

**ANALISIS RISIKO DENGAN PENDEKATAN METODE RISK MATRIX PADA
PENYELESAIAN PEKERJAAN KONSTRUKSI INCOMER SUTT 150 kV GI
TEMPADUNG – GI KTT PT MITRA MURNI PERKASA (MMP)**

Punang Jati Arso¹, Reysha Rizki Amanda Lubis²

^{1,2}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Kartika Surabaya

¹jatiarso18@gmail.com, ²reysha@widyakartika.ac.id

ABSTRACT

The Incomer construction project for the 150 kV High Voltage Overhead Line (SUTT) connecting GI Tempadung and GI KTT PT Mitra Murni Perkasa (MMP) in Balikpapan, East Kalimantan, faces various construction risks due to challenging physical site conditions and its proximity to an active existing transmission network. This study aims to identify potential risks, measure risk levels, and formulate mitigation strategies using the Risk Matrix method based on the ISO 31000:2018 risk management framework. The study applies a quantitative approach through a case study method. Primary data were collected through questionnaires and interviews with 30 respondents from PLN UIP, PLN UPP, PLN Pusmanpro/MK, and the executing contractor, selected using purposive sampling. Risk levels were calculated using the equation $R = P \times I$, then mapped into three categories: low, medium, and high. The study identified 54 risk indicators across 10 variable groups. The research instrument proved valid in substance and highly reliable, with a Spearman-Brown coefficient of 0.980. The Risk Matrix analysis produced 2 High Risk variables, 30 Medium Risk variables, and 22 Low Risk variables. The highest risks stem from extreme weather ($R = 17.12$) and difficult access to tower foundation sites ($R = 15.08$). The recommended mitigation strategy combines Risk Acceptance and Risk Mitigation, including real-time weather monitoring, adaptive work scheduling, and planning of dedicated access routes to tower points.

Keywords: *risk management; Risk Matrix; ISO 31000:2018; transmission construction; 150 kV SUTT*

ABSTRAK

Proyek pembangunan *Incomer* Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV GI Tempadung – GI KTT PT Mitra Murni Perkasa (MMP) di Balikpapan, Kalimantan Timur, menghadapi berbagai risiko konstruksi akibat kondisi lingkungan fisik yang menantang dan kedekatan dengan jaringan transmisi eksisting yang masih beroperasi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi risiko, mengukur tingkat risiko, dan merumuskan strategi mitigasi menggunakan metode *Risk Matrix* yang mengacu pada kerangka manajemen risiko ISO 31000:2018. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus. Data primer dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara terhadap 30 responden dari PLN UIP, PLN UPP, PLN Pusmanpro/MK, dan kontraktor pelaksana, yang dipilih dengan

teknik purposive sampling. Tingkat risiko dihitung dengan persamaan $R = P \times I$, kemudian dipetakan ke dalam tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Hasil penelitian mengidentifikasi 54 indikator risiko pada 10 kelompok variabel. Instrumen penelitian valid secara substansi dan sangat reliabel dengan koefisien Spearman-Brown sebesar 0,980. Analisis *Risk Matrix* menghasilkan 2 variabel *High Risk*, 30 variabel *Medium Risk*, dan 22 variabel *Low Risk*. Risiko tertinggi berasal dari cuaca ekstrem ($R = 17,12$) dan kondisi *site* pondasi tower yang sulit dijangkau ($R = 15,08$). Strategi mitigasi yang direkomendasikan menggabungkan *Risk Acceptance* dan *Risk Mitigation*, berupa monitoring cuaca *real time*, penjadwalan kerja adaptif, serta perencanaan akses khusus menuju titik tower.

Kata kunci: manajemen risiko; Risk Matrix; ISO 31000:2018; konstruksi transmisi; SUTT 150 kV

A. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan menopang pertumbuhan ekonomi nasional dan mempercepat perkembangan sektor industri. Kapasitas pembangkit listrik nasional mencapai sekitar 91 Giga Watt (GW) pada tahun 2024 dengan sektor industri menyerap lebih dari 30 persen konsumsi listrik nasional (Kementerian ESDM, 2024). Kondisi ini mendorong pengembangan jaringan transmisi tegangan tinggi termasuk Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV agar penyaluran daya dari pembangkit menuju pusat beban industri tetap andal.

Di Kalimantan Timur, pertumbuhan kawasan industri meningkatkan kebutuhan pasokan listrik berkapasitas besar. PT Mitra

Murni Perkasa (MMP) mengembangkan fasilitas *smelter* di kawasan industri Kariangau, Kota Balikpapan dengan kebutuhan daya sekitar 140 MVA. PLN merespons kebutuhan tersebut dengan membangun Gardu Induk (GI) 150 kV Tempadung beserta jaringan *Incomer* SUTT 150 kV Kariangau – Petung – GI KTT PT MMP sepanjang kurang lebih 5,2 km.

