

Risiko Dominan Dalam Pembangunan Jalan Tol Solo–Jogja Pada Tahap Pelaksanaan Konstruksi

Farah Claudias Nike Tyagita¹, Fajar Susilowati*¹, Ria Miftakhul Jannah¹, Yusfita Chrishnawati^{1,4}

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang, Indonesia

²PhD student Institute for Transport Studies-Department of Landscape, Spatial and Infrastructure Science
University of Natural Resources and Life Science, Vienna, Austria

E-mail: *fajar.susilowati@untidar.ac.id

Diterima: 8 Agustus 2022, disetujui: 27 November 2023, diterbitkan *online*: 29 Desember 2023

Abstrak

Setiap proyek konstruksi mempunyai jenis risiko yang berbeda-beda sehingga perlu diidentifikasi, dianalisis, dan diminimalkan untuk membantu menilai risiko secara efektif dan tidak memengaruhi profitabilitas proyek. Pembangunan Jalan Tol Solo–Jogja merupakan proyek berskala besar dengan potensi risiko yang besar, khususnya pada tahap pelaksanaan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menilai risiko, dan menentukan pengendalian risiko yang tepat. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Data dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner berdasarkan kriteria tertentu. Dalam penelitian ini, teridentifikasi enam risiko selama tahap pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja, antara lain risiko lingkungan, risiko teknis, risiko alami, risiko manusia, risiko K3, dan risiko keuangan. Hasil analisis menjelaskan bahwa proyek tersebut memiliki *range* resiko dari tingkat sangat rendah sampai sedang. Risiko dominan yang mungkin terjadi adalah risiko lingkungan dengan indikator ketidaksesuaian antara gambar dan pengukuran di lapangan dalam penentuan elevasi dan kehilangan material serta alat-alat di lapangan. Strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi risiko dominan yang ada pada proyek ini dapat dilakukan dengan rekayasa melalui koordinasi secara berkala dengan pihak-pihak terkait (*stakeholders*) untuk memastikan kesesuaian antara rancangan dengan kondisi lapangan. Selain itu, perlu adanya pengawasan yang baik untuk meminimalkan risiko, baik ketidaksesuaian maupun kehilangan material dan alat di lapangan.

Kata kunci: HIRARC, jalan tol, Solo-Jogja, *stakeholders*, risiko lingkungan.

Abstract

Dominant Risks in the Construction Phase of the Solo-Jogja Toll Road Development: Every construction project entails various types of risks that need to be identified, analyzed, and minimized to assess risks effectively without compromising project profitability. The construction of the Solo-Jogja Toll Road is a large-scale project with substantial potential risks, particularly during the project implementation phase. This research aims to identify, assess risks, and determine appropriate risk controls. The research method employed is Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Data were collected using questionnaires based on specific criteria. In this study, six risks were identified during the implementation phase of the Solo-Jogja Toll Road Development Project, namely environmental risk, technical risk, natural risk, human risk, occupational health and safety (K3) risk, and financial risk. The analysis results indicate that the project has a risk range from very low to moderate. The dominant risk that may occur is environmental risk, characterized by discrepancies between drawings and on-site measurements in determining elevations, as well as material and equipment loss in the field. Strategies to address the dominant risks in this project can be implemented through periodic coordination with stakeholders to ensure alignment between the design and on-site conditions. Additionally, effective supervision is crucial to minimize risks, including discrepancies and material/equipment loss in the field.

Keywords: environmental risk, HIRARC, Solo-Jogja, *stakeholders*, toll road.

1. Pendahuluan

Perluasan jaringan jalan raya yang terjadi selama beberapa dekade terakhir didorong oleh kemajuan teknologi dan pertumbuhan ekonomi [1]. Berfungsinya infrastruktur transportasi yang berkelanjutan dan efisien merupakan syarat yang diperlukan untuk stabilisasi, pemulihan, dan restrukturisasi perekonomian, untuk menjamin integritas, kemampuan keamanan dan pertahanan negara, untuk meningkatkan taraf hidup dan kondisi warganya [2]. Memberikan tingkat layanan terbaik yang menjamin keselamatan lalu lintas bagi para penggunanya adalah tantangan besar bagi otoritas dan operator jalan raya. Jalan tol merupakan prasarana yang dibangun untuk meningkatkan kecepatan dan waktu tempuh serta mempersingkat waktu angkutan darat. Jalan tol bertujuan untuk memberikan kenyamanan lebih dan meningkatkan kapasitas jalan di Indonesia [3]. Setiap proyek konstruksi termasuk pembangunan jalan tol pasti mempunyai risiko yang mungkin timbul. Risiko tersebut perlu diidentifikasi, dianalisis, dan diminimalkan [4] [5] [6]. Teknik meminimalkan risiko yang tepat dapat membantu menilai risiko secara efektif [7].

