mutu**

Dampak risiko mutu pada proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito antara lain:

- 1) Metode konstruksi yang tidak sesuai

Dampak dari metode konstruksi yang tidak sesuai adalah hasil pekerjaan yang tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Hal ini dapat menyebabkan kebutuhan untuk melakukan pembongkaran ulang atau perbaikan pada bagian yang telah dikerjakan, yang pada akhirnya menimbulkan biaya tambahan dan potensi keterlambatan proyek. Selain itu, metode yang salah dapat memengaruhi integritas struktur bangunan secara keseluruhan, menurunkan keandalannya untuk jangka panjang.

2) Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi

Penggunaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi akan berdampak pada penurunan daya tahan bangunan dan potensi kegagalan fungsi konstruksi. Risiko ini dapat memaksa pelaksanaan pekerjaan ulang, termasuk mengganti material yang telah digunakan, sehingga meningkatkan biaya dan waktu pengerjaan. Selain itu, material berkualitas rendah juga dapat membahayakan keselamatan pengguna bangunan di masa mendatang.

3) Ketidakakuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain

Ketidakakuratan dalam desain dapat menyebabkan kesalahan pada tahap konstruksi, yang memerlukan revisi desain di tengah pengerjaan proyek. Hal ini tidak hanya memperlambat proses pembangunan tetapi juga meningkatkan risiko pembengkakan biaya. Selain itu, konflik antara pihak terkait, seperti kontraktor dan perancang, dapat muncul karena adanya kebutuhan untuk mengubah desain.

Setiap risiko mutu ini dapat memengaruhi keberhasilan proyek secara signifikan, baik dari segi waktu, biaya, maupun kualitas hasil akhir proyek. Secara ringkas, identifikasi risiko mutu dapat disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 5. 14 Identifikasi Dampak Risiko Mutu**

No	Indikator Risiko Mutu	Dampak Risiko Mutu
1	Metode konstruksi yang tidak sesuai	Mengakibatkan hasil pekerjaan tidak memenuhi standar, potensi pembongkaran ulang, dan biaya tambahan.
2	Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi	Penurunan daya tahan bangunan, kegagalan fungsi, dan kemungkinan perbaikan atau penggantian material.

3	Ketidakakuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain	Kesalahan konstruksi yang memerlukan revisi desain, keterlambatan, dan konflik antar pihak terkait.
4	Kekurangan gambar rinci	Penyelesaian pekerjaan menjadi tidak efektif, potensi interpretasi yang salah, dan pelaksanaan yang tidak optimal.

Sumber: Wawancara dengan para ahli dibidang konstruksi (2024)

#### b. Identifikasi Dampak Risiko Biaya

Dampak risiko biaya pada proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito antara lain:

##### 1) Kenaikan harga material

Fluktuasi harga material yang tidak terduga dapat membebani anggaran proyek karena biaya pengadaan material menjadi lebih besar dari estimasi awal. Dampaknya adalah pengeluaran tambahan yang dapat memengaruhi kelancaran pembiayaan proyek secara keseluruhan.

##### 2) Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal

Ketidaksesuaian jadwal pengadaan bahan dan peralatan dapat menyebabkan penundaan dalam pelaksanaan pekerjaan. Hal ini mengharuskan adanya percepatan pekerjaan untuk mengejar ketertinggalan jadwal, yang pada akhirnya memerlukan biaya tambahan untuk tenaga kerja lembur, logistik, atau sumber daya lain yang mendukung percepatan tersebut.

##### 3) Jumlah tenaga kerja berubah

Perubahan jumlah tenaga kerja, seperti kebutuhan untuk menambah pekerja akibat kendala proyek, akan meningkatkan biaya tenaga kerja. Selain itu, jika terjadi pengurangan tenaga kerja, diperlukan biaya tambahan untuk pelatihan tenaga pengganti agar dapat memenuhi kebutuhan proyek.

##### 4) Persiapan dan persetujuan desain terlambat

Keterlambatan dalam persiapan atau persetujuan desain dapat menyebabkan jadwal konstruksi terganggu. Dampaknya adalah peningkatan biaya overhead untuk menjaga keberlangsungan proyek hingga desain siap digunakan.

Risiko-risiko ini menunjukkan bagaimana pengelolaan biaya yang buruk dapat mengganggu keberlanjutan proyek dan mengakibatkan pembengkakan anggaran yang signifikan. Secara ringkas, identifikasi risiko biaya dapat disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 5. 15 Identifikasi Dampak Risiko Biaya**

No	Indikator Risiko Biaya	Dampak Risiko
1	Kenaikan harga material	Membebani anggaran proyek akibat pengeluaran lebih besar dari estimasi awal.
2	Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal	Mengakibatkan penundaan pekerjaan yang memerlukan biaya tambahan untuk percepatan atau penyesuaian.
3	Jumlah tenaga kerja berubah	Meningkatkan biaya akibat kebutuhan tenaga kerja tambahan atau biaya kompensasi untuk penggantian.
4	Persiapan dan persetujuan desain terlambat	Penundaan jadwal menyebabkan biaya overhead meningkat.

Sumber: Wawancara dengan para ahli dibidang konstruksi (2024)

### c. Identifikasi Dampak Risiko Waktu

Dampak risiko waktu pada proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito antara lain:

#### 1) Akses ke lokasi yang sulit

Kondisi akses yang sulit, seperti jalan rusak atau terbatasnya jalur masuk, menghambat mobilisasi material dan peralatan ke lokasi proyek. Akibatnya, pekerjaan terpaksa ditunda sampai material atau alat tersebut tiba, yang berdampak pada durasi proyek.

#### 2) Kemacetan di sekitar lokasi proyek

Kemacetan lalu lintas di sekitar lokasi proyek memperlambat pengangkutan material, alat, dan tenaga kerja ke lokasi. Hal ini menyebabkan pekerjaan tidak dapat berjalan sesuai jadwal, terutama untuk pekerjaan yang membutuhkan pasokan material secara tepat waktu.

#### 3) Keterlambatan pengiriman material dari pemasok

Jika pemasok material tidak dapat memenuhi jadwal pengiriman, pekerjaan yang bergantung pada material tersebut akan terhenti. Situasi ini mengganggu rangkaian jadwal proyek, terutama jika material tersebut bersifat esensial untuk melanjutkan pekerjaan utama.

Dampak dari risiko-risiko ini menunjukkan bahwa faktor-faktor eksternal maupun internal yang tidak terkelola dengan baik dapat memperpanjang jadwal proyek secara signifikan, meningkatkan tekanan terhadap sumber daya, dan berpotensi menimbulkan biaya tambahan. Secara ringkas, identifikasi risiko waktu dapat disajikan dalam tabel berikut:

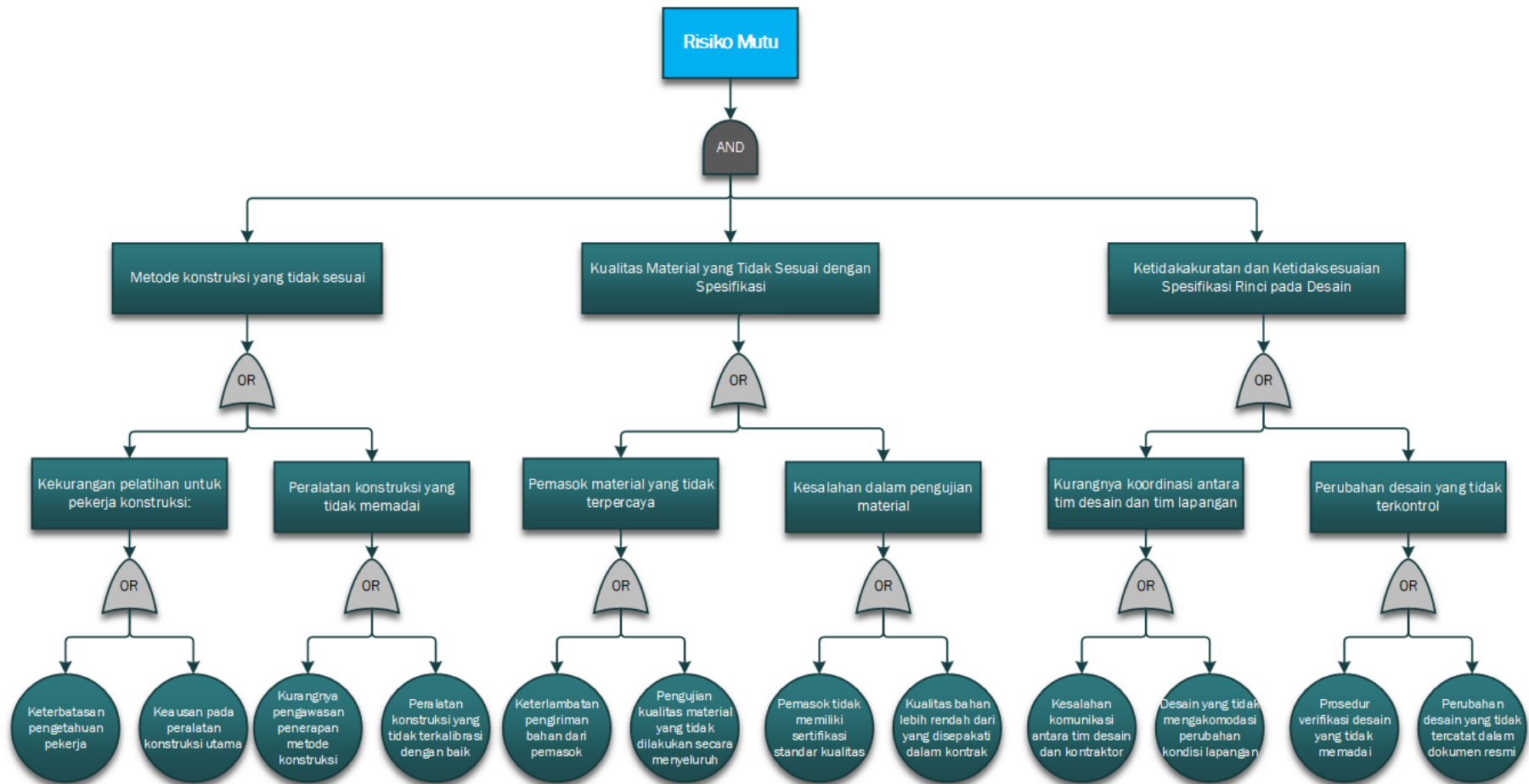
**Tabel 5. 16 Identifikasi Dampak Risiko Waktu**

No	Indikator Risiko Waktu	Dampak Risiko
1	Akses ke lokasi yang sulit	Penundaan dalam pengangkutan material, peralatan, dan tenaga kerja, yang memperpanjang waktu pelaksanaan proyek.
2	Kemacetan di sekitar lokasi proyek	Mengakibatkan keterlambatan mobilisasi material dan peralatan, sehingga mengganggu jadwal proyek.
3	Keterlambatan pengiriman material dari pemasok	Pekerjaan tertentu terhenti akibat tidak tersedianya material tepat waktu, menyebabkan gangguan jadwal keseluruhan.

Sumber: Wawancara dengan para ahli dibidang konstruksi (2024)

#### 5.4.6. *Fault Tree Analysis (FTA)*

Diagram *Fault Tree Analysis (FTA)* menggambarkan analisis risiko untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi penyebab kegagalan dalam sistem. FTA memodelkan visual faktor-faktor yang berkontribusi pada hasil yang tidak diinginkan, menunjukkan hubungan antara penyebab dan efek untuk merumuskan strategi mitigasi yang efektif untuk mengurangi dampak risiko terhadap proyek atau sistem. Hasil FTA yang dapat peneliti gambarkan adalah sebagai berikut:



**Gambar 5. 4** *Fault Tree Analysis (FTA) Risiko Mutu*

Berikut adalah penjelasan lebih rinci dari diagram *Fault Tree Analysis* (FTA) tentang Risiko Mutu, mulai dari *Top Event*, *Intermediate Event*, hingga *Basic Event*:

### 1. *Top Event*: Risiko Mutu

*Top Event* adalah puncak dari hierarki risiko, yang ingin dicegah. Dalam diagram ini, Risiko Mutu adalah event utama yang menjadi akibat dari kombinasi penyebab pada level yang lebih rendah. Risiko mutu mengacu pada ketidaksesuaian hasil pekerjaan konstruksi dengan standar mutu yang telah ditentukan, baik dalam aspek desain, material, maupun metode pelaksanaan.

### 2. *Intermediate Events*

*Intermediate Events* adalah peristiwa di tengah hierarki yang berkontribusi langsung pada *Top Event*. Peristiwa-peristiwa ini adalah hasil gabungan dari *Basic event*.

#### 2.1. Metode Konstruksi yang Tidak Sesuai

- **Deskripsi:** Metode konstruksi yang salah atau tidak sesuai standar dapat mengakibatkan kegagalan dalam memenuhi kualitas pekerjaan.
- **Dihubungkan dengan OR Gate:** Artinya, salah satu dari faktor berikut sudah cukup untuk menyebabkan metode konstruksi yang tidak sesuai.
  - **Kekurangan pelatihan untuk pekerja konstruksi:**
    - Penyebab:
      1. **Keterbatasan pengetahuan pekerja:** Pekerja tidak memiliki cukup pemahaman mengenai metode konstruksi yang sesuai.
      2. **Keausan pada peralatan konstruksi utama:** Alat-alat utama mengalami keausan, sehingga tidak optimal digunakan.
    - **Peralatan konstruksi yang tidak memadai:**
      - Penyebab:
        1. **Kurangnya pengawasan penerapan metode konstruksi:** Tidak ada pengawasan untuk memastikan metode diterapkan dengan benar.

2. **Peralatan konstruksi yang tidak terkalibrasi dengan baik:** Alat yang digunakan tidak sesuai dengan spesifikasi atau tidak diperiksa kondisinya.

## 2.2. Kualitas Material yang Tidak Sesuai dengan Spesifikasi

- **Deskripsi:** Material yang digunakan tidak memenuhi standar spesifikasi teknis, yang dapat menurunkan kualitas pekerjaan.
- **Dihubungkan dengan OR Gate:**
  - **Pemasok material yang tidak terpercaya:**
    - **Penyebab:**
      1. **Keterlambatan pengiriman bahan dari pemasok:** Keterlambatan ini dapat memaksa penggunaan material alternatif yang kualitasnya lebih rendah.
      2. **Pengujian kualitas material yang tidak dilakukan secara menyeluruh:** Tidak ada kontrol ketat dari pemasok terhadap kualitas material.
    - **Kesalahan dalam pengujian material:**
      - **Penyebab:**
        1. **Pemasok tidak memiliki sertifikasi standar kualitas:** Material yang dikirim tidak diverifikasi sesuai standar mutu.
        2. **Kualitas bahan lebih rendah dari yang disepakati dalam kontrak:** Material yang diterima lebih buruk dari yang disyaratkan.

## 2.3. Ketidakakuratan dan Ketidaksesuaian Spesifikasi Rinci pada Desain

- **Deskripsi:** Kesalahan atau kekurangan pada desain teknis yang menjadi acuan pelaksanaan konstruksi.
- **Dihubungkan dengan OR Gate:**
  - **Kurangnya koordinasi antara tim desain dan tim lapangan:**
    - **Penyebab:**
      1. **Kesalahan komunikasi antara tim desain dan kontraktor:** Informasi desain tidak disampaikan atau dipahami dengan benar.

2. **Desain yang tidak mengakomodasi perubahan kondisi lapangan:** Kondisi di lapangan tidak tercermin dalam dokumen desain.

○ **Perubahan desain yang tidak terkontrol:**

▪ **Penyebab:**

1. **Prosedur verifikasi desain yang tidak memadai:**

Tidak ada mekanisme untuk mengevaluasi perubahan desain.

2. **Perubahan desain yang tidak tercatat dalam dokumen resmi:**

Perubahan desain tidak terdokumentasi dengan baik, sehingga membingungkan pelaksana di lapangan.

### 3. *Basic Events*

*Basic Events* adalah penyebab dasar (root cause) yang menjadi sumber masalah. Penyebab-penyebab ini bersifat spesifik dan tidak bisa dipecah lebih lanjut. Berikut adalah rincian dari setiap *Basic event*:

#### 3.1. Metode Konstruksi yang Tidak Sesuai

- **Keterbatasan pengetahuan pekerja:** Pekerja tidak mendapatkan pelatihan atau informasi yang cukup tentang metode kerja.
- **Keausan pada peralatan konstruksi utama:** Alat-alat utama sudah usang sehingga tidak dapat bekerja dengan optimal.
- **Kurangnya pengawasan penerapan metode konstruksi:** Supervisi yang kurang memadai mengakibatkan metode yang salah diterapkan.
- **Peralatan konstruksi yang tidak terkalibrasi dengan baik:** Alat yang digunakan memiliki kesalahan karena tidak dilakukan kalibrasi sesuai standar.