Proyek konstruksi jaringan transmisi memiliki kompleksitas tinggi dan rentan terhadap berbagai risiko. Santoso dan Anwar (2015) menjelaskan bahwa risiko utama proyek konstruksi di Indonesia meliputi keterlambatan material, perubahan desain, dan lemahnya koordinasi antar pemangku kepentingan. Wibowo dan Sholeh (2018) menambahkan bahwa

keterlambatan proyek konstruksi sering disebabkan oleh pengelolaan proyek yang belum optimal dan kondisi lingkungan yang sulit diprediksi. Prasetyo dan Kusuma (2022) menekankan bahwa manajemen risiko yang terstruktur pada proyek jaringan transmisi mampu menekan potensi keterlambatan dan pembengkakan biaya. Kondisi tersebut menuntut penerapan manajemen risiko secara sistematis pada setiap tahapan pelaksanaan proyek.

Standar ISO 31000:2018 menyediakan kerangka kerja manajemen risiko yang mencakup identifikasi, analisis, evaluasi, dan penanganan risiko (ISO, 2018). Metode *Risk Matrix* banyak digunakan dalam konteks ini karena mengkombinasikan parameter probabilitas dan dampak untuk menentukan prioritas risiko (Cox, 2008). Meskipun penerapan manajemen risiko konstruksi telah banyak dibahas, kajian yang secara khusus menyoroti pekerjaan penyelesaian *Incomer* SUTT 150 kV di gardu induk yang masih beroperasi masih terbatas. Penelitian terdahulu pada proyek transmisi, misalnya Sianturi dan Oei (2024) serta

Wantouw dan Mandagi (2014), umumnya berfokus pada risiko akuisisi lahan, pendanaan, dan pencurian material, sehingga belum menyoroti kondisi khusus pekerjaan di kawasan dengan jaringan transmisi aktif yang berdekatan.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menganalisis risiko pada penyelesaian pekerjaan konstruksi *Incomer* SUTT 150 kV GI Tempadung – GI KTT PT MMP menggunakan metode *Risk Matrix* yang berpedoman pada ISO 31000:2018. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi risiko, mengukur tingkat risiko berdasarkan probabilitas dan dampak, serta merumuskan strategi mitigasi bagi risiko dominan. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi praktis bagi PLN dan kontraktor pelaksana, sekaligus menambah referensi akademik pada kajian manajemen risiko proyek transmisi tenaga listrik di Indonesia.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus pada penyelesaian pekerjaan konstruksi *Incomer* SUTT 150 kV GI Tempadung – GI KTT PT

MMP. Pendekatan kuantitatif dipilih karena mengukur tingkat risiko secara objektif dan sistematis berdasarkan probabilitas dan dampak yang dinyatakan dalam angka. Analisis risiko berpedoman pada kerangka ISO 31000:2018, mencakup identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, dan penetapan respons risiko.

Lokasi penelitian berada di jalur *Incomer* SUTT 150 kV yang menghubungkan GI Tempadung dan GI KTT PT MMP, di Kelurahan Kariangau, Kecamatan Balikpapan Barat, Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Proyek ini melibatkan pekerjaan pondasi tower, *erection* tower, penarikan konduktor (*stringing*), pemasangan isolator dan aksesoris, serta pengujian dan *commissioning*, pada lokasi dengan topografi berbukit dan berdekatan dengan jaringan transmisi eksisting yang masih aktif.



Gambar 1. Lokasi Proyek Incomer SUTT 150 kV GI Tempadung
– GI KTT PT MMP, Kelurahan Kariangau, Kota Balikpapan

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui kuesioner dan wawancara kepada pihak yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek. Data sekunder bersumber dari dokumen kontrak, gambar rencana, jadwal pelaksanaan, laporan progres, serta dokumen keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

Pengukuran tingkat risiko menggunakan skala Likert 1 sampai 5 untuk dua parameter, yaitu probabilitas (P) dan dampak (I). Skala probabilitas terdiri atas sangat jarang (1) hingga sangat sering (5), sedangkan skala dampak terdiri atas sangat kecil (1) hingga sangat besar (5). Tingkat risiko (R) dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$R = P \times I$$

(1)

dengan R adalah tingkat risiko, P adalah nilai probabilitas, dan I adalah nilai dampak. Tingkat risiko dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu *Low Risk* ($R < 8$), *Medium Risk* ($8 \leq R \leq 14$), dan *High Risk* ($R > 14$).

Responden ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria keterlibatan langsung dalam proyek, pemahaman teknis konstruksi SUTT dan gardu induk 150 kV, serta pengalaman kerja yang relevan (Sugiyono, 2021). Jumlah responden yang terlibat sebanyak 30 orang, memenuhi kaidah Roscoe yang mensyaratkan ukuran sampel penelitian pada rentang 30 hingga 500 responden.

Instrumen kuesioner diuji validitasnya menggunakan korelasi *Product Moment* Pearson pada taraf signifikansi 5 persen, dengan kriteria butir dinyatakan valid apabila nilai r hitung lebih besar daripada r tabel sebesar 0,361 ($df = 28$). Uji reliabilitas dilakukan dengan metode *split-half* dan formula Spearman-Brown, dengan ambang batas reliabel pada koefisien di atas 0,60 (Sugiyono, 2012).

