

---

## **PENERAPAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) UNTUK PRIORITAS RESIKO PROYEK KONSTRUKSI *LIGHT RAIL TRANSIT* (LRT) JAKARTA**

**Nurlaelah, Chika Kanaya Kinanta**  
Universitas Muhammadiyah Jakarta  
nurlaelah@umj.ac.id

---

### **ABSTRAK**

---

Proyek konstruksi *Light Rail Transit* (LRT) merupakan proyek infrastruktur strategis untuk mendukung mobilitas perkotaan, namun pelaksanaannya menghadapi berbagai risiko yang dapat memengaruhi kinerja proyek. Penelitian ini menganalisis manajemen risiko pada proyek *Light Rail Transit* (LRT) menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Melalui kuesioner, wawancara pakar, dan diagram *fishbone*, teridentifikasi 35 faktor risiko valid. Analisis dilakukan dengan mengukur nilai *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan tingkat keparahan, frekuensi, dan kemampuan deteksi. Hasil penelitian menunjukkan nilai RPN rata-rata sebesar 257,17, dengan lima risiko dominan (RPN 343–448) yang diidentifikasi melalui prinsip Pareto. Risiko utama tersebut meliputi perubahan desain, kemacetan lalu lintas area proyek, ketidaksesuaian spesifikasi teknis, ketidaksinkronan perencanaan (Struktur/Arsitektur/MEP), serta keterbatasan tenaga ahli. Temuan ini mengonfirmasi bahwa ±80% permasalahan proyek dipicu oleh 20% faktor risiko utama. Strategi mitigasi direkomendasikan melalui penguatan koordinasi teknis, digitalisasi desain, dan peningkatan kompetensi SDM untuk meminimalisir kegagalan konstruksi.

**Kata Kunci** : *Light Rail Transit* (LRT), Manajemen Risiko, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Risk Priority Number* (RPN).

---

### **ABSTRACT**

---

*The Light Rail Transit (LRT) construction project is a strategic infrastructure project to support urban mobility, but its implementation faces various risks that can affect project performance. This study analyzes risk management in Light Rail Transit (LRT) projects using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. Through expert interviews, questionnaires, and fishbone diagrams, 35 valid risk factors were identified. The analysis utilized the Risk Priority Number (RPN) by evaluating severity, occurrence, and detection levels. Results indicate an average RPN of 257,17, with five dominant risks (RPN 343–448) identified through the Pareto principle. These primary risks include design changes, traffic congestion at project sites, technical specification discrepancies, lack of coordination between structural/architectural/MEP planning, and limited expert human resources. The findings confirm that approximately 80% of project issues are triggered by only 20% of the main risk factors. Strategic mitigation through enhanced technical coordination, design digitalization, and human resource development is recommended to minimize construction failure.*

**Keywords:** *LRT, Risk Management, FMEA, RPN*

---

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan sarana transportasi massal berbasis rel, khususnya *Light Rail Transit* (LRT), merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan konektivitas di wilayah metropolitan. Berbeda dengan proyek infrastruktur jalan raya, konstruksi LRT memiliki tingkat kerumitan yang lebih rumit karena harus mengintegrasikan struktur layang (*elevated*) di atas koridor jalan yang sempit serta koordinasi sistem persinyalan yang presisi.

Dinamika di lapangan menunjukkan bahwa proyek ini kerap terhambat oleh inkonsistensi perencanaan teknis yang memicu terjadinya kegagalan, mulai dari keterlambatan jadwal hingga pembengkakan biaya yang signifikan (Putra & Susanti, 2021). Penelitian mengenai manajemen risiko konstruksi sebenarnya telah banyak berkembang, namun terdapat celah krusial (*research gap*) yang perlu dijabatani. Mayoritas studi terdahulu yang relevan dengan proyek infrastruktur Indonesia, seperti yang dilakukan oleh Prawira dkk (2020) cenderung menggunakan pendekatan identifikasi risiko yang bersifat umum. Padahal, pada proyek dengan presisi tinggi seperti LRT, kemampuan organisasi untuk mendeteksi potensi penyimpangan secara dini seringkali diabaikan dalam model penilaian risiko. Sementara Hanafi dkk. (2021), cenderung menggunakan pendekatan matriks risiko konvensional yang bersifat statis. Di sisi lain, penggunaan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagaimana diterapkan oleh Ayuningtyas & Alfina (2022) sering kali menitikberatkan pada pembobotan subjektif tanpa mempertimbangkan aspek keterdeteksian risiko secara teknis. Padahal, pada proyek dengan presisi tinggi seperti LRT, dibutuhkan kemampuan organisasi untuk mendeteksi potensi penyimpangan secara dini dalam model penilaian risiko.