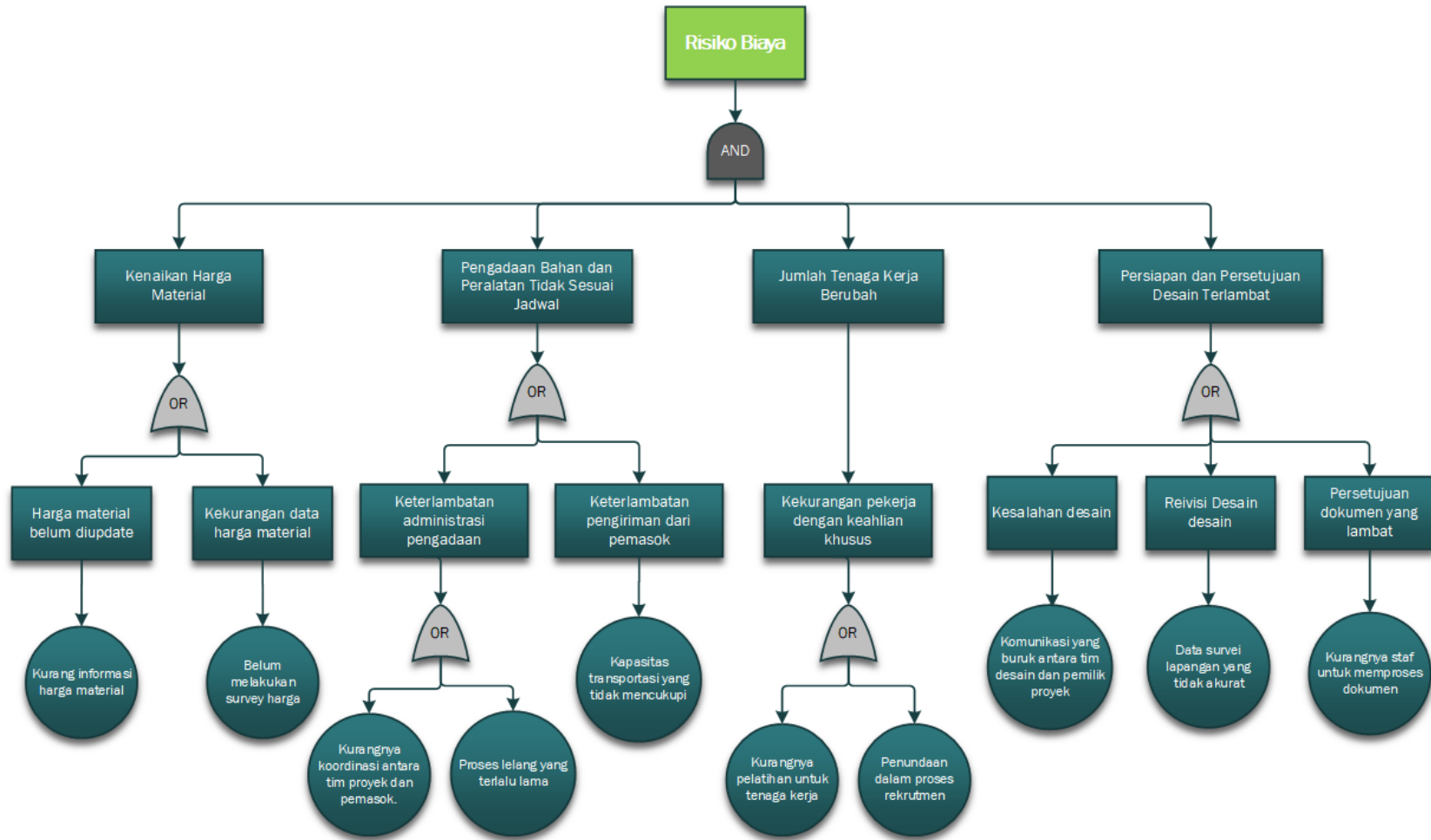
#### 3.2. Kualitas Material yang Tidak Sesuai dengan Spesifikasi

- **Keterlambatan pengiriman bahan dari pemasok:** Pekerjaan menjadi terganggu sehingga material alternatif digunakan.
- **Pengujian kualitas material yang tidak dilakukan secara menyeluruh:** Tidak ada kontrol penuh terhadap material yang diterima.

- **Pemasok tidak memiliki sertifikasi standar kualitas:** Material yang dikirimkan tidak memenuhi standar yang diharapkan.
- **Kualitas bahan lebih rendah dari yang disepakati dalam kontrak:** Material yang diterima tidak sesuai spesifikasi dalam kontrak kerja.

### **3.3. Ketidakakuratan dan Ketidaksesuaian Spesifikasi Rinci pada Desain**

- **Kesalahan komunikasi antara tim desain dan kontraktor:** Ketidaksesuaian antara desain dan pelaksanaan akibat miskomunikasi.
- **Desain yang tidak mengakomodasi perubahan kondisi lapangan:** Perubahan kondisi di lapangan tidak ditangani dengan baik dalam desain.
- **Prosedur verifikasi desain yang tidak memadai:** Sistem verifikasi desain tidak cukup untuk memastikan akurasi dan kelengkapan.
- **Perubahan desain yang tidak tercatat dalam dokumen resmi:** Informasi perubahan tidak terdokumentasi, menyebabkan kebingungan di lapangan.



Gambar 5. 5 Fault Tree Analysis (FTA) Risiko Biaya

Berikut adalah penjelasan detail terkait *Fault Tree Analysis* (FTA) dari Risiko Biaya, mencakup *Top Event*, *Intermediate Event*, hingga *Basic Event*:

### 1. *Top Event*: Risiko Biaya

*Top Event* adalah peristiwa utama yang menjadi fokus analisis. Dalam diagram ini, Risiko Biaya adalah akibat utama yang terjadi ketika berbagai penyebab risiko di level yang lebih rendah saling terkait. Risiko Biaya merujuk pada peningkatan atau pembengkakan biaya akibat ketidaksempurnaan dalam proses pengadaan, pelaksanaan, tenaga kerja, atau desain proyek.

### 2. *Intermediate Events*

*Intermediate Events* adalah peristiwa di tengah hierarki yang menjadi penyebab langsung dari *Top Event*.

#### 2.1. Kenaikan Harga Material

- **Deskripsi:** Kenaikan harga material adalah salah satu faktor yang dapat memengaruhi biaya proyek secara langsung.
- **Dihubungkan dengan OR Gate:** Artinya, salah satu dari peristiwa berikut cukup untuk menyebabkan kenaikan harga material:
  - **Harga material belum diupdate:**
    - Penyebab:
      1. **Kurang informasi harga material:** Tim proyek tidak memiliki akses ke data terkini tentang harga.
      2. **Belum melakukan survei harga:** Tim belum melakukan survei pasar untuk memperoleh harga yang sesuai.
  - **Kekurangan data harga material:**
    - Penyebab:
      1. Data harga tidak tersedia atau tidak diakses.
      2. Keterbatasan sistem informasi dalam proyek.

#### 2.2. Pengadaan Bahan dan Peralatan Tidak Sesuai Jadwal

- **Deskripsi:** Keterlambatan atau ketidaksesuaian waktu dalam pengadaan material dan peralatan yang dibutuhkan.
- **Dihubungkan dengan OR Gate:**

- **Keterlambatan administrasi pengadaan:**
  - Penyebab:
    1. **Kurangnya koordinasi antara tim proyek dan pemasok:** Komunikasi yang buruk menyebabkan lambatnya proses.
    2. **Proses lelang yang terlalu lama:** Proses administrasi terlalu panjang sehingga pengadaan tertunda.
- **Keterlambatan pengiriman dari pemasok:**
  - Penyebab:
    1. **Kapasitas transportasi yang tidak mencukupi:** Tidak ada sarana transportasi yang memadai.
    2. Masalah internal pemasok seperti kerusakan barang atau proses pengiriman yang lambat.

### 2.3. Jumlah Tenaga Kerja Berubah

- **Deskripsi:** Perubahan jumlah tenaga kerja selama proyek dapat menyebabkan risiko biaya, baik karena kekurangan tenaga kerja atau kebutuhan tenaga ahli tambahan.
- **Dihubungkan dengan OR Gate:**
  - **Kekurangan pekerja dengan keahlian khusus:**
    - Penyebab:
      1. **Kurangnya pelatihan untuk tenaga kerja:** Pekerja yang tersedia tidak memiliki kompetensi yang sesuai.
      2. **Penundaan dalam proses rekrutmen:** Proses perekrutan tenaga kerja baru memakan waktu lama.

### 2.4. Persiapan dan Persetujuan Desain Terlambat

- **Deskripsi:** Proses desain dan persetujuan dokumen yang lambat dapat memengaruhi jadwal proyek, dan akhirnya meningkatkan biaya.
- **Dihubungkan dengan OR Gate:**
  - **Kesalahan desain:**

- Penyebab:
  1. **Komunikasi buruk antara tim desain dan pemilik proyek:** Ketidakselarasan dalam komunikasi mengakibatkan revisi desain.
- **Revisi desain:**
  - Penyebab:
    1. **Data survei lapangan yang tidak akurat:** Informasi dari survei tidak sesuai kondisi aktual.
- **Persetujuan dokumen yang lambat:**
  - Penyebab:
    1. **Kurangnya staf untuk memproses dokumen:** Tim administrasi yang tidak cukup untuk menangani dokumen.

### 3. *Basic Events*

*Basic Events* adalah akar penyebab yang tidak dapat dipecah lebih lanjut. Berikut adalah rincian dari setiap *Basic event* dalam diagram:

#### 3.1. Kenaikan Harga Material

- **Kurang informasi harga material:** Informasi harga material di pasar tidak diperbarui atau tidak tersedia.
- **Belum melakukan survei harga:** Tidak ada pengumpulan data dari berbagai penyedia atau sumber harga terbaru.

#### 3.2. Pengadaan Bahan dan Peralatan Tidak Sesuai Jadwal

- **Kurangnya koordinasi antara tim proyek dan pemasok:** Kesalahpahaman atau miskomunikasi menyebabkan proses pengadaan tertunda.
- **Proses lelang yang terlalu lama:** Waktu yang dibutuhkan untuk memilih penyedia barang atau jasa melebihi jadwal yang direncanakan.
- **Kapasitas transportasi yang tidak mencukupi:** Jumlah atau jenis transportasi yang diperlukan tidak tersedia.

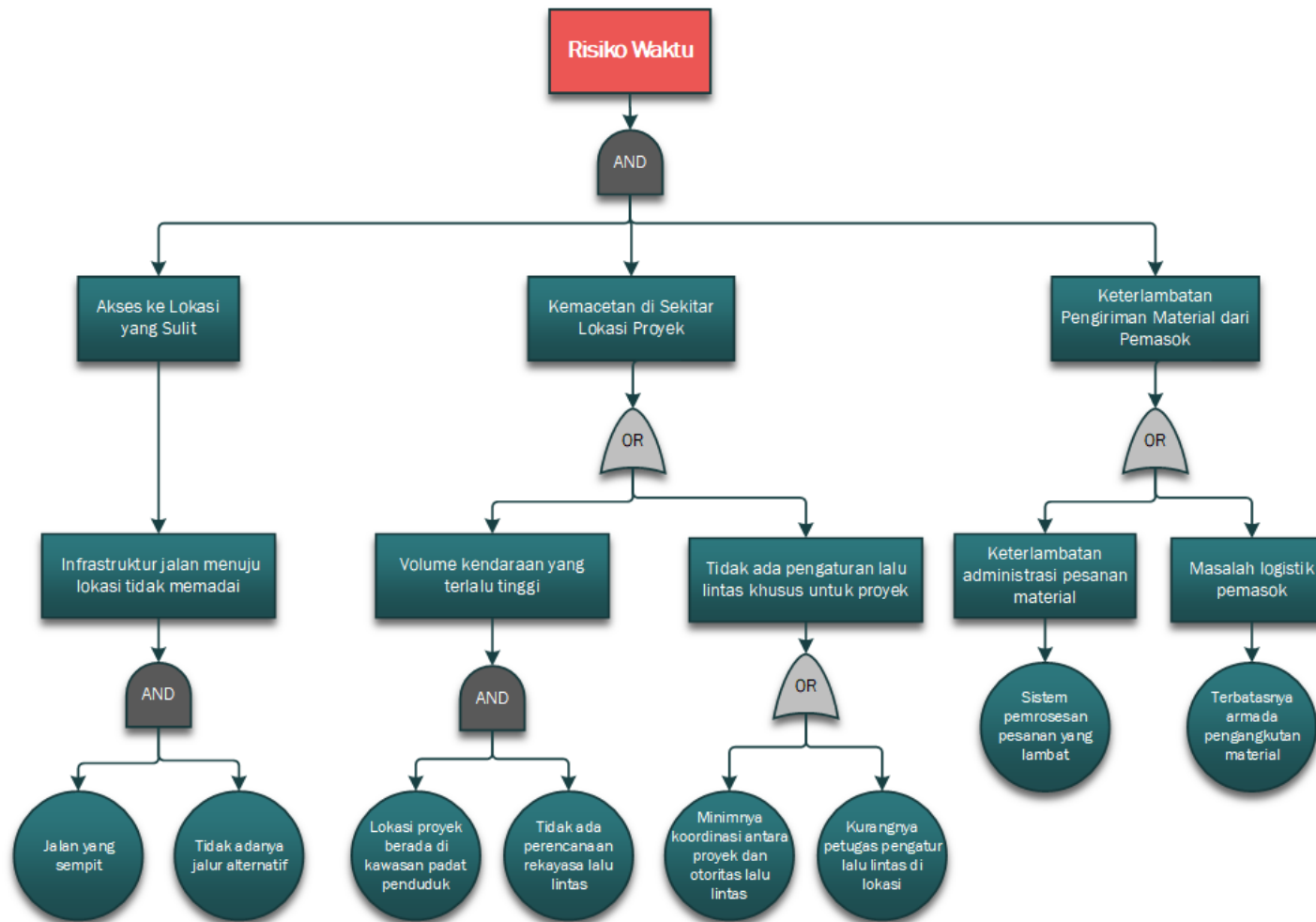
#### 3.3. Jumlah Tenaga Kerja Berubah

- **Kurangnya pelatihan untuk tenaga kerja:** Tidak ada pelatihan yang memadai untuk meningkatkan kompetensi pekerja.

- **Penundaan dalam proses rekrutmen:** Perekrutan tenaga kerja baru membutuhkan waktu lebih lama dari yang diharapkan.

#### **3.4. Persiapan dan Persetujuan Desain Terlambat**

- **Komunikasi buruk antara tim desain dan pemilik proyek:** Informasi atau perubahan desain tidak disampaikan dengan jelas.
- **Data survei lapangan yang tidak akurat:** Informasi dari survei tidak sesuai dengan kondisi lapangan yang sebenarnya.
- **Kurangnya staf untuk memproses dokumen:** Staf administrasi yang menangani dokumen persetujuan tidak cukup jumlahnya atau terlalu sibuk.



**Gambar 5. 6** Fault Tree Analysis (FTA) Risiko Waktu

Berikut adalah penjelasan mendetail dari diagram Risiko Waktu berdasarkan *Top Event*, *Intermediate Events*, hingga *Basic Events*.

### 1. *Top Event*: Risiko Waktu

*Top Event* menggambarkan Risiko Waktu yang terjadi akibat keterlambatan atau gangguan pada proyek. Risiko ini berpotensi mengganggu jadwal proyek secara keseluruhan, sehingga menghambat penyelesaian tepat waktu.

### 2. *Intermediate Events*

*Intermediate Events* adalah penyebab langsung dari *Top Event*. Berikut adalah tiga *Intermediate Events* utama dalam diagram ini:

#### 2.1. Akses ke Lokasi yang Sulit

- **Deskripsi:** Sulitnya akses menuju lokasi proyek akibat kondisi jalan atau minimnya infrastruktur.
- **Dihubungkan dengan AND Gate:** Semua peristiwa berikut harus terjadi untuk memicu kesulitan akses:
  - **Infrastruktur jalan menuju lokasi tidak memadai:**
    - **Jalan yang sempit:** Jalan yang ada tidak cukup lebar untuk transportasi material atau kendaraan proyek.
    - **Tidak adanya jalur alternatif:** Tidak ada opsi lain untuk menghindari jalan yang padat atau rusak.

#### 2.2. Kemacetan di Sekitar Lokasi Proyek

- **Deskripsi:** Kemacetan lalu lintas di area proyek dapat menyebabkan keterlambatan logistik dan aktivitas proyek.
- **Dihubungkan dengan OR Gate:** Salah satu dari peristiwa berikut cukup untuk memicu kemacetan:
  - **Volume kendaraan yang terlalu tinggi:**
    - **Lokasi proyek berada di kawasan padat penduduk:** Proyek berada di area dengan lalu lintas tinggi yang tidak bisa dihindari.
    - **Tidak ada perencanaan rekayasa lalu lintas:** Tidak ada pengaturan lalu lintas khusus untuk mendukung kelancaran proyek.

- **Tidak ada pengaturan lalu lintas khusus untuk proyek:**
  - **Minimnya koordinasi antara proyek dan otoritas lalu lintas:** Tidak ada komunikasi yang baik untuk mengatur alur kendaraan.
  - **Kurangnya petugas pengatur lalu lintas di lokasi:** Tidak ada personel untuk membantu mengatur aliran kendaraan.

### 2.3. Keterlambatan Pengiriman Material dari Pemasok

- **Deskripsi:** Bahan proyek yang terlambat tiba di lokasi menyebabkan gangguan pada jadwal.
- **Dihubungkan dengan OR Gate:** Salah satu dari peristiwa berikut dapat memicu keterlambatan pengiriman:
  - **Keterlambatan administrasi pesanan material:**
    - **Sistem pemrosesan pesanan yang lambat:** Sistem administrasi pemasok tidak efisien.
  - **Masalah logistik pemasok:**
    - **Terbatasnya armada pengangkutan material:** Kurangnya kendaraan untuk pengiriman material.

## 3. *Basic Events*

*Basic Events* adalah penyebab mendasar yang tidak dapat dipecah lebih jauh. Berikut rincian dari *Basic Events* dalam diagram:

### 3.1. Akses ke Lokasi yang Sulit

- **Jalan yang sempit:** Infrastruktur jalan tidak memungkinkan kendaraan besar untuk mengakses lokasi proyek.
- **Tidak adanya jalur alternatif:** Proyek hanya bergantung pada satu jalur akses, sehingga tidak ada rute cadangan jika terjadi gangguan.