Identifikasi risiko dilakukan melalui empat pendekatan, yaitu studi literatur, telaah dokumen proyek, observasi lapangan, dan wawancara. Hasil identifikasi disusun sebagai daftar risiko awal, kemudian dikelompokkan ke dalam sepuluh kategori, yaitu *force majeure*, material dan peralatan, tenaga kerja, kontraktual, prakonstruksi, pekerjaan pondasi, pekerjaan *erection*, pekerjaan *stringing*, desain dan teknologi, serta manajerial. Analisis risiko dilakukan dengan menyebarkan kuesioner utama kepada 30 responden, menghitung rata-rata nilai P dan I setiap variabel, kemudian memetakannya ke dalam matriks probabilitas-dampak. Respons risiko ditetapkan mengacu pada prinsip ISO 31000:2018, dengan empat strategi utama, yaitu menghindari risiko (*risk avoidance*), mengurangi risiko (*risk mitigation*), mengalihkan risiko (*risk transfer*), dan menerima risiko (*risk acceptance*).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan 30 responden yang berasal dari empat instansi, sebagaimana disajikan

pada Tabel 1. Sebagian besar responden berasal dari PLN UIP Kalimantan Bagian Timur, yaitu 14 orang atau 46,67 persen, diikuti PLN UPP Konstruksi Kalimantan Timur sebanyak 6 orang atau 20,00 persen, sedangkan PLN Pusmanpro/Konsultan MK dan kontraktor pelaksana masing-masing berjumlah 5 orang atau 16,67 persen. Komposisi ini memastikan penilaian risiko mencakup perspektif pemilik proyek, pengawas pelaksanaan, manajemen konstruksi, dan pelaksana lapangan, sejalan dengan prinsip inklusif ISO 31000:2018 yang menekankan keterlibatan pemangku kepentingan dalam manajemen risiko (ISO, 2018).

Tabel 1. Komposisi Responden Berdasarkan Instansi

No.	Kode	Instansi/Unit Kerja	Peran dalam Proyek	Jumlah (Orang)	(%)
1	UIP	PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan (UIP) Kalimantan Bagian Timur	Pemilik Proyek / Owner Representative	14	46,67%
2	UPP	PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Proyek (UPP) Konstruksi Kalimantan Timur	Pengawas Pelaksanaan Konstruksi	6	20,00%
3	MK	PT PLN Pusmanpro / Konsultan Manajemen Konstruksi	Manajemen Konstruksi & Pengendalian Proyek	5	16,67%
4	KTR	Kontraktor Pelaksana	Pelaksana Pekerjaan Konstruksi	5	16,67%
Total				30	100%

Sumber: Data Primer, 2025

Sebagian besar responden memiliki pengalaman kerja di atas 5 tahun, yaitu 25 orang atau 83,33 persen dari total responden, termasuk 16 orang atau 53,33 persen dengan pengalaman lebih dari 10 tahun. Keberagaman jabatan dan

pengalaman responden mengurangi bias penilaian dan menghasilkan gambaran risiko yang lebih objektif dan menyeluruh (Gray & Larson, 2000).

Variabel Penelitian

Proses identifikasi risiko menghasilkan 54 indikator risiko yang terdistribusi ke dalam 10 kelompok variabel, sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Kelompok X7 (Pekerjaan Erection) memiliki indikator terbanyak, yaitu 7 item, mencerminkan tingginya kompleksitas dan potensi risiko pada pekerjaan di ketinggian yang menjadi karakteristik khas proyek SUTT 150 kV. Kelompok X5 (Prakonstruksi) memiliki indikator paling sedikit, yaitu 4 item. Karakteristik proyek yang berlokasi di kawasan industri Kariangau dan berdekatan dengan jaringan transmisi eksisting aktif menjadi faktor determinan yang memengaruhi jenis dan tingkat risiko yang teridentifikasi, khususnya risiko keselamatan kerja yang memerlukan standar lebih ketat pada proyek transmisi yang berdekatan dengan instalasi listrik aktif (Haryono, 2022).

Tabel 2. Rekapitulasi Variabel Penelitian

No.	Kode	Kelompok Variabel Risiko	Jumlah Indikator	Kode Indikator
1	X1	Force Majeure	5	X1.1 – X1.5
2	X2	Material dan Peralatan	5	X2.1 – X2.5
3	X3	Tenaga Kerja	5	X3.1 – X3.5
4	X4	Kontraktual	5	X4.1 – X4.5
5	X5	Prakonstruksi	4	X5.1 – X5.4
6	X6	Konstruksi Pekerjaan Pondasi	6	X6.1 – X6.6
7	X7	Konstruksi Pekerjaan Erection	7	X7.1 – X7.7
8	X8	Konstruksi Pekerjaan Stringing	6	X8.1 – X8.6
9	X9	Desain dan Teknologi	5	X9.1 – X9.5
10	X10	Manajemen	6	X10.1 – X10.6
		Total Indikator	54	

Sumber: Hasil Identifikasi Risiko, 2025

Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas menggunakan korelasi Product Moment Pearson terhadap 54 butir kuesioner, dengan r tabel sebesar 0,361 pada taraf signifikansi 5 persen ($df = 28$). Ringkasan hasil pengujian disajikan pada Tabel 3. Seluruh dimensi Dampak (I) pada sepuluh kelompok variabel dinyatakan valid, kecuali dua butir pada kelompok X7. Pada dimensi Probabilitas (P), ditemukan 8 butir dengan nilai r hitung di bawah r tabel, terutama pada indikator yang memperoleh penilaian probabilitas seragam tinggi dari hampir seluruh responden, seperti cuaca ekstrem (X1.3) dan kondisi site yang sulit dijangkau (X6.1).

