MANAJEMEN RISIKO CUACA HUJAN DALAM PROYEK KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG BERDASARKAN ANALISIS DATA DI KALIMANTAN SELATAN

(*Weather Risk Management in Building Construction Projects Based on Data Analysis in South Kalimantan*)

Endah Widiastuti[1], Abdul Karim[1], Candra Yuliana[2]
[1]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
[2]Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
E-mail: endah.widiastuti@ulm.ac.id

Diterima 15 Desember 2025, Disetujui 26 April 2026

ABSTRAK

Musim hujan di Kalimantan Selatan berlangsung dengan intensitas tinggi dan pola yang sulit diprediksi, sehingga menimbulkan risiko signifikan terhadap keberhasilan proyek konstruksi bangunan gedung. Risiko tersebut meliputi kerusakan material, penurunan produktivitas tenaga kerja, keterlambatan jadwal, hingga peningkatan biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merumuskan strategi mitigasi risiko akibat cuaca hujan pada proyek konstruksi di wilayah tersebut. Metode penelitian melibatkan pengumpulan data primer melalui kuesioner kepada 30 responden yang terdiri atas kontraktor, manajemen konstruksi, dan konsultan pengawas, serta data sekunder dari literatur dan dokumen proyek. Analisis dilakukan melalui uji validitas dan reliabilitas instrumen menggunakan SPSS, dilanjutkan dengan metode Severity Index untuk mengukur probabilitas dan dampak risiko, serta Probability Impact Matrix untuk menentukan tingkat risiko dominan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh 25 faktor risiko yang diuji valid dan reliabel. Dari analisis diperoleh tujuh variabel risiko berkategori tinggi, antara lain keterlambatan pengiriman material, kerusakan material akibat kelembaban, penurunan produktivitas tenaga kerja, penundaan pengecoran, penjadwalan ulang pekerjaan, keterlambatan pengambilan keputusan manajemen, serta penambahan biaya tak terduga. Strategi mitigasi yang diusulkan mencakup perencanaan kontingensi logistik, perlindungan material, penyesuaian jadwal kerja, penggunaan teknologi konstruksi adaptif, serta penguatan koordinasi manajemen. Hasil penelitian ini diharapkan berkontribusi pada peningkatan ketahanan proyek konstruksi terhadap cuaca ekstrem dan menjadi dasar pengembangan manajemen risiko adaptif di sektor konstruksi Indonesia.

Kata Kunci: Risiko konstruksi, Manajemen Risiko, Mitigasi cuaca, Severity Index, Probability Impact Matrix

ABSTRACT

The *rainy season in South Kalimantan is characterized by high intensity and unpredictable patterns, posing significant risks to the success of building construction projects. These risks include material damage, reduced labor productivity, schedule delays, and increased project costs. This study aims to identify, analyze, and formulate mitigation strategies for risks caused by rainfall in construction projects within the region. Primary data were collected through questionnaires distributed to 30 respondents consisting of contractors, construction managers, and supervisory consultants, while secondary data were obtained from literature and project documents. The analysis involved validity and reliability testing of the instruments using SPSS, followed by the Severity Index method to measure the probability and impact of risks, and the Probability Impact Matrix to determine dominant risk levels. The results indicate that 25 risks factors were valid and reliable, with Cronbach's Alpha values exceeding 0.9. The analysis identified seven high-risk variables, namely delays in material delivery, material damage due to humidity, decreased labor productivity, postponement of concrete casting, rescheduling of project activities, delays in managerial decision-making, and unexpected additional costs. Proposed mitigation strategies include contingency planning for logistics, material protection measures, flexible work scheduling, the application of adaptive construction technologies, and strengthened managerial coordination. These findings are expected to contribute to enhancing the resilience of construction projects against extreme weather conditions and serve as a foundation for developing adaptive risk management practices in Indonesia's construction sector.*

Keywords*: Construction risk, Risk management, Weather mitigation, Severity Index, Probability Impact Matrix*