### 3.2. Kemacetan di Sekitar Lokasi Proyek

- **Lokasi proyek berada di kawasan padat penduduk:** Area proyek terletak di daerah dengan tingkat aktivitas masyarakat yang tinggi.
- **Tidak ada perencanaan rekayasa lalu lintas:** Tidak dilakukan analisis atau perencanaan untuk mengelola lalu lintas di sekitar proyek.
- **Minimnya koordinasi antara proyek dan otoritas lalu lintas:** Tidak ada komunikasi antara tim proyek dengan pihak berwenang terkait lalu lintas.

- **Kurangnya petugas pengatur lalu lintas di lokasi:** Jumlah tenaga kerja yang bertugas mengatur kendaraan tidak mencukupi.

### 3.3. Keterlambatan Pengiriman Material dari Pemasok

- **Sistem pemrosesan pesanan yang lambat:** Proses administrasi di pihak pemasok tidak efisien, menyebabkan keterlambatan pengiriman.
- **Terbatasnya armada pengangkutan material:** Pemasok tidak memiliki cukup kendaraan atau alat transportasi untuk memenuhi kebutuhan proyek.

#### 5.4.7. Perencanaan dan Tindakan Mitigasi

Setelah menyusun diagram menggunakan metode FTA, tahap selanjutnya adalah merencanakan mitigasi yang bertujuan untuk memilih langkah-langkah yang tepat dan sesuai. Hal ini agar ketika risiko tersebut terjadi, dapat segera ditangani sesuai dengan strategi mitigasi yang telah disepakati (Putri et al, 2022). Hasil wawancara yang melibatkan 2 (dua) *expert* di bidang konstruksi. Tabelnya yaitu:

**Tabel 5. 17 Perencanaan dan Tindakan Mitigasi Risiko Mutu**

No.	<i>Basic Event</i>	Rencana Mitigasi	Tindakan Mitigasi
1	Keterbatasan Pengetahuan Pekerja	Memberikan pelatihan khusus kepada pekerja	Meningkatkan keterampilan pekerja di lapangan
2	Keausan pada peralatan konstruksi utama	Melakukan inspeksi rutin dan perawatan peralatan	Mengurangi risiko kerusakan selama pelaksanaan
3	Kurangnya pengawasan penerapan metode konstruksi	Menambah frekuensi inspeksi oleh supervisor	Menjamin penerapan metode sesuai prosedur
4	Peralatan konstruksi tidak terkalibrasi	Mengatur jadwal kalibrasi rutin	Meningkatkan akurasi penggunaan peralatan
5	Keterlambatan pengiriman bahan dari pemasok	Menetapkan kontrak dengan pemasok alternatif	Memastikan ketersediaan bahan sesuai jadwal
6	Pengujian kualitas material tidak menyeluruh	Melakukan pengujian tambahan dengan standar yang lebih ketat	Menjamin kualitas material sesuai spesifikasi
7	Pemasok tidak memiliki sertifikasi kualitas	Memilih pemasok yang tersertifikasi standar mutu	Mengurangi risiko kualitas material rendah
8	Kualitas bahan lebih rendah dari kontrak	Melakukan inspeksi material saat pengiriman	Menghindari penerimaan bahan yang tidak sesuai
9	Kesalahan komunikasi antara tim desain dan kontraktor	Mengadakan rapat koordinasi rutin	Menghindari kesalahan informasi teknis
10	Desain tidak mengakomodasi perubahan kondisi lapangan	Mengupdate desain berdasarkan survei terkini	Menjamin desain relevan dengan kondisi nyata
11	Prosedur verifikasi desain tidak memadai	Menyusun prosedur verifikasi yang lebih detail	Mengurangi kesalahan desain

No.	<i>Basic Event</i>	Rencana Mitigasi	Tindakan Mitigasi
12	Perubahan desain tidak tercatat dalam dokumen resmi	Membuat sistem pencatatan otomatis untuk revisi desain	Menghindari ketidaksesuaian antara desain dan pelaksanaan

Sumber: Wawancara dengan para ahli dibidang konstruksi (2024)

Untuk penjelasan detail tentang masing-masing definisi *Basic Event*, perencanaan mitigasi, dan Tindakan mitigasi pada risiko mutu antara lain:

#### 1. Keterbatasan Pengetahuan Pekerja

- Definisi *Basic Event*: Keterbatasan pengetahuan pekerja terjadi ketika tenaga kerja tidak memiliki keterampilan atau pemahaman yang cukup mengenai tugas yang diberikan, yang dapat berpengaruh pada kualitas pekerjaan yang dihasilkan.
- Perencanaan Mitigasi: Solusi untuk mengatasi keterbatasan pengetahuan pekerja adalah dengan memberikan pelatihan yang tepat dan spesifik sesuai dengan tugas yang diemban pekerja. Program pelatihan ini harus meliputi teori dan praktik yang relevan dengan pekerjaan konstruksi yang mereka lakukan.
- Tindakan Mitigasi: Jika terjadi keterbatasan pengetahuan pekerja, langkah yang harus diambil adalah meningkatkan keterampilan mereka melalui sesi pelatihan tambahan di lapangan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pekerja dalam melaksanakan tugas konstruksi dengan benar dan efisien.

#### 2. Keausan pada Peralatan Konstruksi Utama

- Definisi *Basic Event*: Keausan pada peralatan konstruksi utama dapat terjadi akibat penggunaan yang berlebihan, perawatan yang tidak teratur, atau kurangnya penggantian komponen yang sudah rusak. Keausan ini dapat menyebabkan peralatan tidak berfungsi secara optimal.
- Perencanaan Mitigasi: Mitigasi dapat dilakukan dengan melakukan inspeksi dan pemeliharaan rutin pada peralatan konstruksi utama. Mengatur jadwal perawatan preventif dan penggantian komponen secara berkala akan mengurangi risiko kerusakan.
- Tindakan Mitigasi: Jika keausan terjadi, Kuesioner mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti peralatan yang rusak atau mengatur

perawatan lebih intensif pada peralatan yang digunakan agar operasional proyek tidak terganggu.

### 3. Kurangnya Pengawasan Penerapan Metode Konstruksi

- Definisi *Basic Event*: Kurangnya pengawasan dalam penerapan metode konstruksi dapat menyebabkan kesalahan teknis dalam pelaksanaan konstruksi yang berdampak pada waktu dan biaya proyek. Hal ini terjadi jika tidak ada pengawasan yang memadai terhadap pelaksanaan metode yang telah ditetapkan.
- Perencanaan Mitigasi: Untuk mitigasi, perlu dilakukan pengawasan yang ketat dan terencana. Pengawasan ini mencakup pemeriksaan rutin atas penerapan metode konstruksi di lapangan dan memastikan bahwa semua pihak mengikuti prosedur yang sudah disepakati.
- Tindakan Mitigasi: Jika terjadi pelanggaran terhadap metode konstruksi yang telah ditentukan, langkah Kuesioner yang diambil adalah melakukan koreksi langsung di lapangan dan memberikan pelatihan lebih lanjut kepada pekerja atau pengawas yang terlibat.

### 4. Peralatan Konstruksi yang Tidak Terkalibrasi dengan Baik

- Definisi *Basic Event*: Peralatan konstruksi yang tidak terkalibrasi dengan baik dapat menghasilkan hasil kerja yang tidak akurat dan tidak memenuhi standar yang diinginkan. Hal ini sering terjadi pada peralatan ukur atau alat berat yang digunakan dalam proyek.
- Perencanaan Mitigasi: Mitigasi untuk masalah ini adalah dengan melakukan kalibrasi rutin terhadap semua peralatan konstruksi yang digunakan, serta memastikan bahwa setiap peralatan yang digunakan di lapangan telah terkalibrasi sesuai dengan standar yang berlaku.
- Tindakan Mitigasi: Jika peralatan ditemukan tidak terkalibrasi, Kuesioner yang dilakukan adalah segera melakukan kalibrasi ulang atau mengganti peralatan yang tidak memenuhi standar agar proyek dapat dilanjutkan dengan hasil yang sesuai harapan.

5. Keterlambatan Pengiriman Bahan dari Pemasok
  - Definisi *Basic Event*: Keterlambatan pengiriman bahan dari pemasok dapat menyebabkan kekurangan material yang diperlukan untuk melanjutkan pekerjaan konstruksi, sehingga menunda progres proyek.
  - Perencanaan Mitigasi: Menghindari keterlambatan ini dapat dilakukan dengan mengatur kontrak dengan pemasok yang jelas mengenai waktu pengiriman dan penalti jika terjadi keterlambatan. Selain itu, perencanaan pengadaan material juga harus dilakukan jauh-jauh hari.
  - Tindakan Mitigasi: Jika keterlambatan terjadi, Kuesioner mitigasi yang dapat diambil adalah mencari pemasok alternatif atau mengatur pengiriman kembali agar bahan yang dibutuhkan dapat sampai ke lokasi dengan segera.
6. Pengujian Kualitas Material Tidak Dilakukan Menyeluruh
  - Definisi *Basic Event*: Pengujian kualitas material yang tidak dilakukan secara menyeluruh dapat mengakibatkan penggunaan material yang tidak memenuhi spesifikasi teknis, yang dapat mempengaruhi kualitas bangunan.
  - Perencanaan Mitigasi: Melakukan pengujian kualitas material secara menyeluruh sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam kontrak proyek. Pengujian ini harus dilakukan pada setiap batch material yang diterima di lokasi proyek.
  - Tindakan Mitigasi: Jika ditemukan material yang tidak memenuhi standar, Kuesioner mitigasi adalah mengganti material tersebut dengan material yang sesuai atau melakukan pengujian ulang untuk memastikan kualitasnya.
7. Pemasok Tidak Memiliki Sertifikasi Standar Kualitas
  - Definisi *Basic Event*: Pemasok yang tidak memiliki sertifikasi standar kualitas dapat menyebabkan material yang dikirim tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam kontrak, sehingga merugikan proyek.
  - Perencanaan Mitigasi: Memilih pemasok yang memiliki sertifikasi atau akreditasi sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan oleh industri. Memastikan pemasok sudah melewati proses seleksi yang ketat.

- Tindakan Mitigasi: Jika pemasok terbukti tidak memenuhi standar kualitas, tindakan yang diambil adalah menghentikan kontrak dengan pemasok tersebut dan mencari alternatif yang lebih memenuhi standar.
8. Kualitas Bahan Lebih Rendah dari Kontrak
- Definisi *Basic Event*: Kualitas bahan yang lebih rendah dari yang disepakati dalam kontrak dapat memengaruhi kekuatan struktural dan ketahanan bangunan. Hal ini dapat terjadi jika pemasok mengirimkan bahan yang tidak sesuai dengan spesifikasi.
  - Perencanaan Mitigasi: Mitigasi yang dilakukan adalah dengan memastikan kualitas material yang dikirim sudah diperiksa dan sesuai dengan standar yang ditentukan dalam kontrak. Pengujian kualitas yang lebih ketat diharapkan dapat mencegah bahan yang buruk diterima.
  - Tindakan Mitigasi: Jika ditemukan bahan yang tidak sesuai, Kuesioner yang diambil adalah mengganti bahan dengan yang sesuai atau meminta pemasok untuk mengganti dengan bahan yang memiliki kualitas lebih baik.
9. Kesalahan Komunikasi antara Tim Desain dan Kontraktor
- Definisi *Basic Event*: Kesalahan komunikasi antara tim desain dan kontraktor sering kali menyebabkan ketidaksesuaian antara gambar desain dan pelaksanaan di lapangan. Hal ini dapat menyebabkan pekerjaan yang harus diulang dan menambah biaya.
  - Perencanaan Mitigasi: Memastikan komunikasi yang jelas antara tim desain dan kontraktor melalui rapat koordinasi rutin dan dokumentasi yang lengkap.
  - Tindakan Mitigasi: Jika terjadi kesalahan komunikasi, Tindakan yang harus diambil adalah segera melakukan perbaikan desain atau klarifikasi yang diperlukan agar pekerjaan dapat dilanjutkan sesuai dengan rencana.
10. Desain Tidak Mengakomodasi Perubahan Kondisi Lapangan
- Definisi *Basic Event*: Perubahan kondisi lapangan yang tidak diakomodasi dalam desain dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara rencana awal dan kenyataan di lapangan, memerlukan revisi desain.

- Perencanaan Mitigasi: Melakukan survei lapangan yang lebih teliti sebelum dan selama proses desain untuk memperhitungkan kemungkinan perubahan kondisi lapangan.
- Tindakan Mitigasi: Jika terjadi perubahan, desain harus diperbarui agar mencerminkan kondisi lapangan yang baru, dan pihak terkait harus diberitahu untuk melakukan penyesuaian dalam pekerjaan.

#### 11. Prosedur Verifikasi Desain Tidak Memadai

- Definisi *Basic Event*: Prosedur verifikasi desain yang tidak memadai dapat menyebabkan kesalahan dalam implementasi desain yang berpotensi menyebabkan kerusakan atau kegagalan struktural.
- Perencanaan Mitigasi: Menyusun prosedur verifikasi desain yang lebih rinci dan menyeluruh, termasuk pemeriksaan dari berbagai pihak untuk memastikan desain sudah benar dan memenuhi standar.
- Tindakan Mitigasi: Jika ditemukan kekurangan dalam desain, segera lakukan revisi dan verifikasi ulang untuk memastikan desain yang digunakan sudah tepat dan aman.

#### 12. Perubahan Desain Tidak Tercatat dalam Dokumen Resmi

- Definisi *Basic Event*: Perubahan desain yang tidak tercatat dalam dokumen resmi dapat menyebabkan kebingungannya implementasi di lapangan dan kesalahan dalam pekerjaan.
- Perencanaan Mitigasi: Menetapkan sistem pencatatan perubahan desain yang jelas dan terorganisir, serta memastikan semua pihak terkait mengetahui perubahan tersebut.
- Tindakan Mitigasi: Jika perubahan desain tidak tercatat, tindakannya adalah mendokumentasikan perubahan tersebut segera dan mengkomunikasikannya kepada seluruh tim agar tidak ada kesalahan dalam pelaksanaan.

**Tabel 5. 18 Perencanaan dan Tindakan Mitigasi Risiko Biaya**

No.	<i>Basic Event</i>	Rencana Mitigasi	Tindakan Mitigasi
1	Kurang informasi harga material	Melakukan survei harga secara berkala	Memperoleh data harga yang lebih akurat
2	Belum melakukan survei harga	Menetapkan prosedur survei rutin	Menyesuaikan anggaran dengan kondisi pasar
3	Kurangnya koordinasi antara tim proyek dan pemasok	Membentuk tim koordinasi khusus	Memastikan komunikasi berjalan lancar
4	Proses lelang terlalu lama	Menyederhanakan proses administrasi lelang	Mempercepat pengadaan bahan
5	Kapasitas transportasi tidak mencukupi	Menyewa armada tambahan atau vendor transportasi alternatif	Memastikan bahan tiba tepat waktu
6	Kurangnya pelatihan untuk tenaga kerja	Menyusun program pelatihan secara berkala	Meningkatkan produktivitas pekerja
7	Penundaan dalam proses rekrutmen	Membuat sistem rekrutmen yang lebih efisien	Mempercepat pemenuhan kebutuhan tenaga kerja
8	Komunikasi buruk antara tim desain dan pemilik proyek	Mengadakan pertemuan koordinasi secara reguler	Menghindari miskomunikasi teknis atau administratif
9	Data survei lapangan tidak akurat	Melakukan survei ulang menggunakan metode yang lebih presisi	Memastikan data akurat untuk perencanaan
10	Kurangnya staf untuk memproses dokumen	Merekrut staf tambahan atau menyewa jasa pihak ketiga	Mempercepat proses dokumentasi proyek

Sumber: Wawancara dengan para ahli dibidang konstruksi (2024)

Untuk penjelasan detail tentang masing-masing definisi *Basic Event*, perencanaan mitigasi, dan Tindakan mitigasi pada risiko biaya antara lain:

#### 1. Kurang Informasi Harga Material

- Definisi *Basic Event*: Kurangnya informasi harga material dapat menyebabkan ketidakpastian dalam perencanaan anggaran, yang akhirnya dapat mengarah pada biaya yang lebih tinggi dari yang diperkirakan. Hal ini terjadi ketika tim proyek tidak memiliki akses ke data harga material yang akurat dan terkini.
- Perencanaan Mitigasi: Mitigasi untuk risiko ini adalah dengan melakukan survei pasar dan mendapatkan data harga material dari beberapa sumber untuk memastikan bahwa informasi yang diperoleh akurat dan terbaru.

Menjalin hubungan yang baik dengan pemasok juga dapat membantu mendapatkan informasi harga secara lebih cepat.

- Tindakan Mitigasi: Jika kurang informasi harga material terjadi, langkah yang diambil adalah melakukan pembaruan anggaran berdasarkan informasi harga yang baru dan melakukan negosiasi ulang dengan pemasok untuk mendapatkan harga yang lebih sesuai.

## 2. Belum Melakukan Survei Harga

- Definisi *Basic Event*: Tidak melakukan survei harga sebelum pengadaan material dapat menyebabkan pengeluaran lebih besar dari yang direncanakan, karena harga material yang diperoleh bisa lebih tinggi dari yang diperkirakan.
- Perencanaan Mitigasi: Survei harga secara berkala harus dilakukan untuk mengumpulkan informasi harga material yang diperlukan dalam proyek. Selain itu, mempertimbangkan potensi fluktuasi harga material harus dimasukkan dalam perencanaan anggaran.
- Tindakan Mitigasi: Jika survei harga belum dilakukan, Tindakan yang diambil adalah segera melakukan survei harga pasar dan menyesuaikan anggaran serta rencana pengadaan material agar tidak terjebak dalam harga yang terlalu tinggi.