Tabel 3. Ringkasan Hasil Uji Validitas Instrumen Penelitian (r tabel = 0,361)

No.	Kode	Kelompok Variabel Risiko	Rentang r Hitung (P)	Rentang r Hitung (I)	Keterangan
1	X1	Force Majeure	0,107 – 0,540	0,443 – 0,691	Valid*
2	X2	Material dan Peralatan	0,503 – 0,590	0,504 – 0,675	Valid
3	X3	Tenaga Kerja	0,320 – 0,631	0,376 – 0,584	Valid*
4	X4	Kontraktual	0,524 – 0,652	0,621 – 0,721	Valid
5	X5	Prakonstruksi	0,383 – 0,691	0,617 – 0,737	Valid
6	X6	Pekerjaan Pondasi	0,212 – 0,559	0,531 – 0,685	Valid*
7	X7	Pekerjaan Erection	0,213 – 0,659	0,232 – 0,663	Valid*
8	X8	Pekerjaan Stringing	0,500 – 0,709	0,477 – 0,776	Valid
9	X9	Desain dan Teknologi	0,512 – 0,665	0,705 – 0,764	Valid
10	X10	Manajemen	0,486 – 0,705	0,564 – 0,774	Valid

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer, 2025

Rendahnya nilai r hitung pada butir tersebut merupakan konsekuensi statistik dari korelasi Product Moment Pearson, yang menghasilkan

koefisien rendah pada data dengan varians kecil, bukan karena kelemahan substansi butir pertanyaan. Kedua indikator tersebut justru teridentifikasi sebagai High Risk dalam penelitian ini, sehingga konsensus responden yang tinggi terhadap kedua risiko tersebut mengindikasikan relevansi substansi yang kuat. Seluruh 54 butir dipertahankan dalam analisis karena metode Risk Matrix menghitung nilai R setiap butir secara independen melalui rata-rata P dan I , bukan dari skor gabungan konstruk, sehingga rendahnya korelasi terhadap skor total tidak memengaruhi akurasi perhitungan R pada butir tersebut.

Uji reliabilitas menggunakan metode split-half dengan formula Spearman-Brown menghasilkan koefisien $r = 0,980$, jauh melampaui ambang batas minimal 0,60 (Sugiyono, 2012). Nilai ini menunjukkan konsistensi internal instrumen yang sangat baik, sehingga data penilaian dari 30 responden layak dijadikan dasar yang andal dalam analisis Risk Matrix.

Hasil Analisis Risk Matrix

Nilai probabilitas dan dampak setiap variabel risiko dirata-ratakan dari penilaian 30 responden, kemudian dihitung tingkat risikonya

menggunakan Persamaan (1) dan dipetakan ke dalam matriks probabilitas-dampak pada Tabel 4. Zona merah pada matriks menunjukkan risiko kritis yang wajib mendapat tindakan pengendalian segera, zona kuning menunjukkan risiko yang perlu dikelola secara aktif, dan zona hijau menunjukkan risiko yang dapat diterima dengan pemantauan berkala. Hasil analisis Risk Matrix terhadap seluruh 54 variabel risiko disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Matriks Probabilitas dan Dampak (Risk Matrix)

Probabilitas / Dampak	Sangat Kecil (1)	Kecil (2)	Sedang (3)	Besar (4)	Sangat Besar (5)
Sangat Jarang (1)	1	2	3	4	5
Jarang (2)	2	4	6	8	10
Kadang-kadang (3)	3	6	9	12	15
Sering (4)	4	8	12	16	20
Sangat Sering (5)	5	10	15	20	25

Sumber: Diadaptasi dari ISO 31000:2018 dan Cox (2008). Hijau = Low Risk ($R < 8$); Kuning = Medium Risk ($8 \leq R \leq 14$); Merah = High Risk ($R > 14$)

Distribusi tingkat risiko menunjukkan 2 variabel High Risk, 30 variabel Medium Risk, dan 22 variabel Low Risk. Sebagian besar variabel risiko berada pada level Medium, yang mengindikasikan perlunya pengelolaan risiko aktif pada hampir seluruh aspek pekerjaan konstruksi.

Tabel 5. Hasil Analisis Risk Matrix (Probability $\times$ Impact)

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P $\times$ I)	Leve l
1	X1.3	Cuaca ekstrem (hujan	3,83	4,47	17,12	HIGH