PENDAHULUAN

Keterlambatan dalam proyek konstruksi merupakan persoalan klasik yang masih sering dijumpai di berbagai wilayah, termasuk Indonesia. Faktor penyebabnya beragam, mulai dari keterlambatan pengiriman material, perencanaan penjadwalan yang kurang optimal, hingga kondisi eksternal seperti cuaca (Putri et al., 2025). Di Indonesia, sebagian besar proyek konstruksi dilaksanakan di area terbuka, sehingga sangat rentan terhadap pengaruh iklim tropis, khususnya pada musim hujan (Ervianto, 2005). Kondisi cuaca yang tidak menentu terbukti menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi keberhasilan proyek konstruksi (Dong et al., 2025). Kalimantan Selatan, sebagai wilayah yang berada di garis khatulistiwa, memiliki karakteristik curah hujan tinggi dengan pola yang sulit diprediksi. Faktor ini tidak dapat dikendalikan oleh manusia dan sering kali sulit diperhitungkan dalam perencanaan proyek (Santoso, 2023). Dampak hujan terhadap proyek konstruksi sangat beragam, mulai dari tanah yang menjadi lembek, kerusakan material bangunan, hingga penurunan produktivitas tenaga kerja (Jamal & Ian, 2025),(Muntadhimah et al., 2025). Risiko-risiko tersebut berpotensi besar menghambat jalannya proyek dan memengaruhi keberhasilan secara keseluruhan (Nabut et al., 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini merumuskan tiga permasalahan utama: (1) bagaimana pengaruh musim hujan terhadap pelaksanaan proyek konstruksi bangunan gedung di Kalimantan Selatan, (2) risiko dominan apa saja yang timbul akibat musim hujan, serta (3) strategi mitigasi apa yang dapat diterapkan untuk mengurangi dampak risiko tersebut. Urgensi penelitian ini semakin tinggi karena musim hujan merupakan fenomena tahunan yang berdampak signifikan terhadap sektor konstruksi di Indonesia (Ervianto, 2005). Identifikasi dan analisis risiko akibat musim hujan diperlukan untuk membantu manajemen proyek dalam merancang strategi mitigasi yang efektif (Andrew et al., 2025).

Dalam konteks penelitian terdahulu, manajemen risiko konstruksi telah banyak dikaji dengan berbagai metode analisis. Namun, faktor eksternal seperti cuaca ekstrem masih menjadi tantangan besar, terutama di wilayah tropis (Dong et al., 2025). Perubahan iklim bahkan meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian cuaca ekstrem, sehingga menuntut pendekatan manajemen risiko yang lebih adaptif (Allan et al., 2023). Penelitian ini menawarkan kebaruan melalui pengembangan strategi mitigasi risiko adaptif (Stefani Switly Peginusa, 2025), penerapan pendekatan *resilience engineering* untuk meningkatkan kapasitas adaptasi proyek (Wang et al., 2022), serta integrasi aspek keberlanjutan agar strategi mitigasi tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga ramah lingkungan dan bermanfaat bagi masyarakat (Vega & Castresana, 2025). Dalam konstruksi berkelanjutan, pengembangan kriteria pemilihan metode pelaksanaan proyek yang relevan dengan tantangan lingkungan, seperti cuaca ekstrem sangat penting (Ahmed & El-Sayegh, 2024). Temuan ini memperkuat urgensi penerapan strategi mitigasi risiko cuaca hujan secara terintegrasi dalam proses perencanaan dan pengelolaan proyek konstruksi di wilayah Kalimantan Selatan. Strategi pembangunan harus disesuaikan dengan kondisi dan keadaan setempat agar proyek konstruksi dapat berjalan dengan optimal dan berkelanjutan (Berkelanjutan et al., 2023). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam memperkuat ketahanan proyek konstruksi terhadap cuaca yang tidak menentu (missal hujan dengan curah hujan tinggi), sekaligus memperkaya literatur mengenai manajemen risiko konstruksi di Indonesia.