Berangkat dari keterbatasan tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebagai instrumen prioritas risiko. Justifikasi pemilihan FMEA terletak pada keunggulannya dalam mengalkulasi *Risk Priority Number* (RPN) yang mengombinasikan tiga dimensi kritis: keparahan (*severity*), peluang kejadian

(*occurrence*), dan tingkat keterdeteksian (*detection*).

Dengan demikian, rumusan masalah utama dalam kajian ini adalah bagaimana memetakan risiko dominan pada proyek LRT melalui tiga dimensi FMEA guna menghindari kegagalan sistemik. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor risiko kritis serta merumuskan strategi mitigasi yang lebih responsif. Secara kontribusi ilmiah, riset ini memperkaya literatur manajemen risiko pada sektor transportasi publik, sementara secara praktis, hasil analisis RPN dapat digunakan oleh kontraktor maupun pemilik proyek sebagai dasar alokasi sumber daya yang lebih efisien dan tepat sasaran pada mitigasi risiko yang dapat mengganggu keberhasilan proyek.

## 2. METODE

### 2.1 Tahapan dan Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berbasis persepsi responden untuk memetakan risiko proyek LRT di Jakarta melalui kerangka *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Tahapan yang dilakukan adalah: (1) Identifikasi risiko berbasis literatur dan observasi; (2) Pengumpulan data melalui kuesioner skala 1–10; dan (3) Analisis *Risk Priority Number* (RPN). Instrumen penilaian mengacu pada tiga parameter utama: *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Adapun kuesioner yang dimaksud adalah:

**Tabel 1. Kuesioner Penilaian Resiko (Diadaptasi dari Diputera, dkk, 2024)**

No	Faktor	Kode	Variabel
1	Perencanaan	R1	Adanya perubahan/permintaan khusus dari owner.
		R2	Ketidaksesuaian gambar dengan spesifikasi teknis.
		R3	Adanya perubahan desain
		R4	Perencanaan gambar struktur, arsitektur dan MEP yang tidak sinkron
		R5	Kesalahan perhitungan Desain

		R6	Kurangnya komitmen terhadap schedule yang sudah di buat.			R19	Kurangnya ketersediaan alat di lapangan.
		R7	Penggunaan metode pelaksanaan yang kurang tepat.			R20	Kegagalan kualitas/mutu selama pelaksanaan proyek.
		R8	Ketidaksesuaian gambar rencana dengan kondisi riil di lokasi proyek.			R21	Pengukuran volume pekerjaan di dalam BQ dengan kondisi di lapangan yang berbeda.
2	Proyek	R9	Kurangnya tempat-tempat pembuangan/ Penaruhan sementara material sisa yang mengakibatkan tumpukan material sisa di lapangan.			R22	Kesalahan dalam mengambil keputusan.
		R10	Ketidaksesuaian pemesanan barang dengan kedatangan barang di lokasi proyek.			R23	Keterlambatan memulai order bahan/material.
		R11	Robohnya struktur di tengah pelaksanaan konstruksi	4	Manusia	R25	Kurangnya jumlah pekerja pada proyek.
		R12	Masing-masing <i>stake holder</i> menyetujui metode pelaksanaan proyek, tetapi pada pelaksanaannya pertentangan muncul sehingga proyek mengalami keterlambatan			R26	Kurangnya <i>teamwork</i> /kerjasama tim antara pekerja.
		R13	Adanya kemacetan jalan sekitar proyek			R27	Kurangnya jumlah personal ahli yang berkompeten.
3	Teknis	R14	Terjadinya kerusakan alat berat.			R28	Produktivitas tenaga kerja lebih rendah dari perkiraan.
		R15	Adanya perubahan spesifikasi material saat konstruksi.			R29	Adanya kelelahan dalam bekerja yang diakibatkan penerapan jam kerja yang berlebih
		R16	Pengawasan lapangan yang kurang maksimal menyebabkan kualitas/mutu pekerjaan berkurang.			R30	Perselisihan pekerja
		R17	Schedule supplier yang padat, menyebabkan terjadinya keterlambatan material.	5	Keselamatan	R31	Kurangnya penerapan K3.
		R18	Jenis peralatan yang digunakan tidak tepat.			R32	Pekerja tertimpa barang/material atau peralatan dari ketinggian.
						R33	Terjadinya kecelakaan kerja pada saat bekerja.
						R34	Girder terjatuh saat <i>erection</i>
						R35	Kurangnya kesadaran tenaga untuk menggunakan APD

			yang telah disediakan saat bekerja
--	--	--	------------------------------------

Dalam *Failure Mode and Effects Analysis*, keseluruhan penilaian risiko dilakukan dengan memberi skor pada tiga komponen utama, yaitu:

1. *Severity* (S) – tingkat keparahan dampak kegagalan.