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P $\times$ I)	Leve l
		lebat/angin kencang) menghambat pekerjaan pondasi, erection, dan stringing				
2	X6.1	Kondisi lokasi site pondasi tower yang sulit dijangkau dan terbatas aksesnya	3,53	4,27	15,08	HIGH
3	X3.3	Produktivitas tenaga kerja yang	3,23	4,27	13,80	MEDIUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P xI)	Leve l
		rendah akibat kondisi cuaca ekstrem Kalimantan Timur				
4	X3.1	Kekurangan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek	3, 33	4, 13	13, 78	MED IUM
5	X2.2	Keterlambatan pengiriman material (tower, konduktor, isolator) dari	3, 20	4, 27	13, 65	MED IUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P xI)	Leve l
		pemasok ke lokasi				
6	X7.1	Kondisi medan yang sulit dan tidak terjangkau alat berat saat erection tower	3, 23	4, 13	13, 36	MED IUM
7	X5.1	Perizinan lahan masyarakat yang terhambat sehingga menunda mobilisasi awal	3, 00	4, 40	13, 20	MED IUM
8	X6.2	Kondisi tanah di	3, 00	4, 27	12, 80	MED IUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
		lokasi pondasi tower yang tidak stabil atau berbeda dari asumsi desain				
9	X7.3	Cuaca buruk (angin kencang, hujan lebat) yang menghentikan pekerjaan erection di ketinggian	3,00	4,17	12,50	MEDIUM
10	X2.4	Kenaikan harga material	3,00	4,03	12,10	MEDIUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
		secara signifikan selama periode pelaksanaan proyek				
11	X1.2	Terjadinya banjir atau genangan air di lokasi proyek yang menghambat aktivitas konstruksi	2,97	4,07	12,06	MEDIUM
12	X3.2	Kekurangan tenaga kerja terampil di bidang konstruksi transmisi	2,77	4,07	11,25	MEDIUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P xI)	Leve l
		teganga n tinggi				
13	X6. 3	Kesulita n teknis pekerjaan pondasi akibat kondisi tanah keras atau berbatu	2, 77	4, 00	11, 07	MED IUM
14	X5. 3	Permasa lahan sosial dan penolak an dari masyara kat sekitar lokasi proyek	2, 77	4, 10	11, 34	MED IUM
15	X5. 4	Kendala pembeb asan lahan	2, 73	3, 97	10, 84	MED IUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P xI)	Leve l
		atau kompen sasi yang belum terseles aikan				
16	X2. 5	Kerusak an atau ganggua n pada peralata n konstruk si utama (crane, alat berat)	2, 70	4, 00	10, 80	MED IUM
17	X1 0.1	Kurang teliti dalam perenca naan proyek sehingg a jadwal tidak realistis	2, 30	3, 87	8,8 9	MED IUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
18	X4.1	Ketidakjelasan dokumen kontrak yang memicu perselisihan antar pihak	2,30	3,77	8,66	MEDIUM
19	X9.4	Metode pelaksanaan yang tidak sesuai dengan kondisi lapangan aktual	2,23	3,77	8,41	MEDIUM
20	X4.3	Perubahan lingkup pekerjaan (scope change) yang tidak	2,60	3,93	10,23	MEDIUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
		diatur dalam kontrak				
21	X6.5	Pekerjaan galian pondasi yang terkendala oleh utilitas bawah tanah	2,07	3,90	8,06	MEDIUM
22	X4.5	Perselisihan kontraktual antara PLN dan kontraktor yang mempengaruhi kelancaran	2,23	3,73	8,34	MEDIUM
23	X4.4	Perbedaan interpretasi	2,27	3,63	8,24	MEDIUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
		spesifikasi teknis antara owner dan kontraktor				
24	X9.1	Desain awal yang tidak sesuai dengan kondisi lapangan aktual saat konstruksi	2,20	3,73	8,21	MEDIUM
25	X9.2	Perubahan desain gambar konstruksi pada saat pekerjaan sudah	2,53	4,00	10,13	MEDIUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
		berlangsung				
26	X5.2	Keterlambatan penerbitan izin kerja oleh PLN maupun Pemerintah Daerah	2,50	3,83	9,58	MEDIUM
27	X10.4	Kesalahan estimasi biaya dan waktu pelaksanaan dalam perencanaan proyek	2,43	3,80	9,25	MEDIUM
28	X7.6	Keterbatasan ruang	2,37	3,93	9,31	MEDIUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P xI)	Leve l
		kerja di sekitar jalur transmisi eksisting yang masih aktif				
29	X8.1	Kesulitan teknis dalam proses penarikan konduktor akibat kondisi medan berbukit	2,37	3,73	8,84	MEDIUM
30	X8.4	Penyilangan konduktor dengan jaringan eksisting atau utilitas	2,27	3,90	8,84	MEDIUM

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P xI)	Leve l
		lain saat stringing				
31	X1.4	Gangguan eksternal (demonstrasi, sabotase) terhadap fasilitas proyek	2,00	4,07	8,13	MEDIUM
32	X1.5	Bencana alam (gempa bumi, tanah longsor) di lokasi proyek	2,00	4,03	8,07	MEDIUM
33	X1.0.2	Koordinasi yang tidak optimal antara lintas unit PLN	2,20	3,53	7,77	LOW

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
		dan kontrakt or				
34	X6.4	Risiko kerusakan jaringan transmisi eksisting yang masih aktif	1,83	4,20	7,70	LOW
35	X7.4	Kegagalan atau kerusakan peralatan lifting saat erection tower	1,97	3,87	7,60	LOW
36	X7.7	Gangguan keamanan atau sabotase di lokasi	1,93	3,93	7,60	LOW