Manajemen Risiko

Tujuan manajemen proyek adalah mencapai hasil yang tepat waktu, tepat anggaran, dan tepat spesifikasi, karena keterlambatan, pembengkakan biaya, atau penyimpangan dari spesifikasi dapat menimbulkan kerugian dan menurunkan kinerja proyek. Dalam konteks manajemen risiko, pendekatan yang sistematis meliputi perencanaan, penilaian, penanganan, dan pemantauan untuk mengenali, mengevaluasi, mengurangi atau mengalihkan dampak risiko serta memaksimalkan peluang. Proses manajemen risiko umumnya mencakup identifikasi risiko (mis. checklist, brainstorming, analisis skenario, wawancara, kuesioner), klasifikasi sumber risiko (alam, manusia, lingkungan, manajemen, masyarakat, organisasi), analisis risiko dengan metode yang disesuaikan kondisi dan data, serta penentuan respon untuk mengurangi dampak dan meningkatkan kontrol terhadap risiko (Afiq, 2021).

Uji Validitas dan Reabilitas

Validitas instrumen kuesioner dinilai melalui rumus korelasi Pearson, dengan ketentuan bahwa item-item tersebut layak digunakan apabila nilai r yang diperoleh melebihi r tabel yang ditentukan. Sementara itu, reliabilitas diukur menggunakan rumus Cronbach's Alpha, yang diklasifikasikan sebagai tingkat tinggi pada rentang koefisien 0,60 hingga 0,80, atau sangat tinggi jika melebihi 0,80. Hasil pengujian pada kuesioner yang mengukur probabilitas serta dampak risiko mengonfirmasi bahwa seluruh item memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas, sehingga memungkinkan kelanjutan proses analisis data untuk menghitung Severity Index guna mengidentifikasi tingkat risiko utama dalam proyek (Siberut et al., 2025).

Metode Severity Index dan Probability Matrix

Metode Severity Index (SI) diterapkan untuk menganalisis variabel risiko dari data kuesioner responden pada proyek gedung bertingkat, dengan mengkategorikan probabilitas dan dampak untuk menentukan risiko dominan yang memengaruhi jadwal, biaya, serta mutu. Hasil SI mengidentifikasi risiko tertinggi seperti keterlambatan pengiriman material (high risk pada aspek waktu), kerusakan alat (medium pada biaya), dan ketidaksesuaian kualitas material (medium pada mutu), yang kemudian dievaluasi lebih lanjut menggunakan Probability Impact Matrix (PIM) guna

prioritas penanganan. Pendekatan ini memungkinkan pengendalian risiko melalui strategi seperti pemesanan material dini, pemantauan pengiriman, maintenance rutin, serta pemilihan supplier berkualitas untuk mencegah pembengkakan biaya dan keterlambatan proyek (Zaidan et al., 2024).

Respon Risiko

Perencanaan respon risiko dalam manajemen proyek konstruksi melibatkan pengembangan strategi khusus untuk mengelola atau mengurangi ancaman yang telah diidentifikasi dan dianalisis, termasuk penyusunan rencana kontingensi serta alokasi sumber daya yang memadai guna menangani kemungkinan terjadinya risiko signifikan. Strategi ini disesuaikan dengan tingkat prioritas risiko berdasarkan penilaian probabilitas dan dampak sebelumnya, sehingga memungkinkan tim proyek merespons secara proaktif terhadap perubahan kondisi lapangan. Pendekatan holistik ini, yang diintegrasikan dengan pengendalian melalui pemantauan berkelanjutan dan evaluasi kinerja, meningkatkan adaptabilitas proyek terhadap tantangan tak terduga sambil meminimalkan dampak negatif pada jadwal, biaya, dan kualitas (Tinambunan, 2024).