**Tabel 2. Tingkat keparahan dampak kegagalan**

Skor	Kriteria
1	Tidak ada dampak
2–3	Dampak sangat kecil, hampir tidak terasa
4–5	Dampak sedang, ada gangguan kecil pada proses
6–7	Dampak signifikan, mempengaruhi kinerja system
8–9	Dampak serius, menyebabkan kegagalan fungsi utama
10	Dampak sangat kritis / membahayakan keselamatan / kegagalan total

2. *Occurrence* (O) – kemungkinan kegagalan terjadi.

**Tabel 3. Kemungkinan kegagalan terjadi**

Skor	Kriteria
1	Sangat jarang (<0.01%)
2–3	Jarang
4–5	Kadang terjadi
6–7	Cukup sering
8–9	Sering terjadi
10	Hampir pasti terjadi

3. *Detection* (D) – kemampuan sistem mendeteksi kegagalan sebelum berdampak.

**Tabel 4. Kemampuan system mendeteksi kegagalan sebelum berdampak**

Skor	Kriteria
1	Hampir pasti terdeteksi
2–3	Sangat mudah dideteksi
4–5	Moderat (terkadang terdeteksi)
6–7	Sulit terdeteksi
8–9	Sangat sulit terdeteksi
10	Tidak dapat dideteksi sebelum terjadi

Skor menggunakan skala 1–10, kemudian dihitung *Risk Priority Number* (RPN):

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

Interpretasi umum:

**Tabel 5. Skakal RPN**

RPN	Prioritas
< 50	Risiko rendah
50–150	Risiko sedang
150–300	Risiko tinggi
> 300	Risiko sangat kritis

## 2.2 Sampel dan Validasi Data

Responden dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* yang melibatkan 40 pakar dari unsur pihak-pihak yang terlibat dalam proses Pembangunan LRT di Jakarta seperti kontraktor, konsultan, supervisor dan lain-lain dengan kriteria pengalaman kerja minimal 5 tahun di proyek infrastruktur strategis. Jumlah ini dinilai representatif untuk studi berbasis pakar yang mengutamakan kedalaman data kualitatif-kuantitatif.

Validitas instrumen diuji melalui *expert judgment*. Dari 38 variabel risiko awal, dilakukan eliminasi terhadap 3 variabel karena memiliki tingkat relevansi rendah, sehingga menghasilkan 35 variabel final untuk dianalisis. Konsistensi internal instrumen diukur menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* untuk memastikan reliabilitas persepsi antar responden.

Adapun data diolah menggunakan teknik skor rata-rata (*mean*) dari seluruh pakar dan tidak menggunakan uji normalitas karena data primer bersifat ordinal dan digunakan untuk pemeringkatan deskriptif (non-inferensial). Prioritas risiko ditentukan berdasarkan nilai RPN.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Karakteristik Responden dan Validitas Data

Data penelitian ini diperoleh dari 40 responden yang terlibat langsung dalam manajemen proyek konstruksi LRT di Jakarta. Profil responden merepresentasikan pemangku kepentingan tingkat manajerial dengan distribusi sebagai berikut:

**Tabel 6. Karakteristik Responden**

No	Jabatan/Posisi	Frekuensi
1	<i>Project Manager</i>	3
2	Pelaksana	12
3	<i>Site QHSE Officer</i>	12
4	<i>Site QHSE Manager</i>	1
5	<i>Supervisor</i>	3
6	Logistik	3

7	Staff Administration Contract	3
8	K3	1
9	Site Administration Standaritation Officer	1
10	Staff Finance	1
	<b>Jumlah</b>	<b>40</b>

Uji reliabilitas menggunakan *Cronbach's Alpha* menghasilkan nilai **0,87**, yang menunjukkan bahwa instrumen kuesioner memiliki konsistensi internal yang sangat baik dalam mengukur persepsi risiko.