Berdasarkan penelitian terdahulu, setiap proyek konstruksi mempunyai jenis risiko yang berbeda-beda yang dapat timbul akibat bencana alam maupun tidak alami serta mempunyai karakteristik risiko yang berbeda dengan proyek lainnya [8]. Risiko-risiko tersebut dapat timbul pada setiap tahapan suatu proyek konstruksi, baik risiko terhadap investor, konsultan, kontraktor maupun masyarakat sekitar, baik dalam skala kecil maupun besar [9]. Risiko yang terdapat dalam proyek konstruksi sangatlah banyak, namun hanya sedikit risiko saja yang perlu dijadikan skala prioritas. Oleh karena itu, pihak-pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi perlu mengutamakan risiko-risiko penting yang akan mempengaruhi profitabilitas proyek [10]. Secara umum, permasalahan yang muncul di dalam pelaksanaan pembangunan jalan tol adalah perijinan, pembebasan lahan, dan *review* desain [11]. Analisis risiko termasuk identifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko diperlukan untuk meminimalkan dampak negatif akibat risiko pada tahap pembangunan jalan tol tersebut. Jika risiko ini tidak diprediksi dengan baik dan akurat oleh pihak yang bertanggung jawab atas risiko tersebut, maka risiko ini dapat menghambat pelaksanaan proyek bahkan dapat mengakibatkan masalah pada waktu, biaya, dan kualitas [12].

Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja yang saat ini masih dalam proses konstruksi termasuk proyek dengan skala besar sehingga memiliki kemungkinan potensi risiko yang besar juga terutama pada tahap pelaksanaan proyek. Namun demikian, penelitian terkait dengan risiko pada proyek ini masih sangat terbatas. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut untuk mengetahui berbagai risiko yang mungkin terjadi pada tahap pelaksanaan, risiko apa yang paling mungkin terjadi, dan rekomendasi tindakan pengendalian terhadap risiko yang mungkin terjadi pada tahap pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam upaya membantu pengambilan keputusan atau penyusunan kebijakan tepat sehingga Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja dapat terlaksana dengan baik.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja Seksi 1 dengan memberikan kuesioner kepada seluruh karyawan yang bekerja di proyek dengan kriteria pengalaman proyek minimal tiga tahun dengan tingkat pendidikan minimal S1. Kriteria minimal pengalaman proyek dipilih karena berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, pengalaman memiliki keterkaitan erat dengan banyak aspek dan kriteria dengan pengalaman minimal tiga tahun mendominasi jumlah sampel penelitian yang ada [13] [14] [15]. Sedangkan pendidikan juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengetahuan dan dari berbagai penelitian yang ada, pendidikan S1 juga merupakan tingkat pendidikan yang paling banyak respondennya [13] [15]. Pemilihan responden dilakukan secara acak sesuai dengan kriteria yang ada. Dari hasil pengumpulan data diperoleh sebanyak 30 responden yang memenuhi kriteria dan memiliki pengalaman dalam bidang manajemen risiko (*risk management*). Risiko-risiko yang mungkin terjadi pada tahap pelaksanaan pada proyek ini dianalisis menggunakan metode HIRARC yang meliputi tahap identifikasi risiko (*hazard identification*), tahap penilaian risiko (*risk assessment*) berdasarkan skala kemungkinan dan dampak, dan tahap pengendalian risiko (*risk control*).

Tahap identifikasi risiko (*hazard identification*) dilakukan melalui studi literatur dari penelitian terdahulu yang relevan. Beberapa risiko yang diperoleh dari hasil studi literatur digunakan sebagai variabel penelitian yang selanjutnya dijadikan acuan untuk menyusun pertanyaan dalam kuesioner. Validitas dan reliabilitas identifikasi risiko ini selanjutnya diuji menggunakan SPSS. Faktor risiko yang dinyatakan valid dengan nilai R_{hitung} lebih besar dari R_{tabel} dilanjutkan dengan uji reliabilitas, sedangkan yang tidak valid akan dieliminasi. Tingkat reliabilitas dengan nilai koefisien alpha lebih dari 0,60 dianggap memiliki kriteria yang baik dan digunakan sebagai variabel penelitian lebih lanjut.