## 3. Kurangnya Koordinasi Antara Tim Proyek dan Pemasok

- Definisi *Basic Event*: Kurangnya koordinasi antara tim proyek dan pemasok dapat mengarah pada keterlambatan pengiriman material atau kesalahan dalam pengadaan material yang tidak sesuai dengan kebutuhan proyek.
- Perencanaan Mitigasi: Untuk mengatasi masalah ini, penting untuk mengatur rapat koordinasi rutin antara tim proyek dan pemasok, serta menyepakati jadwal pengiriman dan detail spesifikasi material secara jelas di awal proyek.
- Tindakan Mitigasi: Jika terjadi kurangnya koordinasi, langkah yang diambil adalah mengadakan pertemuan mendesak dengan pemasok untuk menyelesaikan masalah yang ada dan memastikan bahwa pengadaan material berjalan sesuai jadwal.

#### 4. Proses Lelang Terlalu Lama

- Definisi *Basic Event*: Proses lelang yang terlalu lama dapat menyebabkan keterlambatan dalam pemilihan kontraktor dan pengadaan material, yang pada akhirnya mempengaruhi waktu proyek secara keseluruhan.
- Perencanaan Mitigasi: Mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan merencanakan dan mempersiapkan dokumen lelang lebih awal, serta memastikan bahwa proses lelang dilakukan secara efisien dan sesuai dengan tenggat waktu yang ditentukan.
- Tindakan Mitigasi: Jika proses lelang terlalu lama, langkah yang diambil adalah mempercepat proses dengan mengevaluasi secara cepat dokumen lelang yang ada dan mempercepat keputusan kontrak untuk menjaga jadwal proyek tetap berjalan.

#### 5. Kapasitas Transportasi Tidak Mencukupi

- Definisi *Basic Event*: Kapasitas transportasi yang tidak mencukupi dapat menyebabkan keterlambatan pengiriman material atau peralatan ke lokasi proyek, yang dapat menghambat kelancaran operasional di lapangan.
- Perencanaan Mitigasi: Perencanaan mitigasi untuk masalah ini adalah dengan mengatur kebutuhan transportasi yang lebih terperinci, memastikan bahwa armada pengangkutan mencukupi untuk seluruh material dan peralatan yang diperlukan pada waktu yang tepat.
- Tindakan Mitigasi: Jika kapasitas transportasi tidak mencukupi, Kuesioner yang dapat diambil adalah menyewa kendaraan tambahan atau mencari solusi transportasi alternatif untuk memastikan pengiriman material tepat waktu.

#### 6. Kurangnya Pelatihan untuk Tenaga Kerja

- Definisi *Basic Event*: Kurangnya pelatihan untuk tenaga kerja dapat mengarah pada rendahnya kualitas pekerjaan yang dilakukan, serta meningkatkan risiko kecelakaan kerja dan penurunan produktivitas.
- Perencanaan Mitigasi: Solusi mitigasi adalah dengan merencanakan pelatihan yang cukup untuk pekerja, termasuk pelatihan keselamatan kerja, keterampilan teknis, dan pemahaman tentang prosedur yang aman saat bekerja di proyek konstruksi.

- Tindakan Mitigasi: Jika pelatihan belum dilakukan atau kurang memadai, Kuesioner yang diambil adalah segera mengadakan pelatihan lanjutan dan memperbaiki sistem pelatihan untuk meningkatkan keterampilan dan keselamatan pekerja.

#### 7. Penundaan dalam Proses Rekrutmen

- Definisi *Basic Event*: Penundaan dalam proses rekrutmen dapat menyebabkan kekurangan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk melaksanakan proyek konstruksi, yang berpotensi menyebabkan keterlambatan.
- Perencanaan Mitigasi: Mitigasi untuk hal ini adalah dengan merencanakan proses rekrutmen lebih awal, serta memiliki daftar calon pekerja yang telah diseleksi sebelumnya untuk mempercepat proses perekrutan ketika dibutuhkan.
- Tindakan Mitigasi: Jika proses rekrutmen terlambat, langkah yang diambil adalah mempercepat seleksi tenaga kerja dengan menggunakan sumber daya eksternal seperti agen rekrutmen atau mempercepat proses wawancara dan pelatihan.

#### 8. Komunikasi Buruk Antara Tim Desain dan Pemilik Proyek

- Definisi *Basic Event*: Komunikasi yang buruk antara tim desain dan pemilik proyek dapat menyebabkan miskomunikasi terkait kebutuhan proyek, perubahan desain, atau ketidakpahaman antara kedua belah pihak, yang berdampak pada proyek.
- Perencanaan Mitigasi: Untuk mitigasi, perlu dilakukan rapat koordinasi rutin dan klarifikasi mengenai desain dan kebutuhan proyek. Komunikasi harus didokumentasikan dengan jelas, dan tim desain serta pemilik proyek harus memastikan pemahaman yang sama mengenai proyek.
- Tindakan Mitigasi: Jika terjadi komunikasi yang buruk, langkah Kuesioner yang diambil adalah mengadakan pertemuan untuk menjelaskan dan menyepakati semua aspek desain dan kebutuhan proyek agar tidak terjadi perbedaan pemahaman yang menyebabkan kesalahan dalam pelaksanaan.

#### 9. Data Survei Lapangan Tidak Akurat

- Definisi *Basic Event*: Data survei lapangan yang tidak akurat dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara rencana dan kondisi lapangan, mengarah pada perencanaan yang tidak realistis dan potensi perubahan desain yang mahal.
- Perencanaan Mitigasi: Mitigasi untuk masalah ini adalah dengan memastikan bahwa survei lapangan dilakukan secara menyeluruh dan oleh profesional yang berkompeten, serta menggunakan peralatan survei yang akurat dan terkini.
- Tindakan Mitigasi: Jika data survei lapangan tidak akurat, langkah Kuesioner yang diambil adalah melakukan survei ulang dan memperbarui data yang ada sebelum melanjutkan proses perencanaan atau konstruksi.

#### 10. Kurangnya Staf untuk Memproses Dokumen

- Definisi *Basic Event*: Kurangnya staf untuk memproses dokumen dapat menyebabkan penundaan dalam pengolahan izin, laporan, atau dokumentasi lainnya yang diperlukan untuk kelancaran proyek.
- Perencanaan Mitigasi: Mitigasi yang tepat adalah dengan memastikan adanya jumlah staf yang memadai untuk menangani administrasi proyek. Ini bisa mencakup perekrutan staf tambahan atau melatih staf yang ada agar lebih efisien dalam menangani dokumen.
- Tindakan Mitigasi: Jika terjadi kekurangan staf untuk memproses dokumen, langkah yang dapat diambil adalah merekrut staf tambahan atau menggunakan layanan outsourcing untuk memastikan pengolahan dokumen berjalan lancar dan sesuai dengan jadwal.

**Tabel 5. 19 Perencanaan dan Tindakan Mitigasi Risiko Waktu**

No.	<i>Basic Event</i>	Rencana Mitigasi	Tindakan Mitigasi
1	Jalan yang sempit	Mengajukan izin pelebaran jalan atau rekayasa lalu lintas	Mempermudah akses logistik ke lokasi proyek
2	Tidak adanya jalur alternatif	Membuat rencana jalur alternatif melalui koordinasi dengan otoritas	Memastikan kontinuitas akses
3	Lokasi proyek di kawasan padat penduduk	Menetapkan jam kerja yang tidak mengganggu lalu lintas umum	Mengurangi konflik dengan penduduk sekitar

No.	<i>Basic Event</i>	Rencana Mitigasi	Tindakan Mitigasi
4	Tidak ada perencanaan rekayasa lalu lintas	Menyusun rencana rekayasa lalu lintas bersama otoritas terkait	Mempercepat akses ke lokasi
5	Minimnya koordinasi antara proyek dan otoritas	Membentuk tim koordinasi khusus dengan pihak berwenang	Mengurangi hambatan dalam pelaksanaan proyek
6	Kurangnya petugas pengatur lalu lintas di lokasi	Menyediakan petugas tambahan di titik-titik rawan	Memperlancar arus lalu lintas di sekitar proyek
7	Sistem pemrosesan pesanan yang lambat	Meningkatkan otomatisasi dalam sistem pengadaan	Mempercepat proses pemesanan
8	Terbatasnya armada pengangkutan material	Menyewa armada tambahan dari vendor terpercaya	Menjamin pengiriman tepat waktu

Sumber: Wawancara dengan para ahli dibidang konstruksi (2024)

Untuk penjelasan detail tentang masing-masing definisi *Basic Event*, perencanaan mitigasi, dan Tindakan mitigasi pada risiko waktu antara lain:

#### 1. Jalan yang Sempit

- Definisi *Basic Event*: Jalan yang sempit di lokasi proyek dapat menghambat pergerakan kendaraan pengangkut material, alat berat, dan tenaga kerja, yang pada akhirnya dapat menyebabkan keterlambatan dalam pelaksanaan proyek.
- Perencanaan Mitigasi: Mitigasi untuk risiko ini adalah dengan merencanakan akses jalan alternatif dan melakukan rekayasa lalu lintas di sekitar lokasi proyek agar kendaraan dapat bergerak dengan lancar tanpa mengganggu proyek.
- Tindakan Mitigasi: Jika terjadi kendala karena jalan sempit, Tindakan yang diambil adalah melakukan koordinasi dengan pihak berwenang untuk membuka jalur sementara atau menggunakan kendaraan yang lebih kecil dan efisien dalam transportasi material.

#### 2. Tidak Adanya Jalur Alternatif

- Definisi *Basic Event*: Ketiadaan jalur alternatif menyebabkan risiko lebih besar ketika akses utama ke lokasi proyek terganggu, misalnya akibat kecelakaan atau kemacetan, sehingga menghambat kelancaran pengiriman material atau peralatan.
- Perencanaan Mitigasi: Untuk menghindari risiko ini, jalur alternatif harus direncanakan sebelumnya, dengan memperhatikan potensi hambatan yang bisa terjadi di sepanjang rute utama dan cadangan.

- Tindakan Mitigasi: Jika jalur alternatif tidak tersedia, segera lakukan koordinasi dengan pihak terkait untuk membuka jalur cadangan sementara atau menyesuaikan pengiriman dengan mempertimbangkan situasi terkini di lapangan.
3. Lokasi Proyek di Kawasan Padat Penduduk
- Definisi *Basic Event*: Lokasi proyek yang berada di kawasan padat penduduk dapat menyebabkan masalah dalam hal transportasi, pengiriman material, dan gangguan aktivitas sosial yang berisiko menghambat progres proyek.
  - Perencanaan Mitigasi: Mitigasi yang dapat diterapkan adalah dengan melakukan perencanaan rekayasa lalu lintas secara mendetail dan berkoordinasi dengan pihak berwenang untuk mengurangi gangguan kepada masyarakat sekitar.
  - Tindakan Mitigasi: Jika gangguan terhadap masyarakat terjadi, langkah yang diambil adalah menyesuaikan jadwal kerja dan memaksimalkan pengiriman di luar jam sibuk, serta memastikan komunikasi yang baik dengan masyarakat sekitar untuk meminimalkan ketidaknyamanan.
4. Tidak Ada Perencanaan Rekayasa Lalu Lintas
- Definisi *Basic Event*: Tanpa perencanaan rekayasa lalu lintas yang baik, proyek konstruksi dapat menyebabkan kemacetan atau gangguan lalu lintas yang menghambat kelancaran pengiriman material dan peralatan, yang pada gilirannya akan menunda progres proyek.
  - Perencanaan Mitigasi: Mitigasi untuk risiko ini adalah dengan menyusun rencana rekayasa lalu lintas sebelum proyek dimulai, termasuk penyesuaian rute transportasi dan pengaturan waktu pengiriman untuk menghindari kemacetan.
  - Tindakan Mitigasi: Jika perencanaan rekayasa lalu lintas tidak dilakukan, langkah yang diambil adalah segera melakukan koordinasi dengan otoritas lalu lintas setempat untuk menyusun strategi alternatif, seperti menambah jalur atau memindahkan waktu kerja agar tidak mengganggu kelancaran lalu lintas.

5. Minimnya Koordinasi antara Proyek dan Otoritas
  - Definisi *Basic Event*: Kurangnya koordinasi antara proyek dan otoritas dapat menyebabkan keterlambatan dalam perizinan, gangguan di lapangan, atau masalah keamanan, yang mempengaruhi kelancaran proyek secara keseluruhan.
  - Perencanaan Mitigasi: Untuk mengurangi risiko ini, perlu dilakukan komunikasi yang lebih intensif dengan otoritas terkait, seperti pemerintah daerah dan pihak kepolisian, agar mendapatkan dukungan dalam hal izin dan pengaturan lalu lintas.
  - Tindakan Mitigasi: Jika koordinasi minim terjadi, segera lakukan pertemuan dengan pihak otoritas untuk membahas masalah yang ada dan mengupayakan solusi yang cepat agar proyek tidak terganggu.
6. Kurangnya Petugas Pengatur Lalu Lintas di Lokasi
  - Definisi *Basic Event*: Kekurangan petugas pengatur lalu lintas di lokasi proyek dapat menyebabkan kemacetan, pengalihan arus yang tidak terorganisir, dan risiko kecelakaan lalu lintas yang dapat memperlambat kegiatan konstruksi.
  - Perencanaan Mitigasi: Solusi mitigasi untuk hal ini adalah dengan menyiapkan tim pengatur lalu lintas yang cukup dan melibatkan petugas dari pihak terkait untuk memastikan kelancaran arus lalu lintas di sekitar lokasi proyek.
  - Tindakan Mitigasi: Jika petugas pengatur lalu lintas tidak memadai, tindakan yang dapat diambil adalah segera mendatangkan petugas tambahan dari pihak berwenang atau menggunakan perusahaan pengatur lalu lintas profesional untuk memastikan kelancaran transportasi di lokasi proyek.
7. Sistem Pemrosesan Pesanan yang Lambat
  - Definisi *Basic Event*: Proses pemesanan material yang lambat atau tidak efisien dapat menghambat waktu pengiriman material, yang pada gilirannya menyebabkan keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaan konstruksi.

- Perencanaan Mitigasi: Mitigasi untuk risiko ini adalah dengan memastikan bahwa sistem pemesanan material sudah terintegrasi dengan baik, menggunakan perangkat lunak manajemen proyek untuk mempercepat pemrosesan pesanan.
  - Tindakan Mitigasi: Jika sistem pemrosesan pesanan lambat, Tindakan yang dilakukan adalah mempercepat pengadaan material dengan melakukan pemesanan ulang atau menggunakan penyedia alternatif yang lebih cepat
8. Terbatasnya Armada Pengangkutan Material
- Definisi *Basic Event*: Terbatasnya jumlah armada pengangkutan material dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengiriman material ke lokasi proyek, yang akan mempengaruhi progres konstruksi secara keseluruhan.
  - Perencanaan Mitigasi: Mitigasi untuk risiko ini adalah dengan memastikan bahwa armada yang tersedia cukup untuk kebutuhan proyek dan menyusun rencana pengiriman yang efisien untuk menghindari kekurangan armada.
  - Tindakan Mitigasi: Jika armada terbatas, langkah yang dapat diambil adalah menyewa kendaraan tambahan atau menggunakan pengangkutan alternatif untuk memastikan material sampai tepat waktu sesuai dengan jadwal proyek.

## 5.5. Pembahasan

### 5.5.1. Pengaruh Faktor-Faktor Penyebab Risiko Dominan terhadap Proyek Manajemen Risiko

Berdasarkan hasil uji hipotesis pertama diketahui bahwa Faktor Force Majeure tidak memiliki pengaruh terhadap Proyek Manajemen Risiko. Hal ini dikarenakan *Force majeure*, atau keadaan kahar, merupakan kejadian tak terduga yang berada di luar kendali manusia, seperti cuaca buruk, angin kencang, dan gempa bumi. Dalam manajemen risiko proyek, force majeure tidak secara langsung memengaruhi pengelolaan risiko karena sifatnya yang tidak dapat dikendalikan atau dicegah. Misalnya, cuaca buruk seperti hujan deras dapat diantisipasi dengan perencanaan waktu proyek yang fleksibel dan penggunaan peralatan pelindung seperti kanopi atau drainase sementara. Sementara itu, angin kencang biasanya

berdampak pada pekerjaan di ketinggian, namun pengaruhnya dapat diminimalkan dengan pemantauan kondisi angin menggunakan alat seperti anemometer dan penghentian sementara pekerjaan saat angin melebihi batas aman. Gempa bumi, yang bersifat mendadak dan sulit diprediksi, umumnya tidak menjadi bagian dari risiko operasional rutin karena frekuensinya yang rendah. Untuk proyek di wilayah rawan gempa, penerapan standar desain tahan gempa sudah menjadi langkah mitigasi utama. Dengan demikian, force majeure lebih dianggap sebagai kejadian luar biasa yang memerlukan tindakan darurat daripada risiko yang dikelola secara operasional. Pendekatan dalam manajemen risiko proyek lebih berfokus pada mitigasi dampak daripada pencegahan, karena karakteristik force majeure yang berada di luar kendali manusia.