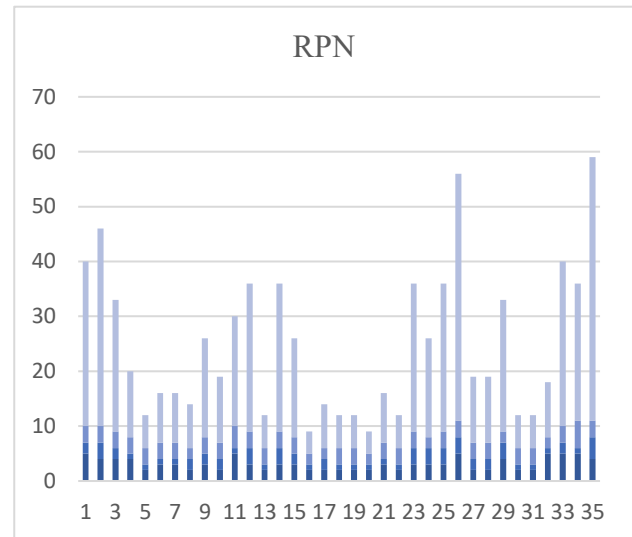
### 3.2 Pemetaan Nilai Risk Priority Number (RPN)

Hasil kalkulasi terhadap 35 variabel risiko menunjukkan sebaran nilai RPN yang bervariasi. Dari analisis tersebut, diidentifikasi lima risiko dominan (*Top 5 High Risks*) yang memiliki nilai RPN tertinggi sebagaimana disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 1 berikut.

**Tabel 7. Distribusi Penilaian RPN**

Risiko	Keparahan (Severity)	Kejadian (Occurrence)	Deteksi (Detection)	RPN
R1	7	6	6	252
R2	7	8	7	392
R3	8	8	7	448
R4	8	7	7	392
R5	6	6	7	252
R6	6	7	6	252
R7	6	6	7	252
R8	6	7	6	252
R9	7	6	6	252
R10	6	6	7	252
R11	6	5	6	180
R12	6	7	6	252
R13	8	8	7	448
R14	6	7	6	252
R15	6	7	6	252
R16	6	5	6	180
R17	6	6	7	252
R18	6	5	7	210
R19	6	5	7	210
R20	6	5	6	180
R21	6	5	7	210
R22	6	5	7	210
R23	6	7	6	252
R24	6	7	6	252
R25	6	7	6	252
R26	6	7	6	252
R27	7	7	7	343
R28	6	6	7	252

R29	6	7	6	252
R30	6	5	7	210
R31	6	5	7	210
R32	6	5	6	180
R33	6	6	7	252
R34	6	5	7	210
R35	6	6	7	252
Total RPN				9001



**Gambar 1. Grafik Penilaian RPN**

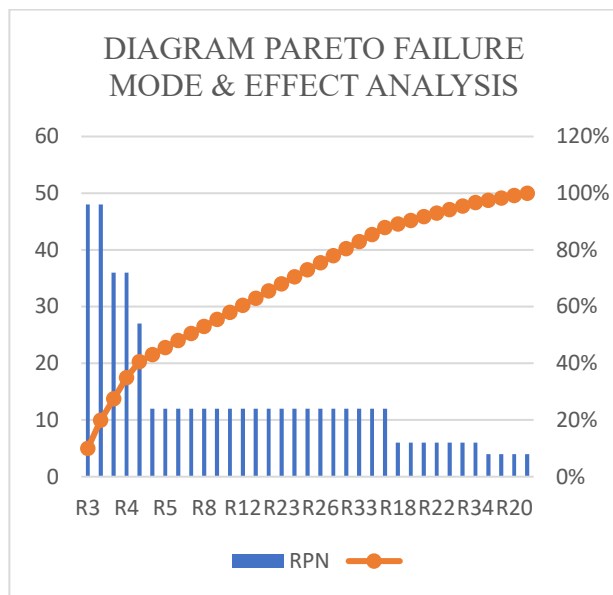
Sesuai Tabel 3 dan Grafik 1 diatas, dapat diketahui bahwa yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah:

**Tabel 8. Lima Resiko Tertinggi Proyek Konstruksi LRT**

Kode Risiko	Faktor Risiko	RPN
R3	Adanya perubahan desain	448
R13	Adanya kemacetan jalan sekitar proyek.	448
R2	Ketidaksesuaian gambar dengan spesifikasi teknis.	392
R4	Perencanaan gambar struktur, arsitektur dan MEP yang tidak sinkron.	392
R27	Kurangnya jumlah personal ahli yang berkompeten.	343

### 3.3 Diagram Pareto

Nilai RPN yang diperoleh kemudian dipetakan ke dalam diagram Pareto untuk mengidentifikasi prioritas risiko. Analisis ini menjadi landasan dalam menetapkan tindakan mitigasi yang presisi guna meminimalkan potensi kegagalan proyek, sebagaimana tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pareto

Analisis lebih lanjut menggunakan diagram Pareto terhadap *failure mode* tersebut menunjukkan bahwa kelima faktor ini merepresentasikan pilar utama risiko proyek infrastruktur LRT di Jakarta. Sesuai dengan prinsip Pareto, sekitar 20% mode kegagalan (R3, R13, R2, R4, dan R27) terbukti menyumbang akumulasi beban permasalahan hingga  $\pm 80\%$  pada keseluruhan proyek konstruksi LRT ini. Oleh karena itu, strategi mitigasi dan tindakan perbaikan harus diprioritaskan pada kelima variabel dominan tersebut guna menjamin efektivitas serta efisiensi pengelolaan risiko proyek secara komprehensif.