Tahap penilaian risiko (*risk assessment*) dilakukan dengan cara melakukan penilaian risiko berdasarkan hasil identifikasi risiko untuk memperoleh tingkat risiko yang mungkin terjadi pada tahap pelaksanaan proyek. Penilaian risiko dilakukan dengan memberi nilai skala 1 sampai 5 pada kuesioner untuk menentukan level kemungkinan dan level dampak berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Klasifikasi Probabilitas

Nilai	Probabilitas Terjadinya	Keterangan
1	Sangat Rendah	Diabaikan/tidak mungkin terjadi, sangat jarang terjadi
2	Rendah	Kemungkinan terjadi kecil, kemungkinan terjadi besar
3	Sedang	Sangat mungkin/hampir pasti terjadi

Nilai	Probabilitas Terjadinya	Keterangan
4	Tinggi	Diabaikan/tidak mungkin terjadi, sangat jarang terjadi
5	Sangat Tinggi	Kemungkinan terjadi kecil, kemungkinan terjadi besar

Sumber: [16][4]

Tabel 2. Klasifikasi Dampak

Nilai	Potensi Dampak	Dampak terhadap biaya proyek	Dampak terhadap waktu	Dampak terhadap kesehatan & keselamatan	Dampak terhadap lingkungan
1	Sangat Rendah	Kenaikan biaya <1% (diabaikan)	Tidak ada keterlambatan yang berarti	Tidak ada dampak yang berarti	Tidak ada dampak yang berarti
2	Rendah	Kenaikan biaya antara 1% - 5%	Penyelesaian terlambat < 3 bulan	Cedera ringan	Insiden lingkungan kecil
3	Sedang	Kenaikan biaya antara 5% - 10%	Penyelesaian terlambat 3 bulan	Cedera berat	Insiden memerlukan masuknya pengelolaan lingkungan
4	Tinggi	Kenaikan biaya antara 10% - 50%	Penyelesaian terlambat > 3 bulan	Kematian Menimbulkan	Insiden lingkungan yang mengarah ke tuntutan dan aksi demonstrasi
5	Sangat Tinggi	Kenaikan biaya > 50%	Penyelesaian terlambat melampaui tahun anggaran	beberapa korban kematian	Insiden lingkungan yang besar dengan efek yang permanen & ancaman terhadap kesehatan masyarakat atau sumber alam yang dilindungi

Sumber: [16] [4]

Selanjutnya nilai level kemungkinan/probabilitas dan level dampak dihubungkan dalam matriks analisis level risiko berdasarkan Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil Kementerian PUPR pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Matriks Analisis Level Risiko

Matriks Analisis Risiko			Level Dampak (D)				
			1	2	3	4	5
			Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Level Kemungkinan / Probabilitas (P)	1	Sangat Rendah	1	2	3	4	5
	2	Rendah	2	4	6	8	10
	3	Sedang	3	6	9	12	15
	4	Tinggi	4	8	12	16	20
	5	Sangat Tinggi	5	10	15	20	25
			Klasifikasi Risiko				
Simbol	Nilai R = P x D		Kategori Risiko				
Hijau	≤ 5		Risiko sangat rendah (dapat diabaikan)				
Kuning	6-9		Risiko rendah (dapat diterima)				
Oranye	10-15		Risiko sedang (kritis)				
Merah	16-25		Risiko tinggi-sangat tinggi (tidak dapat diterima, perlu penyesuaian perencanaan)				

Sumber: [16] [4]

Seluruh hasil perkalian dari level kemungkinan/probabilitas dan level dampak selanjutnya dijumlahkan, kemudian dibagi dengan total responden sehingga didapatkan nilai rata-rata dari tiap risiko untuk menentukan tingkat risiko sesuai dengan klasifikasi risiko pada Tabel 3 diatas. Berdasarkan klasifikasi risiko yang ada, selanjutnya dapat ditentukan strategi pengendalian risikonya.

Tahap pengendalian risiko (*risk control*) dilakukan dengan cara menentukan strategi pengendalian terhadap risiko yang mungkin terjadi pada tahap pelaksanaan proyek berdasarkan hasil analisis risiko yang telah dilakukan sebelumnya. Strategi pengendalian risiko ditentukan berdasarkan Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Strategi Pengendalian Risiko

Nilai R = P x D	Kategori Risiko	Strategi Pengendalian Risiko
≤ 5	Risiko sangat rendah (dapat diabaikan)	Menerima risiko apa adanya. Berdasarkan pertimbangan probabilitas dan dampak risiko, tidak akan dilakukan rencana apapun, namun akan menerima segala konsekuensi ketika risiko itu terjadi, yang mencakup aspek biaya, lingkup, jadwal, dan kualitas.
6-9	Risiko rendah (dapat diterima)	