Hasil uji hipotesis kedua diketahui bahwa Logistik berpengaruh negatif terhadap Proyek Manajemen Risiko. Hal ini dikarenakan aspek logistik mencakup pengadaan, pengelolaan, dan distribusi material serta peralatan yang menjadi penopang utama kelancaran proyek. Ketidaksesuaian dalam pengadaan bahan dan peralatan dengan jadwal yang direncanakan dapat menyebabkan penundaan aktivitas kerja, sementara kerusakan peralatan selama pelaksanaan dapat menurunkan produktivitas dan menambah biaya perbaikan atau penggantian. Pemesanan material yang terlambat atau keterlambatan pengiriman dari pemasok mengganggu rantai pasok, sehingga pekerjaan tidak dapat diselesaikan tepat waktu. Selain itu, volume material yang tidak sesuai dengan kebutuhan dan ketersediaan material yang kurang dapat memengaruhi kelancaran operasional proyek, terutama pada pekerjaan yang sangat bergantung pada pasokan tepat waktu. Kenaikan harga material dan kerusakan atau kehilangan material akibat pencurian juga menambah beban biaya proyek, mengurangi efisiensi anggaran, dan meningkatkan risiko keuangan. Kekurangan peralatan yang diperlukan menyebabkan perlambatan pelaksanaan pekerjaan, sementara penyimpanan material yang tidak tercatat dengan baik dapat menimbulkan ketidaksesuaian stok, kehilangan aset, atau kesalahan dalam perencanaan kebutuhan. Oleh karena itu, kelemahan dalam manajemen logistik dapat memicu risiko waktu, biaya, dan mutu, yang berdampak negatif terhadap keseluruhan manajemen risiko proyek.

Hasil uji hipotesis ketiga diketahui bahwa SDM berpengaruh positif terhadap Proyek Manajemen Risiko. Hal ini dikarenakan pengelolaan SDM yang baik dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberhasilan pelaksanaan proyek. Ketika perubahan jumlah tenaga kerja dikelola dengan perencanaan yang matang, proyek dapat tetap berjalan tanpa hambatan signifikan. Mengatasi kekurangan ketersediaan pekerja melalui rekrutmen atau pelatihan tambahan memastikan bahwa kebutuhan tenaga kerja proyek terpenuhi. Dengan menyediakan pelatihan yang tepat, kekurangan keahlian pekerja dan staf yang berkualifikasi dapat diatasi, sehingga pekerjaan dilakukan secara profesional sesuai standar yang telah ditentukan. Implementasi prosedur keamanan yang baik dan penerapan Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) secara konsisten dapat meminimalkan kecelakaan di lokasi proyek, melindungi pekerja, dan menjaga kelancaran operasional. Selain itu, peningkatan produktivitas kerja melalui motivasi, insentif, dan pengawasan yang baik akan memastikan target proyek tercapai lebih cepat dengan kualitas yang optimal. Oleh karena itu, pengelolaan SDM yang efektif tidak hanya mengurangi risiko terkait tenaga kerja tetapi juga menciptakan lingkungan kerja yang aman, efisien, dan produktif.

Hasil uji hipotesis keempat diketahui bahwa Teknikal Risiko berpengaruh positif terhadap Proyek Manajemen Risiko. Hal ini dikarenakan pengelolaan yang tepat terhadap faktor-faktor teknis dapat meningkatkan kelancaran pelaksanaan proyek serta mengurangi potensi hambatan. Kemacetan di sekitar lokasi proyek dapat diminimalkan dengan perencanaan lalu lintas atau penjadwalan aktivitas proyek di luar jam sibuk. Akses ke lokasi yang sulit dapat diatasi dengan pemilihan rute transportasi alternatif atau penggunaan peralatan khusus. Metode konstruksi yang tidak sesuai dapat dikoreksi dengan audit teknik dan pelatihan pekerja, sehingga pekerjaan dilakukan sesuai standar yang ditentukan. Risiko kerusakan di sekitar area pemasangan diminimalkan melalui pengawasan yang ketat dan prosedur kerja yang aman. Gangguan keamanan di lokasi proyek dapat dicegah dengan pengamanan tambahan, seperti pemasangan kamera pengawas atau pengawasan oleh petugas keamanan.

Pembuatan dan perakitan baja yang tidak benar dapat diperbaiki dengan pengawasan kualitas dan penggunaan alat modern yang akurat. Kualitas material

yang tidak sesuai spesifikasi dapat dihindari melalui pengujian material sebelum digunakan. Investigasi situs yang dilakukan dengan menyeluruh memastikan bahwa kondisi lapangan dipahami dengan baik, sehingga risiko teknis dapat diminimalkan. Kelengkapan data kondisi situs dan data untuk *Detail Engineering Design* (DED) memastikan perencanaan yang matang dan pelaksanaan proyek yang lebih efisien. Dengan mengelola aspek teknis secara efektif, potensi risiko dapat diubah menjadi peluang untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi pemborosan, dan mencapai keberhasilan proyek secara keseluruhan.

Hasil uji hipotesis kelima diketahui bahwa Desain berpengaruh positif terhadap Proyek Manajemen Risiko. Hal ini dikarenakan desain yang baik dan terencana mampu meminimalkan potensi risiko serta meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek. Keterlambatan dalam persiapan dan persetujuan desain dapat diatasi dengan mempercepat proses evaluasi dan menggunakan alat kolaborasi digital untuk mempercepat komunikasi antar tim. Kesalahan desain diminimalkan melalui audit desain yang ketat dan melibatkan tenaga ahli untuk memverifikasi rencana. Survei lapangan yang dilakukan secara akurat menggunakan teknologi modern, seperti drone atau GIS, membantu menghasilkan data yang tepat untuk mendukung desain. Perubahan desain dapat dikelola dengan mekanisme perubahan yang jelas dan koordinasi lintas tim untuk meminimalkan dampak terhadap jadwal atau biaya.

Metode pelaksanaan yang salah dapat dihindari dengan memastikan desain mencakup panduan teknis yang lengkap dan dapat diimplementasikan secara praktis. Data yang tidak lengkap diatasi dengan melakukan validasi data secara menyeluruh sebelum desain diselesaikan. Desain dan gambar yang tidak sesuai dengan Bill of Quantity (BOQ) dapat diperbaiki melalui sinkronisasi data dan koordinasi antar tim teknis dan pengadaan. Ketidakakuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain dapat diminimalkan melalui penggunaan perangkat lunak perencanaan yang canggih serta verifikasi berulang. Kekurangan gambar rinci diatasi dengan membuat model tiga dimensi (3D) untuk memastikan visualisasi yang lebih jelas. Dengan pengelolaan desain yang baik, risiko yang timbul dari ketidakpastian atau kesalahan teknis dapat ditekan, sehingga proyek dapat berjalan lebih lancar, efisien, dan sesuai tujuan yang telah direncanakan.

### 5.5.2. Pengidentifikasian Faktor Penyebab Risiko Dominan

Berdasarkan hasil *Fault Tree Analysis* (FTA), identifikasi terhadap risiko dominan dalam pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito menunjukkan adanya tiga kategori risiko utama yang mempengaruhi proyek, yaitu risiko mutu, risiko biaya, dan risiko waktu. Risiko mutu merupakan salah satu aspek yang krusial, ditandai dengan empat indikator utama yang meliputi metode konstruksi yang tidak sesuai, kualitas material yang tidak memenuhi spesifikasi, ketidakakuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain, serta kekurangan gambar rinci. Faktor-faktor ini dapat memengaruhi hasil akhir proyek, baik dari segi keandalan bangunan maupun kesesuaiannya dengan standar teknis yang telah ditetapkan.

Selanjutnya, risiko biaya juga menjadi perhatian utama dengan empat indikator yang berpotensi memengaruhi anggaran proyek. Kenaikan harga material menjadi salah satu faktor signifikan yang dapat mengakibatkan peningkatan total biaya. Selain itu, pengadaan bahan dan peralatan yang tidak sesuai dengan jadwal dapat menyebabkan keterlambatan dalam eksekusi pekerjaan. Jumlah tenaga kerja yang berubah, baik karena peningkatan maupun pengurangan, juga memengaruhi efisiensi biaya. Persiapan dan persetujuan desain yang terlambat turut menambah tantangan, karena dapat menyebabkan penundaan dalam berbagai tahapan pelaksanaan proyek.

Risiko waktu menjadi dimensi terakhir yang tidak kalah penting, dengan tiga indikator utama yang berpotensi menghambat penyelesaian proyek sesuai jadwal. Akses ke lokasi proyek yang sulit menjadi salah satu tantangan logistik yang dapat menghambat mobilisasi material dan peralatan. Selain itu, kemacetan di sekitar lokasi proyek memperburuk kondisi aksesibilitas, sehingga berdampak pada efisiensi waktu kerja. Keterlambatan pengiriman material dari pemasok juga merupakan masalah signifikan yang dapat mengakibatkan stagnasi pekerjaan dan memengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Dengan mengidentifikasi ketiga risiko dominan ini melalui FTA, pengelola proyek dapat merancang strategi mitigasi yang efektif. Misalnya, untuk risiko mutu, pengawasan yang lebih ketat terhadap kualitas material dan proses konstruksi perlu diterapkan. Dalam hal risiko biaya, pengadaan material yang lebih terencana serta

pengelolaan anggaran yang adaptif terhadap fluktuasi harga menjadi solusi yang tepat. Sementara itu, untuk risiko waktu, optimalisasi aksesibilitas dan kerja sama yang lebih erat dengan pemasok material dapat membantu meminimalkan keterlambatan. Analisis ini memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan dalam meminimalkan risiko dan memastikan keberhasilan proyek.

### **5.5.3. Tindakan Mitigasi Yang Tepat Untuk Mengatasi Faktor Risiko Dominan**

Untuk mengatasi faktor penyebab risiko dominan dalam pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito, berbagai langkah mitigasi telah dirancang dengan fokus pada tiga kategori risiko utama, yaitu mutu, biaya, dan waktu. Rencana mitigasi risiko mutu bertujuan untuk memastikan bahwa standar kualitas proyek dipertahankan dengan ketat. Langkah awalnya adalah peningkatan pelatihan dan pengembangan kompetensi tenaga kerja melalui program pelatihan yang berkelanjutan, sehingga pekerja dapat memahami metode konstruksi yang benar dan standar kualitas yang diperlukan. Pemeliharaan serta kalibrasi peralatan dilakukan secara rutin untuk memastikan bahwa alat yang digunakan bekerja optimal tanpa mengurangi presisi. Selain itu, pengawasan yang lebih ketat terhadap penerapan metode konstruksi di lapangan akan membantu mendeteksi dan memperbaiki kesalahan sejak dini. Pengujian material secara menyeluruh menjadi langkah krusial untuk menjamin bahwa bahan yang digunakan sesuai dengan spesifikasi. Memilih pemasok yang bersertifikat dan terpercaya juga akan meminimalkan risiko penggunaan material yang tidak memenuhi standar. Komunikasi antara tim desain dan kontraktor diperkuat untuk menghindari miskomunikasi yang dapat mengakibatkan kesalahan pada spesifikasi teknis. Verifikasi desain dilakukan secara menyeluruh dengan pencatatan perubahan desain secara resmi, yang bertujuan menjaga konsistensi antara desain dan implementasi di lapangan.

Rencana mitigasi risiko biaya dirancang untuk mengontrol pengeluaran dan meminimalkan potensi pembengkakan anggaran. Langkah pertama adalah melakukan survei harga material secara berkala untuk mengantisipasi fluktuasi harga pasar. Koordinasi yang lebih baik dengan pemasok material menjadi prioritas, termasuk menyusun kontrak yang mengatur jadwal pengiriman secara

ketat. Mempercepat proses lelang dengan memperbaiki prosedur administrasi juga membantu mengurangi keterlambatan dalam pengadaan. Pengoptimalan kapasitas transportasi diperlukan untuk mengurangi biaya logistik, sementara pelatihan tenaga kerja dan perbaikan proses rekrutmen membantu memastikan ketersediaan sumber daya manusia yang kompeten. Verifikasi akurasi data survei lapangan dilakukan untuk menghindari kesalahan perhitungan yang dapat memengaruhi anggaran. Penambahan staf administrasi yang berkompeten di bidang proyek memastikan setiap tahapan pengeluaran tercatat dengan baik, mendukung efisiensi kontrol anggaran. Langkah-langkah ini diharapkan dapat menjaga stabilitas biaya selama pelaksanaan proyek.

Rencana mitigasi risiko waktu berfokus pada optimalisasi perencanaan dan pelaksanaan proyek untuk memastikan jadwal dapat dipatuhi. Perencanaan rekayasa lalu lintas yang matang menjadi prioritas, termasuk pembukaan jalur alternatif untuk mengurangi kemacetan di sekitar lokasi proyek. Koordinasi dengan otoritas setempat dan masyarakat sekitar dilakukan untuk menciptakan lingkungan yang mendukung kelancaran akses ke lokasi proyek. Penambahan petugas lalu lintas di area proyek juga diupayakan untuk membantu mengatur arus kendaraan, terutama selama jam sibuk. Untuk meningkatkan efisiensi waktu, digitalisasi sistem pemrosesan pesanan diterapkan, memungkinkan pelacakan pesanan material secara real-time dan mencegah keterlambatan. Penyewaan armada tambahan juga menjadi solusi strategis untuk memastikan material tiba tepat waktu sesuai kebutuhan proyek. Strategi ini bertujuan untuk mengurangi dampak dari hambatan logistik dan memastikan proyek berjalan sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

Secara keseluruhan, tindakan mitigasi ini dirancang dengan pendekatan yang terstruktur dan holistik untuk mengatasi berbagai risiko yang telah diidentifikasi melalui Fault Tree Analysis (FTA). Implementasi langkah-langkah ini memerlukan koordinasi yang baik antara seluruh pemangku kepentingan proyek, termasuk manajer proyek, kontraktor, pemasok, dan pihak terkait lainnya. Dengan penerapan yang efektif, diharapkan pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito dapat selesai tepat waktu, dengan kualitas yang terjamin, dan sesuai anggaran yang telah direncanakan.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab VI Kesimpulan dan Saran menyajikan ringkasan temuan utama penelitian dan implikasi praktisnya terhadap pengelolaan risiko dalam proyek pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito. Kesimpulan dirumuskan berdasarkan hasil analisis data menggunakan *Structural Equation Modeling* (SEM) dan *Fault Tree Analysis* (FTA), yang telah mengidentifikasi faktor-faktor risiko dominan serta memberikan pemahaman tentang akar penyebab risiko. Temuan penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran tentang hubungan antar variabel yang memengaruhi keberhasilan proyek tetapi juga menawarkan panduan berbasis data untuk memitigasi risiko yang signifikan.

Selain itu, bab ini memberikan saran strategis yang dirancang untuk meningkatkan efektivitas manajemen risiko di masa depan, baik pada proyek ini maupun proyek serupa. Saran tersebut mencakup upaya perbaikan dalam pengelolaan logistik, sumber daya manusia, dan teknik konstruksi, serta implementasi langkah-langkah mitigasi berbasis hasil FTA. Dengan memadukan rekomendasi berbasis penelitian dan implikasi praktis, bab ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perusahaan konstruksi, pemilik proyek, serta akademisi dalam mengembangkan strategi manajemen risiko yang lebih efektif dan terukur.

#### **6.1. Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Berdasarkan hasil uji SEM, diketahui bahwa terdapat 4 faktor penyebab risiko dominan yang memiliki pengaruh terhadap Proyek Manajemen Risiko pada pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito, dimana faktor yang berpengaruh positif terhadap Proyek Manajemen Risiko yaitu Teknikal Risiko, SDM, dan Desain serta factor yang berpengaruh negatif terhadap Proyek Manajemen Risiko yaitu Logistik. Sedangkan, Faktor Force Majeure tidak memiliki pengaruh terhadap Proyek Manajemen Risiko
2. Berdasarkan hasil *Fault Tree Analysis* (FTA), diketahui bahwa hasil identifikasi faktor penyebab risiko dominan pada pembangunan Gedung Ibu

dan Anak Terpadu RS Sardjito terdapat 3 penyebab risiko dominan yaitu 1) risiko mutu dengan 4 indikator yaitu Metode konstruksi yang tidak sesuai, Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi, Ketidakakuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain, dan Kekurangan gambar rinci; 2) risiko biaya dengan 4 indikator yaitu Kenaikan harga material, Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal, Jumlah tenaga kerja berubah, dan Persiapan dan persetujuan desain terlambat; dan 3) risiko waktu dengan 3 indikator yaitu Akses ke lokasi yang sulit, Kemacetan di sekitar lokasi proyek, dan Keterlambatan pengiriman material dari pemasok.

3. Untuk mengatasi risiko dominan dalam pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito, mitigasi dirancang untuk tiga aspek utama: mutu, biaya, dan waktu. Mitigasi risiko mutu meliputi pelatihan pekerja, kalibrasi peralatan, pengawasan metode konstruksi, pengujian material, pemilihan pemasok bersertifikat, dan komunikasi yang lebih baik antara tim desain dan kontraktor. Verifikasi desain yang menyeluruh dan pencatatan perubahan secara resmi memastikan kualitas proyek terjaga. Mitigasi risiko biaya melibatkan survei harga material berkala, peningkatan koordinasi dengan pemasok, percepatan proses lelang, optimalisasi transportasi, pelatihan tenaga kerja, perbaikan rekrutmen, verifikasi data lapangan, dan penambahan staf administrasi kompeten untuk mengontrol pengeluaran. Mitigasi risiko waktu mencakup rekayasa lalu lintas, pembukaan jalur alternatif, koordinasi dengan otoritas setempat, digitalisasi pemrosesan pesanan, dan penyewaan armada tambahan untuk memastikan pengiriman material tepat waktu. Langkah-langkah ini diharapkan menjaga kualitas, efisiensi biaya, dan kelancaran jadwal proyek sesuai target.