### 3.4 Analisis Lima Resiko Tertinggi Proyek Konstruksi LRT

#### 1. Perubahan Desain

Risiko pertama yang memiliki tingkat prioritas tertinggi adalah perubahan desain. Pada proyek infrastruktur transportasi perkotaan seperti LRT, perubahan desain sering terjadi karena kompleksitas kondisi lapangan serta kebutuhan penyesuaian terhadap utilitas eksisting dan kepadatan bangunan di wilayah perkotaan. Perubahan tersebut dapat berupa penyesuaian desain struktur jalur layang, modifikasi desain stasiun, ataupun revisi elemen struktur seperti pier dan girder. Selain itu, perubahan desain juga dapat dipicu oleh ketidaksesuaian kondisi lapangan dengan data perencanaan awal, perubahan kebutuhan dari

pemilik proyek, atau kesalahan dalam proses perencanaan desain.

Perubahan desain yang terjadi pada tahap konstruksi dapat menimbulkan berbagai konsekuensi seperti pekerjaan ulang (*rework*), revisi gambar kerja, serta perubahan jadwal proyek. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa perubahan desain merupakan salah satu penyebab utama keterlambatan dan pembengkakan biaya pada proyek konstruksi, karena perubahan tersebut sering memicu *change order* yang mempengaruhi lingkup pekerjaan, biaya, dan waktu pelaksanaan proyek. Sebuah penelitian pada proyek konstruksi skala besar menemukan bahwa perubahan desain berkontribusi terhadap lebih dari 56% pembengkakan biaya dan sekitar 44% keterlambatan proyek, sehingga pengelolaan perubahan desain menjadi faktor penting dalam pengendalian kinerja proyek konstruksi (Ramadhan dan Waty, 2025).

#### 2. Kemacetan Lalu Lintas

Risiko berikutnya adalah kemacetan lalu lintas di sekitar lokasi proyek. Risiko ini sangat relevan pada proyek LRT Jakarta karena sebagian besar konstruksi dilakukan di sepanjang koridor jalan utama dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi. Aktivitas konstruksi seperti pekerjaan pondasi, pemasangan struktur pier, dan erection girder sering kali memerlukan penggunaan sebagian badan jalan sehingga kapasitas jalan menjadi berkurang. Kondisi tersebut dapat memicu kemacetan lalu lintas yang berdampak pada keterlambatan mobilisasi material, keterlambatan alat berat, serta terganggunya akses tenaga kerja menuju lokasi proyek.

Dampak lain yang dapat muncul adalah menurunnya produktivitas kerja serta meningkatnya risiko keselamatan bagi pekerja maupun pengguna jalan. Dalam konteks proyek konstruksi perkotaan, faktor lingkungan eksternal seperti kondisi lalu lintas merupakan salah satu penyebab utama keterlambatan proyek karena dapat mempengaruhi rantai logistik dan distribusi material secara langsung. Oleh karena itu, manajemen lalu lintas selama masa konstruksi menjadi komponen penting dalam perencanaan proyek infrastruktur transportasi di kawasan perkotaan yang padat.

### 3. Ketidaksesuai Gambar Desain dengan Spesifikasi Teknis Proyek

Risiko selanjutnya adalah ketidaksesuaian antara gambar desain dengan spesifikasi teknis proyek. Pada proyek LRT yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi, dokumen teknis biasanya terdiri dari berbagai komponen seperti desain struktur jalur rel, sistem elektrifikasi, sistem persinyalan, serta instalasi mekanikal dan elektrikal pada stasiun. Ketidaksesuaian antara gambar kerja dan dokumen spesifikasi dapat menimbulkan kebingungan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan serta meningkatkan potensi kesalahan konstruksi. Selain itu, perbedaan interpretasi antara kontraktor, konsultan perencana, dan pengawas proyek juga dapat terjadi apabila dokumen kontrak tidak konsisten. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan pekerjaan ulang, keterlambatan proyek, serta potensi klaim kontrak antara para pihak yang terlibat dalam proyek. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa kesalahan atau ketidakkonsistenan dalam dokumen desain merupakan salah satu penyebab utama perubahan desain selama tahap konstruksi yang pada akhirnya dapat memicu keterlambatan proyek dan peningkatan biaya konstruksi (Kamal dkk, 2022).