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
		selama erection berlangsung				
37	X2.3	Kekurangan area penyimpanan material yang memadai di lokasi proyek	2,30	3,33	7,67	LOW
38	X4.2	Keterlambatan pembayaran termin kepada kontrakt or oleh owner	2,00	3,83	7,67	LOW
39	X6.6	Kesalahan survei dan pemetaan	1,87	3,80	7,09	LOW

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P xI)	Leve l
		koordinat tower				
40	X2.1	Ketersediaan material utama yang tidak sesuai spesifikasi teknis proyek	1,90	3,97	7,54	LOW
41	X8.2	Kerusakan konduktor atau aksesoris saat proses penarikan (stringing)	2,10	3,57	7,49	LOW
42	X9.5	Kurangnya penguasaan teknologi	2,07	3,57	7,37	LOW

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P xI)	Leve l
		konstruksi transmisi terbaru oleh pelaksana				
43	X8.5	Ketegangan konduktor (sagging) yang tidak sesuai spesifikasi teknis	1,90	3,87	7,35	LOW
44	X9.3	Ketidaksesuaian spesifikasi teknis material yang dipesan dengan kebutuhan desain	2,07	3,87	7,99	LOW

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
45	X1 0.5	Tingkat pengawasan dan kontrol pelaksanaan proyek yang rendah	2,00	3,50	7,00	LOW
46	X1. 1	Kebakaran di sekitar lokasi proyek yang mengganggu pekerjaan	1,60	4,17	6,67	LOW
47	X1 0.6	Kurangnya koordinasi K3 antara PLN, MK, dan kontraktor	1,97	3,47	6,82	LOW

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P x I)	Leve l
48	X7. 5	Pemasangan tower yang tidak sesuai gambar konstruksi	1,73	3,60	6,24	LOW
49	X1 0.3	Sistem pelaporan dan monitoring proyek yang tidak berjalan konsisten	2,03	3,07	6,24	LOW
50	X3. 5	Aksi mogok kerja tenaga kerja akibat perselisihan upah	1,73	3,53	6,12	LOW

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P × I)	Leve l
51	X3.4	Kecelakaan kerja akibat kelalaian atau kurangnya pemahaman K3	1,57	3,97	6,21	LOW
52	X8.6	Finalisasi stringing tidak sempurna sehingga tidak lulus uji commissioning	1,63	3,63	5,93	LOW
53	X8.3	Kecelakaan kerja saat penarikan konduktor di jalur	1,57	4,10	6,42	LOW

N o.	Ko de	Variabel Risiko	P	I	R (P × I)	Leve l
		aktif bertegangan				
54	X7.2	Pekerjaan erection tower di ketinggian tanpa pengamanan APD dan K3 memadai	1,43	3,93	5,64	LOW

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer, 2025. P = rata-rata probabilitas; I = rata-rata dampak; R = tingkat risiko (P×I)

Dua variabel yang masuk kategori High Risk adalah X1.3, yaitu cuaca ekstrem yang menghambat pekerjaan pondasi, erection, dan stringing (P = 3,83; I = 4,47; R = 17,12), dan X6.1, yaitu kondisi site pondasi tower yang sulit dijangkau dan terbatas aksesnya (P = 3,53; I = 4,27; R = 15,08). Nilai probabilitas X1.3 yang tinggi

mencerminkan konsensus responden bahwa cuaca ekstrem sering terjadi di lokasi proyek Kariangau, sedangkan nilai dampaknya menunjukkan konsekuensi besar terhadap kelancaran pekerjaan konstruksi. Nilai R pada X6.1 menunjukkan bahwa kondisi medan yang sulit merupakan tantangan fisik nyata yang dirasakan seluruh pihak, mulai dari PLN UIP hingga kontraktor. Kedua risiko ini bersumber dari kondisi lingkungan fisik proyek, bukan dari faktor teknis maupun manajerial yang dapat dikendalikan secara langsung.

Pada kelompok Medium Risk, lima variabel dengan nilai R tertinggi adalah X3.3 (produktivitas tenaga kerja rendah, R = 13,80), X3.1 (kekurangan tenaga kerja, R = 13,78), X2.2 (keterlambatan pengiriman material, R = 13,65), X7.1 (kondisi medan saat erection, R = 13,36), dan X5.1 (perizinan lahan terhambat, R = 13,20). Kelima variabel ini mencerminkan tantangan nyata proyek dari aspek sumber daya manusia, logistik, teknis, dan administratif. Variabel Low Risk umumnya berkaitan dengan kejadian yang memiliki probabilitas rendah menurut penilaian responden, seperti pekerjaan erection tanpa alat

pelindung diri (APD) yang memadai (X7.2, P = 1,43), karena prosedur keselamatan kerja telah diterapkan secara konsisten di lapangan.