## **6.2. Saran**

Berikut adalah saran untuk mengatasi risiko-risiko potensial berdasarkan hasil analisis:

1. Bagi perusahaan PT. Utama Karya (Persero) dalam pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito.

Sebagai upaya menanggulangi risiko yang mungkin terjadi dalam pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito, PT. Utama Karya (Persero) disarankan untuk memperkuat manajemen risiko di setiap tahap proyek dan dapat mengurangi dampak risiko dan memastikan kelancaran proyek secara keseluruhan melalui hal-hal berikut:

- b. Perusahaan perlu meningkatkan pengawasan mutu dengan memastikan semua material dan desain memenuhi standar yang telah ditetapkan melalui audit berkala.
  - c. Untuk risiko biaya, penting bagi perusahaan untuk mengantisipasi fluktuasi harga material dengan membuat kontrak jangka panjang dan memiliki rencana cadangan logistik.
  - d. Perusahaan harus mengoptimalkan perencanaan proyek dengan menyusun jadwal yang realistis dan fleksibel, serta menjaga komunikasi yang baik dengan pemasok untuk mencegah keterlambatan.
  - e. Dalam aspek keselamatan, PT. Utama Karya perlu menerapkan protokol K3 yang ketat dengan memberikan pelatihan keselamatan secara rutin dan meningkatkan pengawasan di lapangan.
2. Bagi penelitian mendatang

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan observasi yang lebih mendalam dan terperinci terhadap potensi risiko, dengan intensitas lebih tinggi, karena potensi baru dapat muncul setiap hari dan bulan. Selain itu, melibatkan lebih banyak ahli juga penting untuk mengurangi data subjektif. Penelitian berikutnya diharapkan dapat melanjutkan studi ini serta memberikan rekomendasi yang lebih rinci mengenai potensi risiko pada setiap pekerjaan yang berpotensi menjadi sumber risiko.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, A., Prasetya, H., & Purba, H. (2021). Tinjauan dan analisis risiko dalam proyek konstruksi bangunan: studi literatur. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 19(2), 41-52. <https://doi.org/10.52330/jtm.v19i2.29>
- Andika, Z., Hasan, M., & Abdullah, A. (2022). Analisis faktor-faktor penerapan lean construction pada proyek konstruksi gedung di kota banda aceh. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 5(2), 77-86. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v5i2.25478>
- Ardis, T. (2023). Analisis risiko dan penanganan pada pelaksanaan pekerjaan pelat lantai dan balok tribun auditorium. *JCS*, 2(5), 1145-1150. <https://doi.org/10.59188/jcs.v2i5.330>
- Arifin, Setya Intan Fitria, Margana, Ase Suryatman, & Murniati, Sri. (2022). Analisis Keterlambatan Proyek Jatibarang Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) di PT Pertamina EP Aset 3. *Irwns*, 13(01), 760–765.
- Astuti, W. and Putro, H. (2023). Analisis risiko rantai pasok beton ready mix pada proyek konstruksi gedung. *Teras Jurnal*, 13(1), 263. <https://doi.org/10.29103/tj.v13i1.836>
- Ayuningtyas, D. and Rarasati, A. D. (2020). Work Acceleration Strategy Development On Design-Build Project To Improve Risk Based Quality Performance. *Global Journal of Science & Engineering*, 10-15. <https://doi.org/10.37516/global.j.sci.eng.2020.007>
- Bakeli, Tarik, & Hafidi, Adil Alaoui. (2020). A fault tree analysis (Fta) based approach for construction projects safety risk management. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 1(August), 1889–1901.
- Cheng, X., Long, M., Wang, H., & Zhu, H. (2023). Milling fault detection method based on fault tree analysis and hierarchical belief rule base. *Computer Systems Science and Engineering*, 46(3), 2821-2844. <https://doi.org/10.32604/csse.2023.037330>
- Darmawan, D. (2023). Dampak stres, supervisi dan k3 terhadap produktivitas pekerja proyek konstruksi. *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, 7(1), 138-145. <https://doi.org/10.31289/jcebt.v7i1.8967>
- Fang, M., Zhang, Y., Zhu, M., & Chen, S. (2022). Cause mechanism of metro collapse accident based on risk coupling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2102. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042102>
- Fakhratov M., Chulkov, V., Kuzhin, M., Akbari, M.S. (2020). Risk Management implementation and presenting the applicable methodology for its implementation in construction projects. *E3s web of conferences*. 1-9 [doi:10.1051/e3sconf/202016410014](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016410014)

- Fitriah, R. (2023). Analisis kompetensi ahli keselamatan konstruksi guna mengurangi angka kecelakaan kerja konstruksi. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(3). <https://doi.org/10.32672/jse.v8i3.6419>
- Ge, S. (2024). The etymology study of “fetish opposition” based on fta analysis and the police pr avoidance approach. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns-2024-1410>
- Ghozali, I., & Latan, H. (2015). *Konsep, Teknik, Aplikasi Menggunakan. Smart PLS 3.0 Untuk Penelitian Empiris*. Semarang: BP UNDIP.
- Gratiana Dian Jatningsih, Maria, Abdul Rosid, Ibnu, & Rysmawaty, Imelda. (2022). Pengaruh Pengalaman Kerja Dan Risk Attitude Pemimpin Proyek Terhadap Proyek Pengembangan Software. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 134–141. <https://doi.org/10.36040/industri.v12i2.4629>
- Hansen, S. (2022). Identifikasi jenis bahaya dan parameter penilaian bahaya pada pekerjaan konstruksi. *Paduraksa Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(1), 94-102. <https://doi.org/10.22225/pd.11.1.4356.94-102>
- He, Jingshi, & Han, Dai. (2022). Evaluation of Key Factors of Logistics Risks for Overseas EPC Projects. *Hindawi : Advances in Civil Engineering*: 1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/4447399>
- Hu, L., Kang, R., Pan, X., & Zuo, D. (2020). Risk assessment of uncertain random system—level-1 and level-2 joint propagation of uncertainty and probability in fault tree analysis. *Reliability Engineering & System Safety*, 198, 106874. <https://doi.org/10.1016/j.res.2020.106874>
- Hubbard, B. & Debs, L. Development of an Introductory Course in Design Phase Management for Constructors. *IOP Conference Series Earth And Environmental Science*. 1101032030. doi:10.1088/1755-1315/1101/3/032030
- Igihozo, L., & Irechukwu, E. N. (2022). Project Risk Management Process and Performance of Mpazi Channel Construction Project in Nyabugogo, Kigali-Rwanda. *Journal of Strategic Management*, 6(2), 31–44. <https://doi.org/10.53819/81018102t2047>
- Iqbal, Shahid, Choudhry, Rafiq M., Holschemacher, Klaus, Ali, Ahsan, & Tamošaitienė, Jolanta. (2015). Risk management in construction projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 21(1), 65–78. <https://doi.org/10.3846/20294913.2014.994582>
- Irianto, David, Basriman, Iman, & Sukwika, Tatan. (2022). Pengembangan Model Metode Hiradc Dalam Analisis Risiko Bekerja Di Ketinggian Pada Proyek Konstruksi Pt. X Di Jabodetabek. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 7(1), 53. <https://doi.org/10.21111/jihoh.v7i1.8114>
- Jayasudha, K., & Vidivelli, B. (2016). Analysis of major risks in construction projects. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(11), 6943–6950.

- Jibril, A., & Shaban, B. A. . (2021). Risk management in construction projects in Somalia. *International Journal of Advanced Engineering, Sciences and Applications*, 2(2), 38–41. <https://doi.org/10.47346/ijaesa.v2i2.70>
- Kabir, S. (2023). A fuzzy data-driven reliability analysis for risk assessment and decision making using temporal fault trees. *Decision Analytics Journal*, 8, 100265. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100265>
- Kassem, M., Khoiry, M., & Hamzah, N. (2020). Assessment of the effect of external risk factors on the success of an oil and gas construction project. *Engineering Construction & Architectural Management*, 27(9), 2767-2793. <https://doi.org/10.1108/ecam-10-2019-0573>
- Kahandanie, Ferdy, & Mahfud, Mahfud. (2020). Manajemen Risiko Konsultan Perencana Kontruksi Di Kota Balikpapan. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 3(2), 71. <https://doi.org/10.31602/jk.v3i2.4068>
- Kaushik, M. and Kumar, M. (2023). An integrated approach of intuitionistic fuzzy fault tree and bayesian network analysis applicable to risk analysis of ship mooring operations. *Ocean Engineering*, 269, 113411. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.113411>
- Ke, Q. (2024). Research on fault analysis and health management technology of 25hz phase-sensitive track circuit., 189. <https://doi.org/10.1117/12.3016118>
- Kemenaker RI. (2022). *Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia Tahun 2022*. Jakarta: Kementrian Ketenagakerjaan.
- Kim, S. and Kwa, K. (2020). A closer look at risk factors for public-private partnerships in singapore: six case studies. *Asian Journal of Political Science*, 28(2), 142-163. <https://doi.org/10.1080/02185377.2020.1780142>
- Kurniawan, W., Sari, D., & Sabrina, F. (2022). Perbaikan kualitas menggunakan metode failure mode and effect analysis dan fault tree analysis pada produk punch extruding red di pt. jaya mandiri indotech. *Ekombis Review Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Bisnis*, 10(1), 152-166. <https://doi.org/10.37676/ekombis.v10i1.1748>
- Le, P., Chileshe, N., Kirytopoulos, K., & Rameezdeen, R. (2020). Exploring the underlying relationship among risks in bot transportation projects in developing countries: the case of vietnam. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 26(1), 103-125. <https://doi.org/10.1108/jfmprc-12-2019-0091>
- Liang, D. & Yturalde, C. (2024). Project Management Performance in China: A Review" *International Journal for Multidisciplinary Research (IJFMR)*. doi:10.36948/ijfmr.2024.v06i03.23166
- Liu, Y., Ma, X., Qiao, W., Luo, H., & Ping, H. (2021). Human factor risk modeling for shipyard operation by mapping fuzzy fault tree into bayesian network. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 297. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010297>

- Luhur P, H. Aj., Hadi, Eko Sasmito, & Amiruddin, Wilma. (2020). Jurnal teknik perkapalan. *Teknik Perkapalan*, 8(3), 368–374.
- Mardikaningsih, R., Sinambela, E., Retnowati, E., Darmawan, D., Putra, A., Arifin, S., ... & Khayru, N. (2022). Dampak stres, lingkungan kerja dan masa kerja terhadap produktivitas pekerja konstruksi. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 1(4), 38-52. <https://doi.org/10.55606/juprit.v1i4.616>
- Mas'ud, F. (2023). Analisis manajemen risiko waktu dan biaya pada proyek konstruksi pembangunan rsud tipe d kota kendari. *Stabilita || Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 11(3), 122. <https://doi.org/10.55679/jts.v11i3.43080>
- Maulana, Ahmad Waris, & Santosa, Budi. (2020). Risk Management Analysis of Building Construction Project in the Jakarta City. *Jurnal Fondasi*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.36055/jft.v9i1.7199>
- Nicoletti, S., Hahn, E., & Stoelinga, M. (2022). Bfl: a logic to reason about fault trees., 441-452. <https://doi.org/10.1109/dsn53405.2022.00051>
- Nuciferani, F., Aulady, M., & Wibowo, P. (2019). Pengurangan risiko pinalti dengan time cost trade off pada proyek konstruksi. *Jurnal Qua Teknika*, 9(2), 1-11. <https://doi.org/10.35457/quateknika.v9i2.786>
- Nugrahaning Gusti, Rizki, & Artama Wiguna, Putu. (2021). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Gedung Kampus II Uinsa Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), 1–7.
- Oktaviani, Oki, Susetyo, Budi, & Kusumo Bintoro, Bambang Purwoko. (2021). Risk Management Model using Cause and Effect Analysis in Industrial Building Project. *International Journal of Research and Review*, 8(8), 227–235. <https://doi.org/10.52403/ijrr.20210832>
- Prasetyono, P. and Dani, H. (2022). Identifikasi Risiko Pada Pekerjaan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Sebagai Tempat Tinggal. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 4(1), 42-47. <https://doi.org/10.26740/proteksi.v4n1.p42-47>
- Puteri, Lianda Akti Leo, Susetyo, Budi, & Suroso, Agus. (2022). Peran Pemangku Kepentingan Terhadap Faktor-Faktor Risiko Pada Proyek Kpbu Jalan Tol Unsolicited. *Konstruksia*, 14(1), 61. <https://doi.org/10.24853/jk.14.1.61-70>
- R, Vinodh K., & Therese PG Student, Anne V. (2017). Article ID: IJCIET\_08\_07\_043 Cite this Article: Vinodh K R and Anne Therese V. Analysis of Various Types of Risk in Construction Projects. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(7), 401–409.
- Rawat, A., Gupta, S., & Rao, T. (2022). A review on prospective risks and mitigation for oil and gas projects: implication for indian cgd companies. *International Journal of Energy Sector Management*, 17(1), 41-62. <https://doi.org/10.1108/ijesm-01-2021-0016>
- Ren, X., Du, Z., Wang, J., Fu, Y., Tian, S., & Wei, W. (2023). Safety decision analysis of collapse accident based on “accident tree–analytic hierarchy process”. *Nonlinear Engineering*, 12(1). <https://doi.org/10.1515/nleng-2022-0295>

- Rumimper, Reyner R. (2015). Analisis Resiko Pada Proyek Konstruksi Perumahan Di Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 5(2), 381–389.
- Rumpuin, A., Wahjudi, D., & Prayogo, D. (2020). Pengembangan model mitigasi risiko keterlambatan proyek berbasis failure mode and effect analysis: studi kasus di pt x. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 7(1), 47-58. <https://doi.org/10.9744/duts.7.1.47-58>
- Saputro, Cahyo Dita. (2022). Analisis manajemen risiko proyek bangunan gedung bertingkat dengan metode severity index. *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 6(September), 140–147.
- Setiawan, D., Wisnuhadi, S., & Anggoro., I.T. (2022). A Risk Analysis In Enterprise Resource Planning Implementation: An Erp Implementor's Perspective. *Jurnal Industry xplore*. 7 (2) : 1-9 doi:10.36805/teknikindustri.v7i2.2852
- Simanjuntak, I., Siagian, R., Prasetyo, R., Rozak, N., & Purba, H. (2022). Manajemen risiko pada proyek konstruksi jembatan: kajian literatur sistematis. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 20(1), 59-76. <https://doi.org/10.52330/jtm.v20i1.47>
- Suraji, A. (2022). Studi penerapan kebijakan keselamatan pada proyek gedung di indonesia. *Jurnal Rekayasa Sipil (Jrs-Unand)*, 18(3), 230. <https://doi.org/10.25077/jrs.18.3.230-243.2022>
- Sugiharto, Rinto. (2020). Analisis Faktor-Faktor Dominan manajemen Risiko Terhadap Kinerja Keuangan Proyek Tahap Konstruksi. *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(2), 1–11. <https://doi.org/10.52005/teslink.v2i2.41>
- Sun, C., Wang, M., & Zhai, F. (2021). Research on the Collaborative Application of BIM in EPC Projects: The Perspective of Cooperation between Owners and General Contractors. *Advances in civil engineering*. 1. doi:10.1155/2021/4720900
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Thaha, P., Ophiyandri, T., & Hidayat, B. (2020). Sistem pendukung keputusan cerdas pada model rantai pasok industri konstruksi berkelanjutan: studi literature. *Jurnal Rekayasa*, 9(2), 111-120. <https://doi.org/10.37037/jrftsp.v9i2.42>
- Wally, Sinta Nuria, Jamlaay, Octovianus, & Marantika, Meyke. (2022). Analisis Manajemen Risiko Pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Terpadu Dan Perpustakaan Man 1 Maluku Tengah. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 17(2), 61–69. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v17i2.27124>
- Wang, G., Pei, B., Xu, H., Lv, M., Zhao, Z., & Bu, X. (2023). Risk quantification and visualization method for loss-of-control scenarios in flight. *Aerospace*, 10(5), 416. <https://doi.org/10.3390/aerospace10050416>
- Waskito, D. (2024). Risk analysis of equipment loss during marine survey operation

by integrating fault tree to bayesian network. *International Journal of Offshore and Coastal Engineering*, 8(1), 44.  
<https://doi.org/10.12962/j25800914.v8i1.20466>

Wibowo, Andreas. (2020). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Konstruksi Menggunakan Structural Equation Model (SEM). *Jurnal Sains Dan Teknologi ISTP*, 14(01), 38–49.

**Lampiran 1 Kuesioner Penelitian****KUESIONER PENELITIAN****ANALISA FAKTOR PENYEBAB DAN MITIGASI RISIKO PADA  
PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE SEM & FTA****(Studi Kasus : Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito)**

---

## Bagian I

Saya Aribowo Martanto mahasiswa Program Studi Magister Manajemen Konstruksi dengan NIM : 22914007 sedang mengadakan penelitian dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul “ANALISA FAKTOR PENYEBAB DAN MITIGASI RISIKO PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE SEM & FTA (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Ibu dan Anak Terpadu RS Sardjito)”.

Sehubungan dengan tujuan tersebut saya membutuhkan kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i untuk dapat menjadi Responden dalam mengisi kuisisioner ini dengan memberikan keterangan pribadi. Untuk itu isilah salah satu jawaban dengan cara memberikan tanda ceklist (√) pada kotak yang telah di sediakan dan jawaban pertanyaan pada tempat yang telah disediakan.. Terimakasih atas bantuan dan kerjasama Saudara/i.Sesuai dengan etika penelitian.

Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu/Saudara/i untuk meluangkan waktunya untuk mengisi kuisisioner ini, peneliti mengucapkan terimakasih.

Peneliti

Aribowo Martanto

NIM : 22914007

## DATA RESPONDEN

### Bagian II

Kepada Yth. Bapak/Ibu/Saudara/i untuk menjawab seluruh pernyataan yang ada dengan jujur dan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

Mohon lengkapi data Responden untuk mempermudah klarifikasi ulang terhadap data jika diperlukan.

Nama Responden : .....

Telepon : .....

Email : .....

Jabatan : .....