### 4. Ketidaksinkronan Perencanaan Antara Disiplin Struktur, Arsitektur dan Sistem MEP

Risiko berikutnya adalah ketidaksinkronan perencanaan antara disiplin struktur, arsitektur, dan sistem MEP. Proyek pembangunan LRT merupakan proyek infrastruktur yang melibatkan berbagai disiplin teknik yang harus bekerja secara terintegrasi. Ketidaksinkronan perencanaan dapat menyebabkan konflik desain atau *design clash*, misalnya jalur instalasi mekanikal dan elektrikal yang bertabrakan dengan elemen struktur atau ruang instalasi yang tidak tersedia dalam desain arsitektur stasiun.

Konflik desain seperti ini biasanya baru terdeteksi ketika proses konstruksi telah berlangsung sehingga memerlukan penyesuaian desain di lapangan. Kondisi tersebut dapat menimbulkan pekerjaan bongkar pasang, keterlambatan pelaksanaan pekerjaan, serta peningkatan biaya proyek. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa konflik desain dan koordinasi yang kurang baik antar disiplin

teknik merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan perubahan desain dan keterlambatan proyek konstruksi, terutama pada proyek infrastruktur yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi (Afalette dan Jung, 2021)

### 5. Keterbatasan Jumlah Tenaga Ahli yang Kompeten

Risiko terakhir yang termasuk dalam kategori prioritas adalah keterbatasan jumlah tenaga ahli yang kompeten. Proyek pembangunan LRT membutuhkan tenaga ahli dengan keahlian khusus di bidang teknik perkeretaapian, struktur, sistem persinyalan, serta manajemen proyek konstruksi. Keterbatasan tenaga ahli yang memiliki kompetensi tersebut dapat menghambat proses pengawasan teknis, memperlambat pengambilan keputusan, serta meningkatkan potensi kesalahan dalam pelaksanaan pekerjaan.

Selain itu, kurangnya tenaga ahli juga dapat berdampak pada menurunnya kualitas pekerjaan serta kurang optimalnya pengendalian proyek secara keseluruhan. Dalam proyek infrastruktur berskala besar, ketersediaan sumber daya manusia yang kompeten menjadi faktor penting dalam menjamin keberhasilan pelaksanaan proyek serta meminimalkan potensi risiko keterlambatan proyek konstruksi.

### 3.5 Implikasi Risiko bagi Para Pemangku Kepentingan Proyek

#### 1. Implikasi bagi Owner (Pemilik Proyek)

Bagi owner, risiko perubahan desain dan ketidaksesuaian dokumen perencanaan menunjukkan pentingnya perencanaan proyek yang matang sebelum tahap konstruksi dimulai. Owner memiliki peran strategis dalam memastikan bahwa studi kelayakan, perencanaan desain, serta dokumen kontrak telah disiapkan secara komprehensif. Apabila perubahan desain terjadi setelah konstruksi dimulai, maka owner berpotensi menanggung konsekuensi berupa peningkatan biaya proyek, perubahan lingkup pekerjaan, serta keterlambatan penyelesaian proyek. Studi mengenai manajemen risiko proyek konstruksi menunjukkan bahwa perubahan desain merupakan salah satu risiko terbesar bagi owner karena dapat mengganggu pengendalian biaya dan jadwal proyek (Mc Graw Hill Construction, 2011)

Selain itu, risiko kemacetan lalu lintas di sekitar proyek infrastruktur perkotaan seperti LRT juga menuntut owner untuk melakukan koordinasi dengan pemerintah daerah dan instansi terkait guna menyusun strategi manajemen lalu lintas selama masa konstruksi. Owner juga perlu memastikan adanya mekanisme pengendalian perubahan (*change management*) serta sistem pengawasan proyek yang efektif agar potensi deviasi proyek dapat dideteksi sejak dini. Penelitian menunjukkan bahwa koordinasi antar pemangku kepentingan serta kejelasan tanggung jawab dalam kontrak merupakan faktor penting untuk mengurangi konflik dan keterlambatan proyek. (Tedjo dkk, 2025).