Nilai R = P x D	Kategori Risiko	Strategi Pengendalian Risiko
10-15	Risiko sedang (kritis)	a. Mitigasi, yaitu dengan upaya mengurangi probabilitas dan/atau dampak hingga pada kondisi yang dapat diterima. b. Mengalihkan dampak negatif (tanggung jawab dan tindakan) dengan pembayaran kepada pihak ketiga yang lebih kompeten dalam menangani risiko. Misalnya, melalui asuransi, jaminan pelaksanaan, pasal-pasal insentif/disentif pada kontrak.
16-25	Risiko tinggi-sangat tinggi (tidak dapat diterima, perlu penyesuaian perencanaan)	Manghindari risiko dengan mengubah rencana proyek untuk menghilangkan risiko. Misalnya, dengan mengubah lingkup, menambah waktu atau menambah sumber daya.

Sumber: [16] [4]

Berdasarkan strategi pengendalian yang ada, risiko sedang sampai sangat tinggi selanjutnya dianalisis lebih lanjut dan dilakukan pengendalian lebih lanjut berdasarkan hierarki pengendalian sesuai dengan Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hierarki Pengendalian Risiko (*Hierarchy of Control*)

Hierarki Pengendalian	Keterangan
Eliminasi (<i>Elimination</i>)	Menghilangkan atau menghentikan bahaya.
Substitusi (<i>Substitution</i>)	Mengganti sumber risiko dengan metode atau peralatan lain yang lebih aman.
Rekayasa (<i>Engineering</i>)	Menurunkan tingkat risiko dengan mengubah metode kerja, tempat kerja, atau menggunakan peralatan yang lebih aman.
Administrasi (<i>Administrative</i>)	Menurunkan tingkat risiko dengan memfokuskan pada penggunaan prosedur, SOP (<i>Standard Operating Procedure</i>).
Alat Pelindung Diri (<i>Safety Tools</i>)	Mengurangi tingkat keparahan akibat dari bahaya, seperti pekerja menggunakan APD.

Sumber: [17]

Selanjutnya, hasil analisis tersebut digunakan untuk menentukan rekomendasi mengenai tindakan pengendalian terhadap risiko yang mungkin terjadi sehingga dampak negatif akibat risiko yang ada dapat diminimalkan.

3. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan pengumpulan data yang ada, berikut adalah analisis data yang dilakukan dengan metode *hazard identification, risk assessment, and risk control* (HIRARC).

3.1. Identifikasi Risiko pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja

Hasil identifikasi risiko yang didapat dari studi literatur penelitian terdahulu terkait proyek pembangunan jalan tol menunjukkan adanya enam variabel risiko dengan 26 indikator yang validitas dan reliabilitasnya telah diuji sesuai dengan Tabel 6. Kriteria pengambilan keputusan yaitu jika nilai *corrected item-total correlation* lebih besar dari 0,361 (nilai R_{tabel} untuk jumlah responden 30) maka *item* risiko dinyatakan valid, sedangkan *item* risiko yang memiliki nilai *corrected item-total correlation* kurang dari 0,361 dinyatakan tidak valid. Sedangkan hasil uji reliabilitas dari enam risiko yang valid dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien alpha tiap variabel risiko terletak diantara 0,80 sampai 1,00 sehingga dinyatakan memiliki kriteria tingkat reliabilitas sangat tinggi.

Tabel 6. Risiko Proyek Jalan Tol pada Tahap Pelaksanaan

Variabel	Kode	Indikator	Referensi	Uji Validitas		Uji Reliabilitas	
				<i>Corrected Item-Total Correlation</i>	Validitas	Koefisien Alpha	Reliabilitas
Risiko Lingkungan	A1	Ketidaksesuaian antara gambar dan pengukuran di lapangan dalam penentuan elevasi	[9] [18]	0,847 > 0,361	Valid	0,960	Reliabilitas sangat tinggi
	A2	Sulitnya akses masuk bagi alat berat yang akan digunakan selama pelaksanaan proyek	[9] [18]	0,847 > 0,361	Valid		
	A3	Penolakan warga sekitar terhadap pembebasan lahan untuk pembangunan jalan tol	[18]	0,729 > 0,361	Valid		
	A4	Kehilangan material dan alat-alat di lapangan	[18]	0,847 > 0,361	Valid		