### Bagian III

#### Petunjuk Pengisian Kuisioner

1. Setiap pertanyaan mempunyai alternatif jawaban sebagai berikut :
  - SB : Sangat Besar (Skor 5)
  - B : Besar (Skor 4)
  - S : Sedang (Skor 3)
  - K : Kecil (Skor 2)
  - SK : Sangat Kecil (Skor 1)
2. Bacalah terlebih dahulu pertanyaan dengan cermat sebelum anda memulai untuk menjawabnya.
3. Berikan tanda ceklist (√) pada salah satu jawaban yang saudara pilih
4. Isilah seluruh butir pertanyaan ini dengan jujur dan benar

#### Variabel *Force Majeure* (X<sub>1</sub>)

No	Pernyataan	Jawab				
		SK	K	S	B	SB
1	Cuaca buruk saat pelaksanaan					
2	Angin terlalu kencang di lokasi proyek					
3	Gempa bumi					

### Variabel Logistik (X<sub>2</sub>)

No	Pernyataan	Jawab				
		SK	K	S	B	SB
1	Pengadaan bahan dan peralatan tidak sesuai jadwal					
2	Kerusakan peralatan terjadi selama pelaksanaan					
3	Pemesanan material terlambat					
4	Keterlambatan pengiriman material dari pemasok					
5	Volume material yang dikirim tidak sesuai					
6	Ketersediaan material yang kurang					
7	Kenaikan harga material					
8	Kerusakan atau kehilangan (pencurian) material					
9	Kekurangan peralatan yang diperlukan					
10	Penyimpanan material di Logistik yang tidak tercatat dengan baik					

### Variabel Sumber Daya Manusia (X<sub>3</sub>)

No	Pernyataan	Jawab				
		SK	K	S	B	SB
1	Jumlah tenaga kerja berubah					
2	Kekurangan ketersediaan pekerja					
3	Kekurangan keahlian pekerja dan kekurangan staf yang berkualifikasi					
4	Terjadi kecelakaan akibat prosedur keamanan yang rendah					
5	Kekurangan penerapan Keamanan dan Keselamatan kerja (K3)					
6	Produktivitas kerja yang rendah					

### Variabel Teknikal Risiko (X<sub>4</sub>)

No	Pernyataan	Jawab				
		SK	K	S	B	SB
1	Kemacetan di sekitar lokasi proyek					
2	Akses ke lokasi yang sulit					
3	Metode konstruksi yang tidak sesuai					
4	Kerusakan yang terjadi di sekitar area saat pemasangan					
5	Gangguan keamanan di lokasi proyek					
6	Pembuatan dan perakitan baja yang tidak benar.					

7	Kualitas material yang tidak sesuai dengan spesifikasi					
8	Investigasi Situs					
9	Kelengkapan data kondisi situs					
10	Kelengkapan data untuk membuat DED ( <i>Detail Engineering Design</i> )					

#### Variabel Desain (X<sub>5</sub>)

No	Pernyataan	Jawab				
		SK	K	S	B	SB
1	Persiapan dan persetujuan desain terlambat					
2	Kesalahan desain					
3	Survei yang dilakukan pada saat desain tidak akurat					
4	Perubahan desain					
5	Metode pelaksanaan yang salah					
6	Data yang tidak lengkap					
7	Desain dan gambar tidak sesuai dengan Bill of Quantity					
8	Ketidakkuratan dan ketidaksesuaian spesifikasi rinci pada desain					
9	Kekurangan gambar rinci					

#### Variabel Projek Manajemen Risiko (Y<sub>1</sub>)

No	Pernyataan	Jawab				
		SK	K	S	B	SB
1	Kesalahan dalam memperkirakan biaya dan waktu pelaksanaan					
2	Kurangnya kontrol dan koordinasi di lapangan					
3	Proses pengadaan material terhenti dan belum direncanakan ulang					
4	Koordinasi yang buruk antara pemangku kepentingan					
5	Keterlambatan dalam perizinan sebelum pelaksanaan					
6	Jadwal pelaksanaan yang tidak terencana dengan baik					
7	Administrasi yang tidak tercatat dengan rapi					

**Lampiran 2 Data Tabulasi Kuesioner**

No	Force Majure			Logistik										Sumber Daya Manusia					
	X1.1	X1.2	X1.3	X2.1	X2.2	X2.3	X2.4	X2.5	X2.6	X2.7	X2.8	X2.9	X2.10	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	X3.5	X3.6
1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2
2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
3	2	2	1	1	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	2	3	3	4	4	4	4
5	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	2
6	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2
7	3	4	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2
8	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4
9	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1
10	1	2	1	1	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3
11	2	3	3	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1
12	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2
13	3	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
14	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
15	2	3	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1
16	2	3	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1
17	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2
18	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2
19	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3
20	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
21	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2





70	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
71	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
72	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2
73	1	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2
74	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1
75	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2
76	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2
77	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2
78	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1
79	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
80	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1
81	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
82	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
83	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1
84	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2
85	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
86	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2
87	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3
88	3	2	2	1	1	2	2	2	1	2	3	1	2	1	2	2	1	2	3
89	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
90	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2
91	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2
92	4	4	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2
93	2	3	1	2	3	2	3	2	3	3	2	4	4	4	2	3	2	3	3

94	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
95	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
96	2	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2
97	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2
98	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	1	2	3	2	2	2	2	2
99	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
100	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3

No	Teknikal Risiko										Desain								
	X4.1	X4.2	X4.3	X4.4	X4.5	X4.6	X4.7	X4.8	X4.9	X4.10	X5.1	X5.2	X5.3	X5.4	X5.5	X5.6	X5.7	X5.8	X5.9
1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1
2	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2
3	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	2
4	3	4	3	2	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3
5	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1
6	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
7	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	4	4	3	3	4
8	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3
9	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1
10	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1
11	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	3	3	3	2
12	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2
13	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	2
14	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2

15	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2
16	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
18	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2
19	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4
20	2	1	2	2	2	2	3	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
21	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	3	2	2	2
22	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2
23	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1
24	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2
25	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
26	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
27	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2
28	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2
29	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	2	2	2	2	3	2	2
32	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	1	1	2
33	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3
34	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
36	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2
37	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2
38	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2

39	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	2	2	2	1	2	2
40	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
41	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3
42	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1
43	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2
44	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2
45	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
47	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3
48	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	1	1
49	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2
50	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
51	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2
52	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1
53	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2
54	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
55	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
56	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2
57	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
58	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2
59	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1
60	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2
61	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
62	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2

63	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	3	1	2	2	2
64	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
65	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1
66	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4
67	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
68	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	1	2	2	2
69	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2
70	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1
71	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
72	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2
73	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2
74	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
75	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2
76	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2
77	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2
78	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
79	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2
80	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
81	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
82	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
83	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	3	2	3	2	2	1	2
84	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	3	2	1	1	2	2
85	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4
86	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3

87	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
88	2	1	2	1	2	3	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
89	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2
90	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2
91	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
92	3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	4	3	4	3
93	2	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2
94	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2
95	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2
96	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
97	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2
98	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2
99	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2
100	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3

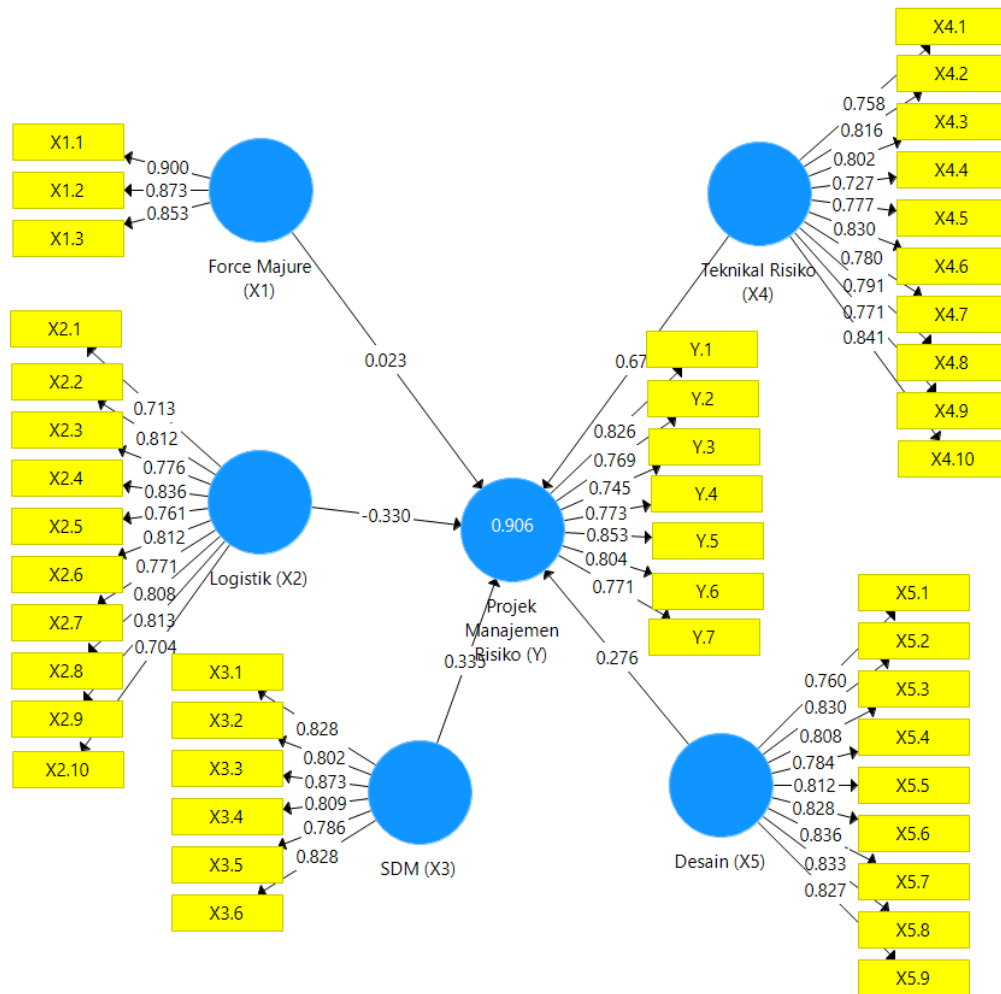
No	Proyek Manajemen Risiko						
	Y.1	Y.2	Y.3	Y.4	Y.5	Y.6	Y.7
1	1	2	2	2	2	2	1
2	2	2	2	2	2	2	1
3	2	2	1	1	2	2	2
4	3	4	3	3	4	3	4
5	1	2	1	2	1	2	2
6	2	2	2	2	2	2	2
7	3	3	2	4	3	4	3
8	4	3	3	3	4	3	4
9	1	2	2	1	2	2	1
10	2	2	1	2	1	2	2
11	2	1	1	2	1	2	2
12	2	2	2	2	2	1	2
13	2	2	2	3	2	3	3
14	1	2	1	2	1	1	2
15	2	1	2	2	3	2	3
16	2	2	2	2	2	2	1
17	2	2	2	2	2	2	1
18	2	2	2	1	2	2	2
19	3	3	4	3	3	3	4
20	2	2	1	2	2	2	2
21	1	2	2	2	2	2	2
22	2	2	2	2	2	2	3
23	2	2	2	2	1	2	2
24	2	2	2	1	2	2	2
25	2	1	1	2	2	2	2
26	2	2	2	2	2	2	2
27	1	2	2	3	2	2	2
28	2	2	2	2	2	1	2
29	1	1	2	1	2	2	2
30	1	1	1	1	1	1	1
31	2	2	2	2	2	2	2
32	2	2	2	2	2	1	2
33	2	2	2	2	2	2	2
34	2	1	1	2	2	2	2
35	1	1	1	1	1	1	1
36	2	2	2	2	2	2	2
37	1	2	2	2	1	1	2
38	2	2	2	2	2	2	1

39	2	1	2	1	1	1	2
40	2	2	1	2	2	2	2
41	4	4	3	3	4	3	4
42	1	1	2	2	2	2	2
43	2	2	2	2	2	1	1
44	2	2	2	2	1	2	2
45	2	2	2	2	2	2	2
46	2	1	2	2	2	2	3
47	3	2	3	4	3	3	3
48	2	2	2	2	1	2	2
49	2	2	2	2	2	2	2
50	2	2	2	2	2	2	3
51	1	1	2	2	1	1	2
52	2	1	2	2	2	2	1
53	2	1	2	2	2	2	2
54	2	1	2	2	2	2	3
55	1	2	1	2	2	2	2
56	2	1	2	2	2	2	1
57	2	1	2	2	2	2	2
58	2	2	2	1	2	2	2
59	1	2	2	2	2	2	2
60	2	2	2	2	2	1	2
61	2	1	1	2	2	2	2
62	2	2	2	2	1	2	1
63	1	1	2	1	2	2	2
64	2	2	2	2	2	2	2
65	2	2	2	2	1	2	2
66	4	3	4	3	4	4	3
67	2	1	1	2	2	2	1
68	1	1	2	1	2	2	2
69	2	2	2	2	1	2	2
70	2	2	2	2	2	1	2
71	2	2	1	2	2	2	2
72	2	2	3	3	2	3	3
73	2	1	2	2	2	2	1
74	2	1	2	2	2	1	1
75	2	2	1	2	2	1	2
76	2	2	2	1	2	2	2
77	1	1	2	2	1	2	1
78	2	2	2	2	2	2	2
79	2	2	1	2	2	1	2

80	2	2	1	1	1	1	2
81	1	2	2	2	1	2	2
82	2	2	2	2	2	2	2
83	1	2	1	2	2	1	2
84	2	2	2	2	2	2	1
85	3	4	4	3	4	4	3
86	2	2	3	3	2	2	3
87	4	4	3	3	4	3	3
88	2	2	2	2	2	2	1
89	1	1	1	2	2	2	2
90	2	2	1	1	2	1	2
91	1	1	1	2	2	2	2
92	2	3	2	3	3	2	3
93	3	2	2	3	3	3	3
94	2	2	2	2	2	2	2
95	2	2	3	2	2	2	2
96	1	1	2	2	2	2	2
97	2	1	2	1	2	2	2
98	2	2	2	2	2	3	2
99	1	2	2	1	2	2	1
100	3	3	2	3	3	3	3

Lampiran 3 Hasil Uji SEM

Outer Model



Nilai Loading Factor

	Desain (X5)	Force Majure (X1)	Logistik (X2)	Projek Manajemen Risiko (Y)	SDM (X3)	Teknikal Risiko (X4)
X1.1		0.900				
X1.2		0.873				
X1.3		0.853				
X2.1			0.713			
X2.10			0.704			
X2.2			0.812			
X2.3			0.776			
X2.4			0.836			
X2.5			0.761			
X2.6			0.812			
X2.7			0.771			

X2.8			<b>0.808</b>			
X2.9			<b>0.813</b>			
X3.1					<b>0.828</b>	
X3.2					<b>0.802</b>	
X3.3					<b>0.873</b>	
X3.4					<b>0.809</b>	
X3.5					<b>0.786</b>	
X3.6					<b>0.828</b>	
X4.1						<b>0.758</b>
X4.10						<b>0.841</b>
X4.2						<b>0.816</b>
X4.3						<b>0.802</b>
X4.4						<b>0.727</b>
X4.5						<b>0.777</b>
X4.6						<b>0.830</b>
X4.7						<b>0.780</b>
X4.8						<b>0.791</b>
X4.9						<b>0.771</b>
X5.1	<b>0.760</b>					
X5.2	<b>0.830</b>					
X5.3	<b>0.808</b>					
X5.4	<b>0.784</b>					
X5.5	<b>0.812</b>					
X5.6	<b>0.828</b>					
X5.7	<b>0.836</b>					
X5.8	<b>0.833</b>					
X5.9	<b>0.827</b>					
Y.1				<b>0.826</b>		
Y.2				<b>0.769</b>		
Y.3				<b>0.745</b>		
Y.4				<b>0.773</b>		
Y.5				<b>0.853</b>		
Y.6				<b>0.804</b>		
Y.7				<b>0.771</b>		

### Discriminant Validity

	Desain (X5)	Force Majure (X1)	Logistik (X2)	Projek Manajemen Risiko (Y)	SDM (X3)	Teknikal Risiko (X4)
Desain (X5)	<b>0.814</b>					
Force Majure (X1)	0.880	<b>0.876</b>				
Logistik (X2)	0.868	0.818	<b>0.782</b>			
Projek Manajemen Risiko (Y)	0.922	0.860	0.871	<b>0.792</b>		
SDM (X3)	0.837	0.766	0.965	0.855	<b>0.821</b>	
Teknikal Risiko (X4)	0.941	0.904	0.922	0.942	0.877	<b>0.790</b>

### Cross Loading

	Desain (X5)	Force Majure (X1)	Logistik (X2)	Projek Manajemen Risiko (Y)	SDM (X3)	Teknikal Risiko (X4)
X1.1	0.793	<b>0.900</b>	0.745	0.756	0.705	0.802
X1.2	0.744	<b>0.873</b>	0.705	0.754	0.649	0.782
X1.3	0.774	<b>0.853</b>	0.699	0.748	0.658	0.789
X2.1	0.688	0.726	<b>0.713</b>	0.704	0.607	0.771
X2.10	0.542	0.524	<b>0.704</b>	0.554	0.623	0.615
X2.2	0.756	0.632	<b>0.812</b>	0.721	0.814	0.753
X2.3	0.728	0.749	<b>0.776</b>	0.728	0.798	0.742
X2.4	0.665	0.625	<b>0.836</b>	0.715	0.855	0.742
X2.5	0.694	0.678	<b>0.761</b>	0.669	0.669	0.713
X2.6	0.700	0.589	<b>0.812</b>	0.679	0.824	0.706
X2.7	0.656	0.560	<b>0.771</b>	0.634	0.764	0.672
X2.8	0.649	0.674	<b>0.808</b>	0.674	0.799	0.723
X2.9	0.678	0.611	<b>0.813</b>	0.700	0.764	0.743
X3.1	0.687	0.577	0.792	0.711	<b>0.828</b>	0.719
X3.2	0.659	0.658	0.781	0.667	<b>0.802</b>	0.695
X3.3	0.698	0.631	0.815	0.738	<b>0.873</b>	0.725
X3.4	0.709	0.661	0.798	0.672	<b>0.809</b>	0.703
X3.5	0.715	0.671	0.765	0.714	<b>0.786</b>	0.754
X3.6	0.657	0.583	0.806	0.704	<b>0.828</b>	0.727
X4.1	0.769	0.701	0.693	0.754	0.684	<b>0.758</b>
X4.10	0.754	0.723	0.779	0.774	0.763	<b>0.841</b>
X4.2	0.810	0.700	0.742	0.802	0.710	<b>0.816</b>
X4.3	0.772	0.665	0.746	0.785	0.745	<b>0.802</b>
X4.4	0.686	0.622	0.644	0.717	0.575	<b>0.727</b>
X4.5	0.802	0.715	0.745	0.720	0.728	<b>0.777</b>