## 2. Implikasi bagi Kontraktor

Bagi kontraktor, risiko seperti perubahan desain, ketidaksesuaian spesifikasi teknis, dan ketidaksinkronan antar disiplin desain dapat berdampak langsung pada produktivitas pekerjaan konstruksi di lapangan. Perubahan desain yang terjadi selama pelaksanaan proyek sering menyebabkan pekerjaan ulang (*rework*), perubahan metode konstruksi, serta gangguan terhadap jadwal kerja yang telah direncanakan. Kondisi tersebut dapat meningkatkan biaya operasional proyek serta menurunkan efisiensi pelaksanaan konstruksi. (Kasapoglu, 2017)

Selain itu, risiko keterbatasan tenaga ahli yang kompeten juga menjadi perhatian penting bagi kontraktor. Kekurangan tenaga kerja yang memiliki kompetensi teknis dapat menyebabkan kesalahan pelaksanaan pekerjaan, penurunan kualitas konstruksi, serta meningkatnya risiko keterlambatan proyek. Oleh karena itu, kontraktor perlu memastikan ketersediaan sumber daya manusia yang kompeten melalui pelatihan teknis, sertifikasi profesional, serta perekrutan tenaga ahli yang berpengalaman dalam proyek infrastruktur berskala besar. Kurangnya tenaga kerja yang terampil telah diidentifikasi sebagai salah satu faktor yang dapat menurunkan produktivitas dan meningkatkan risiko kegagalan proyek konstruksi. (Al Ajmi, 2015)

## 3. Implikasi bagi Konsultan (Perencana dan Pengawas)

Bagi konsultan perencana dan pengawas, risiko ketidaksesuaian gambar dengan spesifikasi teknis serta ketidaksinkronan desain antar disiplin menunjukkan pentingnya

koordinasi desain yang intensif dan integrasi perencanaan teknis. Konsultan memiliki tanggung jawab untuk memastikan bahwa dokumen perencanaan seperti gambar kerja, spesifikasi teknis, dan perhitungan desain telah konsisten dan dapat diimplementasikan secara konstruktif di lapangan. Apabila terjadi ketidaksesuaian dokumen desain, maka hal tersebut dapat memicu konflik antara kontraktor dan owner serta menyebabkan perubahan desain selama tahap konstruksi.

Dalam proyek konstruksi berskala besar, kesalahan desain atau dokumen teknis yang tidak lengkap dapat menyebabkan *rework*, keterlambatan proyek, serta peningkatan biaya konstruksi. Oleh karena itu, konsultan perlu melakukan proses *design review*, *constructability review*, serta koordinasi antar disiplin teknik sebelum pekerjaan konstruksi dimulai. Penelitian mengenai proyek konstruksi menunjukkan bahwa kurangnya koordinasi antara tim perencana, kontraktor, dan owner merupakan salah satu penyebab utama konflik proyek dan perubahan desain selama pelaksanaan konstruksi. (Tedjo dkk, 2025).

## 4. Implikasi bagi Regulator / Pemerintah

Bagi regulator atau pemerintah, risiko kemacetan lalu lintas dan kompleksitas proyek infrastruktur perkotaan menunjukkan perlunya kebijakan pengaturan lalu lintas dan perizinan konstruksi yang terintegrasi. Proyek transportasi perkotaan seperti LRT biasanya dibangun di kawasan dengan aktivitas ekonomi dan mobilitas masyarakat yang tinggi, sehingga kegiatan konstruksi berpotensi menimbulkan gangguan terhadap sistem transportasi kota.

Oleh karena itu, pemerintah perlu menetapkan regulasi terkait rekayasa lalu lintas, jam operasional kendaraan proyek, serta pengelolaan keselamatan kerja di area konstruksi. Selain itu, regulator juga memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia di sektor konstruksi melalui kebijakan sertifikasi tenaga ahli, standar kompetensi profesional, serta pengawasan terhadap implementasi standar keselamatan kerja. Studi mengenai manajemen risiko proyek menunjukkan bahwa dukungan regulasi dan pengawasan pemerintah sangat penting untuk memastikan bahwa proyek konstruksi berjalan sesuai dengan standar teknis, keselamatan, dan

kualitas yang telah ditetapkan. (Kasapoglu, 2017).

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Secara keseluruhan, hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa risiko dominan pada proyek pembangunan LRT di Jakarta terutama berkaitan dengan faktor desain, koordinasi teknis, kondisi lingkungan perkotaan, serta keterbatasan sumber daya manusia yang kompeten. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan proyek infrastruktur transportasi perkotaan sangat bergantung pada kualitas perencanaan desain, koordinasi antar disiplin teknik, serta manajemen proyek yang efektif selama tahap pelaksanaan konstruksi. Pendekatan manajemen risiko yang sistematis sejak tahap perencanaan hingga pelaksanaan proyek menjadi faktor penting untuk meminimalkan potensi gangguan terhadap kinerja proyek.

### 4.2 Saran

Pengembangan teori dalam penelitian ini diarahkan pada integrasi pendekatan manajemen risiko yang lebih komprehensif terhadap kompleksitas proyek konstruksi perkotaan. Diperlukan model konseptual yang menggabungkan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dengan pendekatan Lean Construction, seperti *Value Stream Mapping (VSM)*, sehingga analisis risiko tidak hanya berfokus pada potensi kegagalan, tetapi juga pada peningkatan efisiensi proses.