Respon risiko dalam manajemen proyek diatur secara ketat berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2023 tentang Manajemen Risiko Pembangunan Nasional, yang mewajibkan penyusunan profil risiko beserta rencana respon pada tingkat kementerian/lembaga serta unit pelaksana teknis untuk mengendalikan ancaman terhadap sasaran pembangunan. Regulasi ini menetapkan strategi respon mencakup mitigasi (pengurangan probabilitas/dampak), transfer (pemindahan ke pihak ketiga), penerimaan (acceptance dengan atau tanpa kontingensi), serta eskalasi jika risiko lintas sektor atau strategis, dengan pemantauan semesteran dan verifikasi oleh komite MRPN untuk memastikan kepatuhan serta efektivitas pengendalian (Mensekneg, 2023). Pedoman teknis dari Kementerian PUPR seperti SE Menteri No. 12 Tahun 2024 memperkuat implementasi ini melalui alokasi anggaran mitigasi, dokumentasi kejadian, dan laporan konsolidasi, selaras dengan SNI ISO 31000:2018 guna minimalkan dampak pada jadwal, biaya, serta kualitas proyek infrastruktur nasional (Kementerian PUPR, 2024).

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Provinsi Kalimantan Selatan dengan fokus pada proyek pembangunan gedung yang sedang berlangsung. Data penelitian terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner dan wawancara kepada pihak-pihak yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek, yaitu kontraktor, konsultan pengawas, dan manajemen konstruksi. Instrumen kuesioner dirancang untuk mengukur probabilitas dan dampak risiko yang mungkin timbul akibat musim hujan. Data sekunder diperoleh dari literatur, jurnal ilmiah, serta dokumen proyek yang relevan. Variabel penelitian yang diteliti merupakan hasil studi literatur dan observasi lapangan, meliputi risiko material dan peralatan, tenaga kerja, pelaksanaan, manajemen dan penjadwalan, ekonomi dan keuangan, serta lingkungan dan akses. Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan. yaitu uji validitas dan reliabilitas instrumen menggunakan perangkat lunak SPSS versi 31 untuk memastikan konsistensi dan akurasi data (Ph.D. Ummul Aiman et al., 2022). Selanjutnya metode Severity Index digunakan untuk mengolah data probabilitas dan dampak risiko yang diperoleh dari kuesioner untuk menentukan tingkat probabilitas dan dampak risiko (Akwaisua et al., 2025). Adapun rumus Severity Index (SI), yaitu:

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^{5} ai.xi}{\sum_{i=1}^{5} xi}(100\%) \quad \text{.....(1)}$$

Dimana :

Ai = Konstanta Penilaian

Xi = Frekuensi Responden

i = 1,2,3,4,5

Hasil dari metode SI adalah berupa persentase yang diklasifikasikan dengan skala yang sudah ditetapkan. Skala penilaian probabilitas dapat dilihat pada Tabel 1 (Yuliana & Hidayat, 2017).

Tabel 1. Skala Penilaian Probabilitas Severity Index

Sangat Jarang/Rendah (SJ/SR)	0,00 ≤ SI <12,5
Jarang/Rendah (J/R)	12,5 ≤ SI <37,5
Cukup/Sedang (C/S)	37,5 ≤ SI <62,5
Sering/Tinggi (S/T)	62,5 ≤ SI <87,5
Sangat Sering/Tinggi (SS/ST)	87,5 ≤ SI <100

Sumber : Yuliana, 2017

Hasil analisis kemudian dimasukkan ke dalam Probability and Impact Matrix untuk menentukan variabel tingkat risiko yang dominan. Adapun rumus yang digunakkan untuk menghitung tingkat risiko, yaitu:

R = P x I ……(2)

Dimana:

R = Tingkat Risiko

P = Kemungkinan (*Probability*) risiko yang terjadi

I = Dampak (*Impact*) risiko yang terjadi

Dari hasil perhitungan tingkat risiko, selanjutnya nilai tersebut dimasukkan ke dalam acuan skala penilaian tingkat risiko yang dapat dilihat pada Tabel 2 (Wirahadikusumah et al., 2018).