Analisis Penyebab dan Pengendalian Risiko Dominan

Analisis penyebab dan pengendalian dilakukan terhadap dua variabel High Risk dan beberapa variabel Medium Risk dengan nilai R tertinggi, melalui wawancara mendalam dengan responden kunci dari empat instansi. Pemahaman menyeluruh terhadap penyebab risiko menjadi dasar penting dalam merumuskan pengendalian yang efektif (Flanagan & Norman, 1993). Ringkasan hasil analisis disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Penyebab, Dampak, dan Upaya Pengendalian Risiko Dominan

Kode	Variabel Risiko	Penyebab Utama	Dampak	Upaya Pengendalian
X1.3	Cuaca ekstrem menghambat pekerjaan	Curah hujan tinggi dan iklim Kalimantan Timur tidak menentu; angin kencang di area terbuka; belum ada sistem	Penghentian pekerjaan erection dan stringing; peningkatan risiko K3; keterlambatan jadwal	Monitoring cuaca real-time harian; jadwal kerja fleksibel; stop work authority berbasis data
X6.1	Kondisi site pondasi sulit, akses terbatas	Topografi kawasan Kariangau yang berbukit; kepadatan infrastruktur eksisting; keterbatasan jalan akses ke titik tower	Keterlambatan mobilitas alat berat; kesulitan pengangkutan material pondasi; penambahan waktu dan biaya pekerjaan	Survei topografi dan akses detail pra-konstruksi; perencanaan metode akses khusus; pemilihan peralatan sesuai kondisi medan
X3.3	Produktivitas tenaga kerja rendah	Kondisi iklim ekstrem; kelelahan fisik pekerja; kurangnya fasilitas istirahat dan shelter lapangan	Keterlambatan penyelesaian pekerjaan; penurunan mutu hasil konstruksi; risiko kecelakaan akibat kelelahan	Penyesuaian jam kerja efektif; penyediaan shelter lapangan; rotasi shift tenaga kerja; program insentif produktivitas
X3.1	Kekurangan jumlah tenaga kerja	Terbatasnya tenaga kerja konstruksi transmisi di Kalimantan Timur; persaingan dengan proyek lain di kawasan Kariangau	Keterlambatan pekerjaan pondasi dan erection; penurunan produktivitas; penambahan durasi proyek	Rekrutmen tenaga kerja lebih awal; koordinasi dengan subkontraktor; dan lembaga penyalur; penetapan jumlah pekerja minimal dalam kontrak

Sumber: Hasil Wawancara dan Pengolahan Data Primer, 2025

Risiko cuaca ekstrem (X1.3) disebabkan oleh curah hujan tinggi dan pola iklim Kalimantan Timur yang tidak menentu, ditambah minimnya sistem monitoring cuaca real-time di

lapangan. Dampaknya mencakup penghentian pekerjaan erection dan stringing, peningkatan risiko keselamatan kerja, serta keterlambatan jadwal. Pengendalian yang direkomendasikan meliputi monitoring cuaca harian, penyusunan jadwal kerja fleksibel, dan penerapan stop work authority berbasis data cuaca.

Risiko kondisi site pondasi yang sulit dijangkau (X6.1) disebabkan oleh topografi kawasan Kariangau yang berbukit dan keterbatasan jalan akses menuju titik tower. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan mobilisasi alat berat serta penambahan waktu dan biaya pekerjaan pondasi. Pengendalian yang direkomendasikan mencakup survei topografi dan akses detail sebelum konstruksi, perancangan metode akses khusus, serta pemilihan peralatan yang sesuai dengan kondisi medan.

Strategi Respons Risiko

Strategi respons risiko dirumuskan berdasarkan kombinasi tingkat risiko dan karakteristik penyebabnya, mengacu pada empat strategi dalam ISO 31000:2018. Ringkasan strategi untuk risiko dominan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Strategi Respons Risiko Dominan

Kode	Variabel Risiko	Level	A	B	C	D	Strategi Terpilih
X1.3	Cuaca ekstrem menghambat pekerjaan	H	v	v	-	-	Risk Acceptance + Risk Mitigation
X6.1	Kondisi site pondasi sulit akses terbatas	H	v	v	-	-	Risk Acceptance + Risk Mitigation
X3.1	Kekurangan jumlah tenaga kerja	M	-	v	-	-	Risk Mitigation
X3.2	Kekurangan tenaga kerja terampil	M	-	v	-	-	Risk Mitigation
X3.3	Produktivitas tenaga kerja rendah	M	-	v	-	-	Risk Mitigation
X2.4	Kenaikan harga material	M	v	-	v	-	Risk Acceptance + Risk Transfer
X5.1	Perizinan lahan terhambat	M	-	v	-	-	Risk Mitigation
X5.2	Keterlambatan izin kerja	M	-	v	-	-	Risk Mitigation
X5.3	Permasalahan sosial dan penolakan masyarakat	M	-	v	-	-	Risk Mitigation

Sumber: Hasil Wawancara dan Pengolahan Data Primer, 2025. A = Risk Acceptance; B = Risk Mitigation; C = Risk Transfer; D = Risk Avoidance; H = High Risk; M = Medium Risk

Risk Transfer; D = Risk Avoidance; H = High Risk; M = Medium Risk

Kedua variabel High Risk, yaitu X1.3 dan X6.1, direspons melalui kombinasi Risk Acceptance dan Risk Mitigation. Pendekatan ini konsisten dengan sifat kedua risiko yang bersumber dari kondisi lingkungan fisik yang tidak dapat dihilangkan, sehingga acceptance menjadi bagian yang tidak terhindarkan, namun dikombinasikan dengan mitigasi berupa adaptasi metode kerja dan penjadwalan. Pendekatan ini sejalan dengan Santosa (2009) yang menyatakan bahwa risiko inheren lingkungan pada proyek konstruksi paling tepat ditangani melalui kombinasi acceptance dan mitigasi adaptif.