Variabel	Kode	Indikator	Referensi	Uji Validitas		Uji Reliabilitas	
				<i>Corrected Item-Total Correlation</i>	Validitas	Koefisien Alpha	Reliabilitas
Risiko Teknis	A5	Buruknya kondisi tanah/batuan dan air tanah yang tidak diperkirakan	[16]	0,847 > 0,361	Valid	0,898	Reliabilitas sangat tinggi
	B1	Keterlambatan distribusi material Ketersediaan material yang tidak sesuai antara yang dipesan dengan yang ada di lapangan	[3][19] [4]	0,807 > 0,361	Valid		
	B2	Kurangnya jumlah alat berat sehingga produktifitas pekerjaan tidak maksimal	[18][20]	0,807 > 0,361	Valid		
	B3	Keterlambatan kerja akibat penggunaan metode kerja yang kurang tepat	[18][21]	0,807 > 0,361	Valid		
	B4	Kerusakan peralatan/alat berat sehingga mengakibatkan keterlambatan pekerjaan	[16][18]	0,502 > 0,361	Valid		
	B5	Ketidaksesuaian antara volume pekerjaan di kontrak dan di lapangan	[12][18]	0,782 > 0,361	Valid		
Risiko Alami	C1	Cuaca yang tidak menentu sehingga menghambat pelaksanaan proyek	[4] [5] [20]	0,488 > 0,361	Valid	0,870	Reliabilitas sangat tinggi
	C2	Banjir di lokasi proyek saat musim hujan yang menghambat pelaksanaan proyek.	[4] [5] [20]	0,488 > 0,361	Valid		
	C3	Bencana alam seperti gempa bumi saat pelaksanaan proyek	[4] [5] [20]	1,000 > 0,361	Valid		
	C4	Kondisi geologi tanah (tingkat kekerasan tanah) yang tidak standar.	[18]	1,000 > 0,361	Valid		
Risiko Manusia	D1	Tenaga kerja yang tidak disiplin terhadap waktu	[19]	0,813 > 0,361	Valid	0,938	Reliabilitas sangat tinggi
	D2	Tenaga kerja atau staf yang tidak jujur sehingga menimbulkan risiko kerugian akibat kehilangan atau penambahan biaya	[18]	0,813 > 0,361	Valid		
	D3	Perselisihan antart tenaga kerja	[22]	0,813 > 0,361	Valid		
	D4	Tenaga kerja kelelahan akibat banyaknya pekerjaan yang dilakukan secara lembur	[12]	0,813 > 0,361	Valid		
Risiko K3	E1	Kurangnya penerapan aspek K3 di lapangan, seperti masih banyak tenaga kerja yang tidak memakai masker dan tidak memakai sarung tangan	[20]	0,371 > 0,361	Valid	0,821	Reliabilitas sangat tinggi
	E2	Tenaga kerja tidak menggunakan alat keselamatan kerja pada saat bekerja	[21]	0,371 > 0,361	Valid		
	E3	Tenaga kerja mengalami kecelakaan kerja saat pelaksanaan proyek	[21]	0,873 > 0,361	Valid		
	E4	Tenaga kerja terluka karena terkena material atau peralatan yang digunakan	[23]	0,873 > 0,361	Valid		
Risiko Keuangan	F1	Kondisi keuangan <i>owner</i> yang tidak lancar	[16] [19]	0,813 > 0,361	Valid	0,938	Reliabilitas sangat tinggi
	F2	Kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) selama pelaksanaan proyek	[16] [20]	0,813 > 0,361	Valid		
	F3	Kenaikan harga material	[16][24]	0,813 > 0,361	Valid		
	F4	Keterlambatan pelaksanaan proyek yang berpengaruh pada biaya proyek	[16] [25]	0,873 > 0,361	Valid		

Sumber: hasil analisis, 2022

Selanjutnya dari masing-masing risiko yang ada dihitung jumlah risikonya dan ditentukan persentasenya untuk mengetahui risiko dengan jumlah indikator risiko terbanyak. Persentase jumlah risiko dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Persentase Jumlah Risiko Berdasarkan Indikator Risiko

Risiko	Jumlah Indikator Risiko	Prosentase
Risiko Lingkungan	5	19,23%
Risiko Teknis	5	19,23%
Risiko Alami	4	15,38%
Risiko Manusia	4	15,38%
Risiko K3	4	15,38%
Risiko Keuangan	4	15,38%
Jumlah	26	100,00%

Sumber: hasil analisis, 2022

Hasil identifikasi risiko menunjukkan risiko-risiko yang kemungkinan besar terjadi dan menimbulkan konsekuensi yang cukup signifikan pada tahap pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja, yaitu risiko lingkungan dan risiko teknis.