Tabel 2. Skala Penilaian Tingkat Risiko

Probability							
	SS	5	5	10	15	20	25
	SS	4	4	8	12	16	20
	C	3	3	6	9	12	15
	J	2	2	4	6	8	10
	SJ	1	1	2	3	4	5
			1	2	3	4	5
			SR	R	S	T	ST
			Impact				

Sumber : Wirahadikusumah et al, 2018

Tahap selanjutnya dilakukan analisis respon risiko dan merumuskan strategi mitigasi risiko yang relevan dengan kondisi proyek. Respon risiko dirumuskan untuk mengatasi risiko-risiko dominan yang telah diidentifikasi. Respon risiko ini mencakup strategi mitigasi untuk mengurangi probabilitas dan dampak risiko terhadap proyek (Ghaeb, Hiba O., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun variabel penelitian berupa variabel risiko yang telah didapatkan dari hasil pengkajian pustaka dari beberapa jurnal yang faktornya sesuai dengan pembahasan jurnal ini (Ade, 2023) (Rizal et al., 2024) (Handoko, 2015) (Sundari, 2014). Selain itu, variabel juga diambil dan disesuaikan dengan kondisi lapangan sesuai observasi lapangan yang sudah dilakukan. Beberapa variabel risiko (berdasarkan referensi dan observasi lapangan) yang mungkin terjadi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 3. Variabel-variabel Risiko pada Proyek

No	Kode	Variabel
		Risiko Material dan Peralatan
1	P1	Keterlambatan pengiriman material akibat akses jalan rusak atau tergenang air.
2	P2	Kenaikan harga material karena kelangkaan pasokan dan biaya logistik meningkat
3	P3	Kerusakan material di lokasi penyimpanan akibat kelembaban dan genangan air.
4	P4	Kurangnya tempat penyimpanan material yang aman sehingga material mudah rusak terkena hujan
5	P5	Kerusakan alat dan peralatan berat dan listrik karena terpapar air dan lumpur.
6	P6	Gangguan pengadaan suku cadang alat berat sulit didapat saat musim hujan.
		Risiko Tenaga Kerja
7	P7	Penurunan produktivitas tenaga kerja karena jam kerja efektif berkurang akibat hujan dan kondisi kerja tidak nyaman
8	P8	Tenaga kerja sakit dan absensi meningkat akibat paparan cuaca basah
9	P9	Kekurangan tenaga kerja karena sulitnya mobilisasi saat hujan deras
10	P10	Tingkat kecelakaan kerja meningkat akibat permukaan licin dan alat basah
11	P11	Kurangnya pelatihan tenaga kerja menghadapi musim hujan menyebabkan kesalahan teknis dan pelanggaran keselamatan
		Risiko Pelaksanaan
12	P12	Genangan air di area kerja (pondasi, basement, galian) yang menghambat pekerjaan.
13	P13	Kenaikan muka air tanah yang mengganggu pekerjaan pondasi dan struktur bawah tanah
14	P14	Ketidaksesuaian mutu pekerjaan terutama pengecoran dan finishing akibat pengerjaan saat hujan
15	P15	Penundaan pekerjaan pengecoran dan pengeringan karena hujan agar tidak merubah mutu beton
16	P16	Terhambatnya pekerjaan leveling dan pemadatan tanah karena tanah lembek dan berlumpur
17	P17	Terganggunya pemasangan dinding dan finishing eksterior
18	P18	Terganggunya pekerjaan elektrikal (pengukuran pentahanan dan penangkal petir)
19	P19	Terkendalanya penggunaan alat berat saat hujan karena tanah lembek dan berlumpur
		Risiko Manajemen dan Penjadwalan
20	P20	Penjadwalan ulang pekerjaan akibat cuaca hujan yang tidak terprediksi
21	P21	Jadwal pelaksanaan tidak sesuai dengan yang direncanakan
22	P22	Komunikasi dan koordinasi antar tim yang kurang efektif menyebabkan miskomunikasi dan duplikasi pekerjaan
23	P23	Keterlambatan pengambilan keputusan manajemen dalam merespon kondisi lapangan
		Risiko Ekonomi dan Keuangan
24	P24	Penambahan biaya tak terduga diakibatkan hujan dan pekerjaan
25	P25	Kenaikan biaya proyek akibat perpanjangan waktu dan biaya tenaga kerja tambahan.
26	P26	Potensi penalti keterlambatan akibat tidak terpenuhinya target waktu.