X4.6	0.731	0.779	0.753	0.740	0.736	<b>0.830</b>
X4.7	0.668	0.733	0.758	0.702	0.690	<b>0.780</b>
X4.8	0.738	0.779	0.703	0.733	0.680	<b>0.791</b>
X4.9	0.688	0.726	0.713	0.704	0.607	<b>0.771</b>
X5.1	<b>0.760</b>	0.682	0.725	0.711	0.713	0.719
X5.2	<b>0.830</b>	0.707	0.709	0.749	0.658	0.785
X5.3	<b>0.808</b>	0.628	0.730	0.716	0.728	0.745
X5.4	<b>0.784</b>	0.683	0.666	0.740	0.606	0.721
X5.5	<b>0.812</b>	0.717	0.669	0.736	0.672	0.740
X5.6	<b>0.828</b>	0.777	0.707	0.781	0.705	0.797
X5.7	<b>0.836</b>	0.745	0.695	0.779	0.656	0.790
X5.8	<b>0.833</b>	0.739	0.750	0.779	0.723	0.790
X5.9	<b>0.827</b>	0.756	0.706	0.757	0.672	0.796
Y.1	0.724	0.713	0.730	<b>0.826</b>	0.715	0.752
Y.2	0.663	0.677	0.671	<b>0.769</b>	0.674	0.694
Y.3	0.654	0.577	0.620	<b>0.745</b>	0.616	0.688
Y.4	0.706	0.720	0.628	<b>0.773</b>	0.628	0.714
Y.5	0.832	0.732	0.754	<b>0.853</b>	0.741	0.816
Y.6	0.742	0.639	0.697	<b>0.804</b>	0.709	0.773
Y.7	0.779	0.704	0.720	<b>0.771</b>	0.649	0.777

### Hasil Uji Composite Reliability

	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)
Desain (X5)	<b>0.936</b>	<b>0.937</b>	<b>0.946</b>	<b>0.662</b>
Force Majure (X1)	<b>0.848</b>	<b>0.848</b>	<b>0.908</b>	<b>0.767</b>
Logistik (X2)	<b>0.929</b>	<b>0.931</b>	<b>0.940</b>	<b>0.611</b>
Projek Manajemen Risiko (Y)	<b>0.901</b>	<b>0.903</b>	<b>0.922</b>	<b>0.628</b>
SDM (X3)	<b>0.903</b>	<b>0.904</b>	<b>0.926</b>	<b>0.675</b>
Teknikal Risiko (X4)	<b>0.933</b>	<b>0.934</b>	<b>0.943</b>	<b>0.624</b>

### Hasil Uji Koefisien Determinasi (R-Square)

	R Square	R Square Adjusted
Projek Manajemen Risiko (Y)	<b>0.906</b>	<b>0.901</b>

### Hasil Uji Effect Size (f-Square)

	Projek Manajemen Risiko (Y)
Desain (X5)	0.087
Force Majure (X1)	<b>0.001</b>
Logistik (X2)	0.051
SDM (X3)	0.078
Teknikal Risiko (X4)	<b>0.276</b>

### Hasil Uji Relevansi Prediktif (Q-Square)

	SSO	SSE	Q <sup>2</sup> (=1-SSE/SSO)
Desain (X5)	900.000	900.000	
Force Majure (X1)	300.000	300.000	
Logistik (X2)	1,000.000	1,000.000	
Projek Manajemen Risiko (Y)	700.000	331.920	0.526
SDM (X3)	600.000	600.000	
Teknikal Risiko (X4)	1,000.000	1,000.000	

### Hasil Uji Path Coefficients

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics ( O/STDEV )	P Values
Desain (X5) -> Projek Manajemen Risiko (Y)	0.276	0.278	0.084	3.295	<b>0.001</b>

<b>Force Majure (X1) -&gt; Projek Manajemen Risiko (Y)</b>	0.023	0.024	0.074	0.307	<b>0.759</b>
<b>Logistik (X2) -&gt; Projek Manajemen Risiko (Y)</b>	-0.330	-0.317	0.159	2.084	<b>0.038</b>
<b>SDM (X3) -&gt; Projek Manajemen Risiko (Y)</b>	0.335	0.325	0.104	3.222	<b>0.001</b>
<b>Teknikal Risiko (X4) -&gt; Projek Manajemen Risiko (Y)</b>	0.673	0.664	0.128	5.244	<b>0.000</b>

#### Lampiran 4 Dokumentasi Wawancara



Wawancara dengan Bapak Satria S. Selaku Pimpinan Proyek RS Sarjito



Wawancara dengan Bapak Agus Jajang sebagai Vice President Pengelola Risiko Operasional Divisi Pengelolaan Risiko PT Utama Karya

## Lampiran 5 Lembar Konsultasi Tesis 1

**LEMBAR KONSULTASI TESIS**

Nama Mahasiswa : Aribowo Martanto\_\_\_\_\_

NIM : 22914007\_\_\_\_\_

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi\_\_\_\_\_

Semester/Tahun : IV/2024\_\_\_\_\_

Topik Tesis : Analisa Faktor Penyebab dan Mitigasi Risiko pada Proyek  
Konstruksi dengan Metode SEM dan FTA\_\_\_\_\_

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut:

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
14 Maret 2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Landasan teori, agar dilengkapi (memastikan tujuan penelitian)</li> <li>– Proses SEM dan FTA dilakukan bersamaan, atau SEM dahulu selanjutnya FTA atau sebaliknya.</li> <li>– Bagaimana risiko mutu, biaya, waktu dan K3 hubungannya dengan SEM dan FTA ?</li> <li>– Teknik analisa statistika Multi varian (banyak varian, apa saja) ?</li> <li>– Pemahaman metode SEM dan FTA secara sederhana...?</li> <li>– Konteks risiko agar diperjelas (apa saja, kaitan dengan SEM &amp; FTA)</li> <li>– Metode penelitian yang diinginkan, metode perbandingan atau metode korelasi atau lainnya ?</li> <li>– Tahapan Manajemen Risiko: identifikasi risiko, rencana mitigasi dan respon mitigasi dilakukan seperti apa ? Bagaimana kaitan dengan SEM &amp; FTA ?</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Substansi penelitian, data laporan (laporan kejadian, kategori risiko minor?)</li> <li>– Pemilihan obyek penelitian, RS Sardjito (aktifitas yang unik spesifik, bagaimana proses identifikasi risiko proyek ?)</li> <li>– Alasan penggunaan metode SEM &amp; FTA? Apakah menggunakan software untuk menguji metode tersebut ? Software apa yang digunakan ?</li> <li>– Instrumen penelitian agar diperjelas, bagaimana analisis yang akan digunakan</li> <li>– Hubungan antar variabel (referensi SEM &amp; FTA), bagaimana hubungan risiko dengan variabel-variabel terkait ?</li> </ul>
--	--

\*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Yogyakarta, 14 Maret 2024

Mahasiswa,

Ir. Fitri Nugraheni, MT, Ph.D, IPM  
(Dosen Pembimbing)

\_\_\_\_Aribowo M\_\_\_\_

## Lampiran 6 Lembar Konsultasi Tesis 2

**LEMBAR KONSULTASI TESIS**

Nama Mahasiswa : Aribowo Martanto\_\_\_\_\_

NIM : 22914007\_\_\_\_\_

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi\_\_\_\_\_

Semester/Tahun : IV/2024\_\_\_\_\_

Topik Tesis : Analisa Faktor Penyebab dan Mitigasi Risiko pada Proyek  
Konstruksi dengan Metode SEM dan FTA\_\_\_\_\_

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut :

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
18 November 2024	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ikuti standar penulisan tesis dan disusun dengan baik rapi (termasuk Abstrak)</li> <li>– Referensi agar dicek ulang, latar belakang perlu kaya dengan referensi jurnal, buku, karya ilmiah lain termasuk studi literatur</li> <li>– Rumusan masalah dengan tujuan penelitian agar diperjelas hubungannya</li> <li>– Diksi “usulan” agar diganti menjadi “rekomendasi”</li> <li>– Hubungan SEM &amp; FTA agar diperjelas “benang merah”</li> <li>– Bab Pembahasan, kurang detail dan hasil pembahasan perlu validasi (bisa dilakukan FGD atau wawancara/diskusi dengan ekspert yang ahli dibidangnya).</li> <li>– Analisa identifikasi risiko perlu validasi (tidak diperkenankan hanya berdasarkan profesional judgment</li> <li>– Pengumpulan data (yang didapat) perlu dianalisa dan dievaluasi hubungannya.</li> <li>– Perlu pemahaman filosofi hubungan antar variabel</li> <li>– Pembahasan tahap masing-masing indikator, bagaimana implementasi pada proyek RS Sardjito ?</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rekomendasi : metode/ cara mitigasi risiko yang perlu dilakukan? (dapat masuk pada bab Pembahasan)</li> <li>– Pembahasan FTA: apa yang menjadi “fault”? Bagaimana model “tree” ? Bagaimana pembahasan atau analisisnya ?</li> <li>– Apa dasar pertimbangan pemilihan proyek konstruksi RS Sardjito ? Apakah proyek tersebut masuk kategori proyek dengan risiko “tinggi” ?</li> <li>– Pembahasan FTA, perlu dijabarkan atas masing-masing variabel (logistik, sdm, teknik risiko, desain)</li> <li>– Semua referensi, hanya ditulis nama belakang penulis</li> <li>– Diksi: “batasan masalah”, diubah menjadi “batasan penelitian”</li> <li>– Bab II, perlu dibuat kalimat pengantar (seperti bab III)</li> <li>– Kepala tabel perlu dilengkapi keterangan</li> <li>– Time schedule penelitian tidak perlu masuk dalam laporan tesis.</li> </ul>
--	---

\*) Form ini bisa dicopy

Yogyakarta, 18 November 2024

Mengetahui,

Mahasiswa,

Ir. Fitri Nugraheni, MT, Ph.D, IPM  
(Dosen Pembimbing)

\_\_\_\_Aribowo M\_\_\_\_

## Lampiran 7 Lembar Konsultasi Tesis 3



PROGRAM

**MAGISTER TEKNIK SIPIL**

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**LEMBAR KONSULTASI TESIS**

Nama Mahasiswa : Aribowo Martanto\_\_\_\_\_

NIM : 22914007\_\_\_\_\_

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi\_\_\_\_\_

Semester/Tahun : V/2025\_\_\_\_\_

Topik Tesis : Analisa Faktor Penyebab dan Mitigasi Risiko pada Proyek  
Konstruksi dengan Metode SEM dan FTA\_\_\_\_\_

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut:

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
19 Januari 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Konteks permasalahan risiko: bagaimana sudut pandang jika sebagai kontraktor ? bagaimana halnya jika sebagai pemilik proyek ?</li> <li>– Risiko-risiko yang akan dihadapi jika proyek konstruksi terhenti (putus kontrak), apa saja ?</li> <li>– Rumusan masalah dengan tujuan penelitian agar diperjelas hubungannya</li> <li>– Subbab 3.4.6 Proyek Manajemen Risiko, 7 hal disebut sebagai risiko agar diperjelas dasarnya ?</li> <li>– Struktur penulisan tesis agar disesuaikan dengan pedoman penulisan tesis. Setelah metodologi penelitian perlu dijelaskan proses pengumpulan data, proses analisa perlu dilakukan, temuan (hasil analisa), pembahasan (dapat masuk bab khusus)</li> <li>– Masing-masing indikator: X1-2-3-4-5 terhadap Y1 agar dijelaskan</li> <li>– Variabel Force majeure (H1 ditolak) namun pada tabel risiko waktu masih dimasukkan, agar dijelaskan dan/atau perlu “take out” ?</li> <li>– Risiko K3, apa kaitannya pada tabel risiko ? perlu penjelasan.</li> <li>– FTA diimplementasikan pada diagram risiko biaya, mutu, waktu perlu dijelaskan ?</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tabel risiko: penjelasan istilah antara rencana mitigasi dengan respon mitigasi. Sumber referensi dari mana ? Perlu penjelasan : analisa penyebab risiko</li> <li>– Perlu penjelasan (batasan) kategori “tinggi”, apa saja ? Bagaimana halnya dengan risiko kategori “sedang, kecil” ?</li> <li>– Kondisi eksisting, apa/bagaimana “improvement” yang dilakukan (terkait risiko mutu, waktu, biaya) ?</li> <li>– Bab Pembahasan: penjelasan agar lebih rinci</li> <li>– Struktur penulisan tesis agar disesuaikan dengan pedoman penulisan tesis.</li> <li>– Bab III perlu penjelasan teori tentang SEM, FTA, FMEA. Termasuk kaitannya pada bab IV dan bab V</li> <li>– Saran: pembahasan kategori risiko menengah (sedang), kecil secara umum</li> <li>– Cek plagiasi (Turnitin) atas laporan tesis ini</li> <li>– Bab II, perlu dibuat kalimat pengantar (seperti bab III)</li> <li>– Kepala tabel perlu dilengkapi keterangan</li> <li>– Time schedule penelitian tidak perlu masuk dalam laporan tesis.</li> </ul>
--	---

\*) Form ini bisa dicopy

Mengetahui,

Yogyakarta, 19 Januari 2025  
Mahasiswa,

Ir. Fitri Nugraheni, MT, Ph.D, IPM  
(Dosen Pembimbing)

\_\_\_\_Aribowo M\_\_\_\_

## Lampiran 8 Lembar Konsultasi Tesis 4



PROGRAM

**MAGISTER TEKNIK SIPIL**

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**LEMBAR KONSULTASI TESIS**

Nama Mahasiswa : Aribowo Martanto\_\_\_\_\_

NIM : 22914007\_\_\_\_\_

Konsentrasi : Manajemen Konstruksi\_\_\_\_\_

Semester/Tahun : V/2025\_\_\_\_\_

Topik Tesis : Analisa Faktor Penyebab dan Mitigasi Risiko pada Proyek  
Konstruksi dengan Metode SEM dan FTA\_\_\_\_\_

Hasil konsultasi tesis dapat kami laporkan sebagai berikut:

TANGGAL KONSULTASI	CATATAN DOSEN PEMBIMBING
6 Februari 2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pembahasan FTA --&gt; apa yg mjd fault? bgmn model tree? pembahasan/analisa...bgmn?</li> <li>- apa pertimbangan (dasar), pryk konstruksi rs sardjito...msk risiko tingkat tinggi ?</li> <li>- pembahasan FTA, dijabarkan atas masing<sup>2</sup> variabel: logistik, sdm, teknik risiko, desain (note: pembahasan terkait FTA...masih sangat minim)</li> <li>- poin 2 --&gt; hal 2</li> <li>- masalah yang jd perhatian (hal 3): <ul style="list-style-type: none"> <li>• risiko ketidaksesuaian...</li> <li>• risiko k3</li> <li>• kendala logistik...tsb diatas ----&gt; dasarnya apa ?</li> </ul> </li> <li>- hal 4...semua referensi...hny ditulis nm blkg sj</li> <li>- hal 7...batasan masalah --&gt; batasan penelitian</li> <li>- FGD dilaksanakan dengan melibatkan banyak orang dengan diskusi sehingga mendapatkan kesimpulan (keepakatan bersama)</li> <li>- kalo "yang terlaksana" adalah seperti diskusi (wawancara) oleh 1-2 orang expert saja</li> <li>- apakah perlu disesuaikan diksi FGD dengan wawancara/ diskusi?</li> <li>- atas narasi FGD dengan pembahasan yang cukup detail (identifikasi risiko, dampak risiko)</li> </ul>

	<p>&amp; rencana mitigasi risiko) memang teorinya seperti itu...ya?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– minimal 4-5 orang...dalam 1 sesi</li> <li>– Jumlah peserta minimal dalam sebuah Focus Group Discussion (FGD) biasanya 4 hingga 6 orang, sedangkan jumlah idealnya berkisar antara 6 hingga 12 orang.</li> <li>– Jika jumlah peserta terlalu sedikit (kurang dari 4 orang), diskusi bisa kurang dinamis dan tidak cukup beragam dalam perspektif. Sebaliknya, jika terlalu banyak (lebih dari 12 orang), diskusi bisa sulit dikendalikan dan ada risiko beberapa peserta tidak mendapat kesempatan untuk berbicara.</li> <li>– Selain peserta, FGD juga membutuhkan seorang moderator yang memandu jalannya diskusi serta notulen atau pencatat untuk mendokumentasikan hasil diskusi.</li> <li>–</li> </ul>
--	--

\*) Form ini bisa dicopy

Yogyakarta, 06 Februari 2025

Mengetahui,

Mahasiswa,

Ir. Fitri Nugraheni, MT, Ph.D, IPM  
(Dosen Pembimbing)

Aribowo M