3.2. Penilaian Risiko pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja

Hasil yang diperoleh dari identifikasi risiko, selanjutnya dihitung rata-ratanya berdasarkan nilai perkalian antara probabilitas dan dampak dari keseluruhan responden dibagi dengan jumlah responden yang ada. Hasil penilaian risiko pada proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil Penilaian Risiko

Jenis Risiko	Indikator	Nilai Rata-Rata $R = P \times D$	Tingkat Risiko
Risiko Lingkungan	A1	11,17	Sedang
	A2	5,00	Rendah
	A3	9,07	Rendah
	A4	11,10	Sedang
	A5	6,53	Rendah
Risiko Teknis	B1	3,47	Sangat Rendah
	B3	3,47	Sangat Rendah
	B3	8,63	Rendah
	B7	4,40	Sangat Rendah
	B9	3,97	Sangat Rendah
Risiko Alami	C1	8,40	Rendah
	C2	3,93	Sangat Rendah
	C3	3,47	Sangat Rendah
	C4	3,93	Sangat Rendah
Risiko Manusia	D1	3,73	Sangat Rendah
	D3	3,50	Sangat Rendah
	D4	2,60	Sangat Rendah
	D5	3,83	Sangat Rendah
Risiko K3	E2	7,70	Rendah
	E3	7,13	Rendah
	E4	3,57	Sangat Rendah
	E5	3,57	Sangat Rendah
Risiko Keuangan	F1	3,67	Sangat Rendah
	F3	3,63	Sangat Rendah
	F4	6,00	Rendah
	F5	9,47	Rendah

Sumber: hasil analisis, 2022

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa berdasarkan analisis yang didasarkan pada Matriks Analisis Level Risiko pada Tabel 3, proyek ini memiliki tingkat risiko dari tingkat sangat rendah sampai sedang. Berdasarkan Tabel 4 dapat dijelaskan bahwa tingkat risiko sangat rendah dan rendah dapat diabaikan. Risiko yang memiliki tingkat risiko sedang pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja adalah Risiko Lingkungan pada indikator ketidaksesuaian antara gambar dan pengukuran di lapangan dalam penentuan elevasi dan kehilangan material serta alat-alat di lapangan. Selanjutnya dilakukan mitigasi untuk mengurangi probabilitas dan/atau dampak hingga pada kondisi yang dapat diterima dan mengalihkan dampak negatif yang mungkin terjadi. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa lingkungan merupakan risiko yang perlu dimitigasi lebih jauh untuk menciptakan proyek yang ramah terhadap lingkungan [3]. Namun indikator berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa pembebasan lahan untuk pembangunan jalan tol merupakan indikator risiko yang paling berpengaruh terhadap risiko lingkungan [4] [11] [5]. Hal ini merupakan informasi baru yang dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan atau penyusunan kebijakan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja tersebut.

3.3. Pengendalian Risiko pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja

Hasil yang diperoleh dari penilaian risiko selanjutnya dilakukan pengendalian risiko yaitu berupa tindakan pengendalian berdasarkan hirarki pengendalian (*hirarchy of control*) yang mengacu pada Tabel 5 untuk risiko yang memiliki tingkat risiko sedang saja. Rekomendasi tindakan pengendalian risiko diperoleh dari wawancara kepada lima responden yang dipilih secara acak dari 30 responden yang sebelumnya telah mengisi kuesioner. Tindakan pengendalian terhadap risiko yang mungkin terjadi pada tahap pelaksanaan proyek dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Mitigasi Risiko Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja

Indikator Risiko	Level Risiko	Hirarki Pengendalian	Tindakan Pengendalian Risiko
A1	Sedang	Rekayasa	Memastikan desain yang <i>fix</i> dengan melakukan koordinasi terkait rancangan bangunan dengan pihak-pihak terkait dan melakukan modifikasi terhadap konstruksi bangunan yang sekiranya bisa dilakukan.
A4	Sedang	Eliminasi	Membuat sistem jaga malam dan memasang CCTV di beberapa titik yang dianggap rawan kehilangan material dan alat-alat pekerjaan.