No	Kode	Variabel
27	P27	Fluktuasi harga bahan bakar dan logistik yang naik selama musim hujan
		Risiko Lingkungan dan Akses
28	P28	Gangguan akses lokasi proyek akibat jalan tergenang, rusak, atau longsor.
29	P29	Kemacetan dan gangguan logistik yang menghambat pengiriman material dan mobilisasi tenaga kerja
30	P30	Topografi dan kondisi tanah sulit seperti rawa dan gambut yang memperparah dampak hujan
31	P31	Gangguan utilitas dan infrastruktur pendukung seperti listrik, air, dan telekomunikasi terputus

Sumber: Studi Pustaka dan observasi lapangan

Uji Validitas dan Reliabilitas

Hasil rekapitulasi kuesioner dari 30 responden diuji validitas dan reliabilitas. Pengujian validitas dan reabilitas dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS (Statistical Package for Social Science). Pada penelitian ini dilakukan 2 kali uji validitas karena pada hasil uji validitas pertama terdapat 6 faktor variabel risiko yang tidak valid yaitu pada kode P2, P11, P13, P26, P29, dan P30. Untuk pengujian ke-2, Faktor tidak valid dikeluarkan dari uji dan dilakukan uji validasi ulang dengan total 25 faktor variabel. Setelah dilakukan uji validasi ulang, hasil menunjukkan 25 faktor variabel valid dan hasil reliabilitasnya juga memenuhi. Hasil uji validitas dan reliabilitas dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 4.

		Total
P01	Pearson Correlation	.756**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P03	Pearson Correlation	.766**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P04	Pearson Correlation	.362*
	Sig. (2-tailed)	.049
	N	30
P05	Pearson Correlation	.605**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P06	Pearson Correlation	.550**
	Sig. (2-tailed)	.002
	N	30
P07	Pearson Correlation	.801**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P08	Pearson Correlation	.469**
	Sig. (2-tailed)	.009
	N	30
P09	Pearson Correlation	.801**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P10	Pearson Correlation	.788**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30

		Total
P12	Pearson Correlation	.616**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P14	Pearson Correlation	.767**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P15	Pearson Correlation	.853**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P16	Pearson Correlation	.567**
	Sig. (2-tailed)	.001
	N	30
P17	Pearson Correlation	.553**
	Sig. (2-tailed)	.002
	N	30
P18	Pearson Correlation	.849**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P19	Pearson Correlation	.870**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P20	Pearson Correlation	.811**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P21	Pearson Correlation	.798**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30

		Total
P22	Pearson Correlation	.627**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P23	Pearson Correlation	.452*
	Sig. (2-tailed)	.012
	N	30
P24	Pearson Correlation	.818**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P25	Pearson Correlation	.395*
	Sig. (2-tailed)	.031
	N	30
P27	Pearson Correlation	.410*
	Sig. (2-tailed)	.025
	N	30
P28	Pearson Correlation	.393*
	Sig. (2-tailed)	.032
	N	30
P31	Pearson Correlation	.365*
	Sig. (2-tailed)	.047
	N	30
Total	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Gambar 1. Hasil Uji Validitas Probabilitas Risiko dengan menggunakan Aplikasi SPSS versi 31

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.944	25

Gambar 2. Hasil Uji Reliabilitas Probabilitas Risiko dengan menggunakan Aplikasi SPSS versi 31

		TOTAL
P01	Pearson Correlation	.507**
	Sig. (2-tailed)	.004
	N	30
P03	Pearson Correlation	.679**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P04	Pearson Correlation	.811**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P05	Pearson Correlation	.478**
	Sig. (2-tailed)	.008
	N	30
P06	Pearson Correlation	.810**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P07	Pearson Correlation	.750**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P08	Pearson Correlation	.601**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P09	Pearson Correlation	.580**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P10	Pearson Correlation	.669**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30