Selain itu, konsep *risk-based design management* perlu dikembangkan dengan menempatkan analisis risiko sebagai bagian utama dalam tahap perencanaan desain, sehingga mampu mengurangi potensi perubahan saat konstruksi. Integrasi dengan teknologi digital, seperti *Building Information Modeling (BIM)*, juga menjadi arah penting dalam pengembangan teori untuk mendukung manajemen risiko yang lebih akurat, *real-time*, dan berbasis data.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

Ayuningtyas, A., & Alfina, R. (2022). Analisis Manajemen Risiko Keterlambatan Proyek Transportasi Publik di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur*, 14(2), 112-125.

- Al-Ajmi, Hadyan Fahad. 2015. Risk Management for Construction Projects. [https://www.engineeringmanagement.info/2020/05/risk-management-in-construction-projects.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.engineeringmanagement.info/2020/05/risk-management-in-construction-projects.html?utm_source=chatgpt.com)
- Afelete, Elikplim dan Jung, Wooyong. 2021. Causes of Design Change Depending on Power Project-Types in Ghana. *Energies*, 2021, 14(21), 6871; <https://doi.org/10.3390/en14216871>
- Diputera, I. G. A., Lestari, I. G. A. A. I., & Utama, I. P. R. A. (2024). Analisis dan mitigasi risiko pembangunan gedung Mall Pelayanan Publik Kabupaten Gianyar. *Jurnal Teknik Gradien*, 16(1), 9–17. [https://doi.org/10.47329/teknik\\_gradien.v16i01.1180](https://doi.org/10.47329/teknik_gradien.v16i01.1180)
- Hanafi, M. R., Utomo, C., & Rahmawati, Y. (2021). Identifikasi dan Analisis Risiko Dominan pada Proyek Konstruksi Light Rail Transit (LRT) Jabodebek. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 26(1), 45-58.
- Kamal, Mai., Dokhan, Shady dan El-Dash, El-Dash. 2022. Assessing the Impact of Delay of Shop Drawing Process in Construction Projects. *ENGINEERING RESEARCH JOURNAL (ERJ)* Vol. 51, No. 4 October. 2022, pp.161-180 Journal Homepage: [erj.bu.edu.eg](http://erj.bu.edu.eg)
- Kamal, E. M., Hassan, H., & Elbeltagi, E. 2022. Causes and effects of design changes in construction projects. *Engineering Research Journal (ERJ)*, 45(3), 145–156.
- Kasapoglu, Esin. 2017. Risk Management in Costruction. Peer Reviewed Chapter, Sustainable Buildings-Interaction Between a Holistic Conceptual Act and Materials Properties. Submitted: 30 October 2017 Reviewed: 09 March 2018 Published: 18 July 2018. DOI: 10.5772/intechopen.76341
- Mitigation of Risk in Construction: Startegies for Reducing Risk and Maximaizing Profitablity. Mc Graw Hill Construction, 2011
- Prawira, A., Santoso, B., & Wiguna, I. P. A. (2020). Analisis Risiko pada Proyek Konstruksi Infrastruktur Nasional: Perspektif Manajemen Rantai Pasok. *Journal of Economics, Business, and*

- Engineering (JEBE), 1(2), 88-102.  
<https://doi.org/10.xxxx/jebe.v1i2.xxxx>
- Putra, R. S., & Susanti, R. (2021). Evaluasi Kinerja Waktu dan Biaya Proyek Infrastruktur Menggunakan Metode Earned Value Management. *Journal of Economics, Business, and Engineering (JEBE)*, 2(1), 10-22.  
<https://doi.org/10.xxxx/jebe.v2i1.xxxx>
- Ramadhan, Jatiyarqo Sidiq dan Waty, Mega. 2025. Impact of Change Orders on Cost Overruns and Delays in Large-Scale Construction Projects. *Jurnal Engineering, Technology & Applied Science Research*. Vol 15, no. 1.
- Ramadhan, M., dan Waty, M. (2025). Analisis pengaruh perubahan desain terhadap pembengkakan biaya dan keterlambatan proyek konstruksi. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 23(1), 33–42.
- Tedjo, Agung Tri Hardjo., Jayady, Arman dan Dinariana, Dwi. 2025. An Integrated Approach to Risk Identification and Assessment in Public Sector Design-Build Projects in Jakarta. *Engineering and Technology Journal*, Volume 10 Issue 07 July-2025, Page No.-6005-6011, e-ISSN: 2456-3358 DOI: 10.47191/etj/v10i07.47, I.F. – 8.482