Variabel Medium Risk yang berkaitan dengan tenaga kerja, yaitu X3.1, X3.2, dan X3.3, direspons secara konsisten melalui Risk Mitigation berupa rekrutmen dini dan pembinaan tenaga kerja lokal. Variabel kenaikan harga material (X2.4) direspons melalui kombinasi Risk Acceptance dan Risk

Transfer, diwujudkan dalam klausul eskalasi harga pada kontrak pengadaan. Variabel perizinan dan permasalahan sosial, yaitu X5.1, X5.2, dan X5.3, direspons melalui Risk Mitigation berupa sosialisasi proaktif dan koordinasi sejak tahap awal dengan pemerintah daerah. Secara keseluruhan, strategi respons risiko ini diharapkan menjadi acuan operasional dalam penyelesaian proyek sesuai target waktu, mutu, dan standar keselamatan kerja, sejalan dengan prinsip continuous improvement pada ISO 31000:2018 (ISO, 2018; Kerzner, 2017).

D. Kesimpulan

Penelitian ini menganalisis risiko pada penyelesaian pekerjaan konstruksi Incomer SUTT 150 kV GI Tempadung – GI KTT PT Mitra Murni Perkasa menggunakan metode Risk Matrix yang berpedoman pada kerangka ISO 31000:2018. Melalui studi literatur, telaah dokumen proyek, observasi lapangan, dan wawancara, penelitian ini berhasil mengidentifikasi 54 indikator risiko yang terdistribusi ke dalam sepuluh kelompok variabel, mulai dari force majeure hingga aspek manajerial. Instrumen penelitian dinyatakan valid secara substansi dan

sangat reliabel dengan koefisien Spearman-Brown sebesar 0,980, sehingga penilaian dari 30 responden layak dijadikan dasar analisis. Hasil perhitungan tingkat risiko dengan persamaan $R = P \times I$ memetakan 54 variabel risiko menjadi 2 variabel High Risk, 30 variabel Medium Risk, dan 22 variabel Low Risk. Kedua risiko dominan pada kategori High Risk, yaitu cuaca ekstrem yang menghambat pekerjaan pondasi, erection, dan stringing ($R = 17,12$) serta kondisi site pondasi tower yang sulit dijangkau ($R = 15,08$), menegaskan bahwa risiko tertinggi pada proyek ini bersumber dari kondisi lingkungan fisik lokasi Kariangau, bukan semata persoalan teknis maupun manajerial. Strategi mitigasi yang dirumuskan untuk mengendalikan kedua risiko dominan tersebut menggabungkan Risk Acceptance dan Risk Mitigation, berupa penerapan monitoring cuaca secara real-time, penyusunan jadwal kerja yang fleksibel, penetapan stop work authority berbasis data cuaca, serta perancangan metode dan akses khusus menuju titik lokasi tower. Hasil pemetaan risiko ini dapat dijadikan dasar penyusunan rencana pengendalian risiko oleh PLN dan

kontraktor pelaksana, serta rujukan awal bagi penelitian lanjutan mengenai manajemen risiko proyek konstruksi jaringan transmisi tegangan tinggi, khususnya yang mempertimbangkan dampak risiko terhadap biaya dan waktu secara kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Cox, L. A. (2008). What's wrong with risk matrices? *Risk Analysis*, 28(2), 497–512. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01030.x>
- Flanagan, R., & Norman, G. (1993). *Risk management and construction*. Blackwell Scientific.
- Gray, C. F., & Larson, E. W. (2000). *Project management: The managerial process*. McGraw-Hill.
- Haryono, S. (2022). Analisis risiko kontrak turnkey pada proyek konstruksi transmisi di Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 112–125.
- ISO. (2018). *ISO 31000:2018 risk management: Guidelines*. International Organization for Standardization.
- Kementerian ESDM. (2024). *Handbook of energy and economic statistics of Indonesia*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). John Wiley & Sons.
- Prasetyo, A., & Kusuma, B. (2022). *Manajemen risiko pada proyek konstruksi jaringan transmisi*. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(1), 33–48.
- Santosa, B. (2009). *Manajemen proyek: Konsep dan implementasi*. Graha Ilmu.
- Santoso, B., & Anwar, M. (2015). Risiko dominan dalam proyek konstruksi di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(3), 65–80.
- Sianturi, P., & Oei, F. J. (2024). *Manajemen risiko pada proyek pembangunan jaringan transmisi 500 kV paket 3 Sumatera*. *Jurnal Infrastruktur Energi*, 6(1), 15–30.
- Sugiyono. (2012). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan kombinasi*. Alfabeta.
- Wantouw, F., & Mandagi, R. J. M. (2014). Manajemen resiko proyek pembangunan saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 kV Lopana–Teling. *Jurnal Sipil Statik*, 2(4), 181–190.
- Wibowo, A., & Sholeh, M. N. (2018). Analisis keterlambatan proyek konstruksi akibat lemahnya manajemen proyek. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 45–58.