		TOTAL
P12	Pearson Correlation	.717**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P14	Pearson Correlation	.807**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P15	Pearson Correlation	.836**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P16	Pearson Correlation	.846**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P17	Pearson Correlation	.842**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P18	Pearson Correlation	.834**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P19	Pearson Correlation	.697**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P20	Pearson Correlation	.876**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P21	Pearson Correlation	.688**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30

		TOTAL
P22	Pearson Correlation	.602**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P23	Pearson Correlation	.676**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P24	Pearson Correlation	.899**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P25	Pearson Correlation	.661**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	30
P27	Pearson Correlation	.419*
	Sig. (2-tailed)	.021
	N	30
P28	Pearson Correlation	.493**
	Sig. (2-tailed)	.007
	N	30
P31	Pearson Correlation	.491**
	Sig. (2-tailed)	.006
	N	30
TOTAL	Pearson Correlation	1
	Sig. (2-tailed)	
	N	30

Gambar 3. Hasil Uji Validitas Dampak Risiko dengan menggunakan Aplikasi SPSS versi 31

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.955	25

Gambar 4. Hasil Uji Reliabilitas Dampak Risiko dengan menggunakan Aplikasi SPSS versi 31

Setelah dilakukan uji validasi dan reliabilitas kedua, maka didapatkan 25 faktor risiko yang valid.

Severity Index dan Probabilitas Matrix

Langkah selanjutnya setelah uji validasi dan reliabilitas adalah perhitungan menggunakan metode Severity Index dengan Persamaan (1). Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, proses dilanjutkan dengan

identifikasi risiko dominan melalui metode Probability Impact Matrix sesuai Persamaan (2).

Setelah didapatkan nilai tingkat risiko, maka ditentukan risiko tersebut termasuk di tingkat mana dengang menggunakan Tabel 2. Tabel rekapitulasi perhitungan dengan metode Severity Index dan Probabilitas Matrix dari variabel-variabel risiko dapat di lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai Tingkat Risiko

No	Kode	Variabel Resiko	Probabilitas Risiko		Probabilitas Risiko		P X I	Tingkat Risiko
			Kategori	Nilai P	Kategori	Nilai I		
Risiko Material dan Peralatan								
1	P1	Keterlambatan pengiriman material akibat akses jalan rusak atau tergenang air.	Sering	4	Sering	4	16	High
2	P3	Kerusakan material di lokasi penyimpanan akibat kelembaban dan genangan air.	Sering	4	Sering	4	16	High
3	P4	Kurangnya tempat penyimpanan material yang aman sehingga material mudah rusak terkena hujan	Cukup	3	Sering	4	12	Medium
4	P5	Kerusakan alat dan peralatan berat dan listrik karena terpapar air dan lumpur.	Cukup	3	Cukup	3	9	Medium
5	P6	Gangguan pengadaan suku cadang alat berat sulit didapat saat musim hujan.	Sering	4	Cukup	3	12	Medium
Risiko Tenaga Kerja								
6	P7	Penurunan produktivitas tenaga kerja karena jam kerja efektif berkurang akibat hujan dan kondisi kerja tidak nyaman	Sering	4	Sering	4	16	High
7	P8	Tenaga kerja sakit dan absensi meningkat akibat paparan cuaca basah	Jarang	2	Cukup	3	6	Medium
8	P9	Kekurangan tenaga kerja karena sulitnya mobilisasi saat hujan deras	Cukup	3	Cukup	3	9	Medium
9	P10	Tingkat kecelakaan kerja meningkat akibat permukaan licin dan alat basah	Sering	4	Cukup	3	12	Medium
Risiko Pelaksanaan								
10	P12	Genangan air di area kerja (pondasi, basement, galian) yang menghambat pekerjaan.	Cukup	3	Cukup	3	9	Medium
11	P14	Ketidaksesuaian mutu pekerjaan terutama pengecoran dan finishing akibat pengerjaan saat hujan	Cukup	3	Sering	4	12	Medium
12	P15	Penundaan pekerjaan pengecoran dan pengeringan karena hujan agar tidak merubah mutu beton	Sering	4	Sering	4	16	High
13	P16	Terhambatnya pekerjaan leveling dan pemadatan tanah karena tanah lembek dan berlumpur	Cukup	3	Sering	4	12	Medium