Sumber: hasil analisis (2022)

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa tindakan pengendalian risiko yang dapat dilakukan untuk meminimalkan risiko pada level sedang dapat dilakukan melalui tindakan rekayasa dan eliminasi. Tindakan pengendalian untuk indikator ketidaksesuaian antara gambar dan pengukuran di lapangan dalam penentuan elevasi (A1) dapat dilakukan dengan rekayasa melalui koordinasi yang baik dengan pihak-pihak terkait (*stakeholders*) untuk memastikan rancangan bangunan dan melakukan modifikasi terhadap konstruksi bangunan jika diperlukan. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa untuk memastikan desain dapat dilakukan dengan melakukan koordinasi dengan perencana dari pihak *owner* untuk memastikan sebelum pekerjaan dimulai semua data harus sudah lengkap dan melakukan *review* desain untuk menyesuaikan kondisi di lapangan [11] [4]. Selain itu, rapat berkala antara semua pihak yang terlibat juga dapat dilakukan sebagai tindakan pengendalian untuk meminimalkan ketidaksesuaian antara gambar dan pengukuran di lapangan [16]. Sedangkan tindakan pengendalian untuk indikator kehilangan material dan alat-alat pekerjaan (A4) dapat dilakukan dengan membuat sistem jaga malam dan memasang CCTV di beberapa titik yang dianggap rawan kehilangan material dan alat-alat pekerjaan. Rekomendasi ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu melakukan pemeriksaan keliling lokasi proyek secara rutin dari pihak *security* untuk meningkatkan keamanan dan memasang perlengkapan keamanan seperti CCTV dan lampu penerangan di beberapa lokasi yang dianggap rawan terjadinya kehilangan material maupun peralatan [12].

4. Kesimpulan

Hasil dari identifikasi risiko pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja menunjukkan adanya enam risiko dengan 26 indikator yang valid dan reliabel. Berdasarkan jumlah indikator tiap risiko, risiko lingkungan dan risiko teknis diketahui yang menjadi risiko dominan dalam proyek ini. Berdasarkan hasil penilaian risiko diperoleh dua indikator dengan level risiko sedang yang perlu dimitigasi lebih lanjut dan keduanya berasal dari risiko lingkungan yaitu ketidaksesuaian antara gambar dan pengukuran di lapangan dalam penentuan elevasi dan kehilangan material serta alat-alat di lapangan. Indikator risiko ketidaksesuaian gambar dan pengukuran di lapangan merupakan indikator risiko lingkungan dengan tingkat risiko paling tinggi pada proyek ini. Strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi risiko dominan yang ada pada proyek ini yaitu rekayasa melalui koordinasi secara berkala dengan pihak-pihak terkait (*stakeholders*) untuk memastikan kesesuaian antara rancangan dengan kondisi lapangan. Selain itu perlu dilakukan pengawasan untuk meminimalkan terjadinya risiko baik ketidaksesuaian maupun kehilangan. Penggunaan standar matrik risiko dari sumber atau standar yang berbeda dapat memberikan rekomendasi dari sudut pandang yang berbeda sehingga dapat memperkaya informasi yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan ataupun pembuatan kebijakan terkait dengan berbagai permasalahan yang ada.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak proyek khususnya PT Adhi Karya Tbk yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] A. Mouratidis, "The 7 challenges of road management towards sustainability and development," *J. Infrastructure, Policy Dev.*, vol. 4, no. 2, hal. 249, 2020.
- [2] O. Tsimoshynska, M. Koval, H. Kryshtal, L. Filipishyna, W. E. Arsawan, dan V. Koval, "Investing in road construction infrastructure projects under public-private partnership in the form of concession," *Nauk. Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no. 2, hal. 184–192, 2021.
- [3] A. Wardani, I. M. H. Wijaya, dan N. Yanti, "Metoda Pelaksanaan Konstruksi Pada Jalan Tol Bali Mandara," *Widya Tek.*, vol. 018, no. 01, hal. 37–43, 2022.

- [4] M. Faisal, “Analisis Risiko Pada Tahap Pelaksanaan Konstruksi Jalan Tol Cinere – Jagorawi, Depok,” *J. Proy. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, hal. 33–42, 2021.
- [5] K. I. Taqwim, “Kajian Manajemen Risiko Pada Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol (Studi Kasus : Proyek Jalan Tol Prabumulih – Muara Enim),” *Bina Darma Conf. Eng. Sci.*, no. 1998, hal. 1085–1095, 2021.
- [6] R. M. Triase, “Analisis Manajemen Risiko Pembangunan Proyek Jalan Lintas Bawah Tanah Bunderan Mayjen Sungkono Surabaya,” *J. Spes. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, hal. 1–19, 2019.
- [7] I. Bashynska, O. Kovalova, O. Malovichko, dan O. Shirobokova, “Risk management of innovative socially significant projects (on the example of urban passenger transport),” *Int. J. Adv. Res. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 4, hal. 256–267, 2020.
- [8] N. B. Revantoro, Suparno, dan B. Djatmiko, “Analisa Resiko dalam Proyek Jalan Raya di Kabupaten Malang,” *J. Bangunan*, vol. 22, no. 1, hal. 21–34, 2017.
- [9] I. B. N. Purbawijaya, “Analisis Risiko pada Proyek Pembangunan Sentral Parkir di Pasar Badung,” Universitas Udayana, Denpasar, 2017.
- [10] A. Amin dan A. Mursadin, “Risk Management of New Access Road Construction of Syamsuddin Noor Airport South Kalimantan Provincial Government (Case Study of East Access Development Plan),” *Tech. Rom. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 7, hal. 38–52, 2023.
- [11] B. Cahyono, B. Witjaksana, dan H. T. Tjendani, “Analisis Manajemen Risiko Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Manado-Bitung Seksi 2 Sta 14+067-39+700,” *Pros. Senakama*, vol. 1, no. September, hal. 57–68, 2022.
- [12] N. Rahmawati dan A. T. Tenriajeng, “Analisis Manajemen Risiko Pelaksanaan Pembangunan Jalan Tol (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Bekasi-Cawang-Kampung Melayu),” *Rekayasa Sipil*, vol. 14, no. 1, hal. 18–25, 2020.
- [13] A. Faktor, K. Dimulainya, dan P. Proyek, “Desain and buid = analisis faktor keterlambatan proyek Rancang Bangun,” hal. 95–116.
- [14] F. Fahirah dan N. Nirmala, “Pengaruh Pengalaman Tenaga Kerja terhadap Produktivitas Tenaga Kerja Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat di Kota Palu,” *Rekonstruksi Tadulako Civ. Eng. J. Res. Dev.*, hal. 67–72, 2023.
- [15] A. S. Hastomo dan D. Pontan, “the Effect of Expertise Certification on the Success of,” vol. 4, no. 1, hal. 312–318, 2022.
- [16] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Manajemen Risiko Pada Kegiatan Pembangunan Terowongan Jalan*. 2016.
- [17] B. Aninditya, D. Dinariana, dan F. Suryani, “Implementation of the Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Method on Erection Girder Work of South Japek II Toll Road Construction Project Package 3,” *Interdisciplinary J. Hummanity*, vol. 2, no. 9, hal. 824–835, 2023.
- [18] K. A. A. Suherdi, P. Hermawati, dan W. S. Kristinayanti, “Analisis Manajemen Risiko pada Proyek Pembangunan Jalan Baru Batas Kota Singaraja – Mengwitani (SC 5-6),” *Pros. Semin. Nas. Ketekniksipilan Bid. Vokasional*, vol. 1, no. 1, hal. 283–288, 2019.
- [19] R. Hidayati, M. Natalia, F. Adibroto, Mafriyal, Yurisman, dan R. Saskia, “Analisis Variabel-Variabel Risiko pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Jalan,” *J. Ilm. Rekayasa Sipil*, vol. 14, no. 2, hal. 46–56, 2017.
- [20] N. B. Santoso, “Analisis Manajemen Resiko pada Proyek Pembangunan Jalan Tol (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Ngawi-Kertosono Ruas Ngawi-Kertosono Paket 3),” 2017.
- [21] I. G. A. Widyantari, D. S. Agustawijaya, dan S. Murtiadi, “Analisis Risiko Preservasi Jalan Sp. Tohpati – Tampak Siring – Istana Presiden, Kabupaten Gianyar, Provinsi Bali,” *J. Spektran*, vol. 6, no. 1, hal. 86–94, 2018.
- [22] T. Widiyanto dan M. Huda, “Analisa Risiko Proyek Pembangunan Universitas Ciputra Tahap 4,” *J. Rekayasa dan Manaj. Konstr.*, vol. 7, no. 1, hal. 17–24, 2019.
- [23] L. Kholida, N. A. Kinanti, dan P. B. Yoseva, “Simulasi Model Resiko Pengendalian Pekerjaan Erection PCI Girder Proyek Pembangunan Jalan Tol Kunciran-Cengkareng,” *Rekayasa Sipil*, vol. 9, no. 2, hal. 59–70, 2020.
- [24] B. E. Situmorang, T. T. Arsjad, dan J. Tjakra, “Analisis Risiko Pelaksanaan Pembangunan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung,” *J. Tekno*, vol. 16, no. 69, hal. 31–36, 2018.
- [25] F. Moi dan I. G. . N. Purnawirati, “Analisis Manajemen Risiko pada Proyek Pembangunan Ruas Jalan Baru Waebet – Tarawaja,” *J. Talent. Sipil*, vol. 4, no. 1, hal. 79–84, 2021.