No	Kode	Variabel Resiko	Probabilitas Risiko		Probabilitas Risiko		P X I	Tingkat Risiko
			Kategori	Nilai P	Kategori	Nilai I		
14	P17	Terganggunya pemasangan dinding dan finishing eksterior	Cukup	3	Sering	4	12	Medium
15	P18	Terganggunya pekerjaan elektrikal (pengukuran pentahanan dan penangkal petir)	Cukup	3	Sering	4	12	Medium
16	P19	Terkendalanya penggunaan alat berat saat hujan karena tanah lembek dan berlumpur	Cukup	3	Sering	4	12	Medium
Risiko Manajemen dan Penjadwalan								
17	P20	Penjadwalan ulang pekerjaan akibat cuaca hujan yang tidak terprediksi	Sering	4	Sering	4	16	High
18	P21	Jadwal pelaksanaan tidak sesuai dengan yang direncanakan	Cukup	3	Cukup	3	9	Medium
19	P22	Komunikasi dan koordinasi antar tim yang kurang efektif menyebabkan miskomunikasi dan duplikasi pekerjaan	Cukup	3	Cukup	3	9	Medium
20	P23	Keterlambatan pengambilan keputusan manajemen dalam merespon kondisi lapangan	Sering	4	Sering	4	16	High
Risiko Ekonomi dan Keuangan								
21	P24	Penambahan biaya tak terduga diakibatkan hujan dan pekerjaan	Sering	4	Sering	4	16	High
22	P25	Kenaikan biaya proyek akibat perpanjangan waktu dan biaya tenaga kerja tambahan.	Sering	3	Sering	4	12	Medium
23	P27	Fluktuasi harga bahan bakar dan logistik yang naik selama musim hujan	Jarang	2	Cukup	3	6	Medium
Risiko Lingkungan dan Akses								
24	P28	Gangguan akses lokasi proyek akibat jalan tergenang, rusak, atau longsor.	Cukup	3	Cukup	3	9	Medium
25	P31	Gangguan utilitas dan infrastruktur pendukung seperti listrik, air, dan telekomunikasi terputus	Cukup	3	Cukup	3	9	Medium

Secara garis besar, 25 faktor risiko ini termasuk dalam faktor risiko dominan, dimana terdapat 7 faktor risiko yang masuk dalam tingkat High dan 18 faktor risiko yang masuk dalam tingkat medium. Selanjutnya, respon risiko untuk 25 faktor dikelompokkan sesuai Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2023.

Pengelompokan 25 faktor risiko mengikuti strategi Peraturan Presiden Nomor 39 Tahun 2023, yang menekankan pemilihan respon berdasarkan tingkat probabilitas, dampak, dan kemampuan kontrol internal proyek. Kelompok mitigasi (pengurangan probabilitas/dampak) mencakup 16 faktor yaitu P1, P3, P4, P7, P10, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P24, P25 karena risiko ini bersifat operasional dan dapat dikurangi secara langsung melalui tindakan proaktif manajemen proyek seperti perencanaan kontingensi atau perlindungan fisik, sesuai definisi Perpres yang memprioritaskan pengurangan untuk risiko high/medium dengan skor PIM 9-16 di mana probabilitas sering dan dampak tinggi memerlukan intervensi internal untuk hindari eskalasi biaya. Misalnya, P1 dikategorikan mitigasi karena tim proyek dapat kurangi probabilitas melalui stok buffer dan jalur alternatif, bukan pemindahan eksternal.

Kelompok transfer (pemindahan ke pihak ketiga) diterapkan pada 5 faktor yaitu P6, P9, P28, dan P5 yang melibatkan ketergantungan eksternal seperti suplai suku cadang (P6) atau akses lokasi (P28), karena Perpres merekomendasikan pemindahan via kontrak/asuransi ketika risiko sulit dikontrol internal namun dapat dialihkan ke vendor/insurer untuk batasi tanggung jawab finansial, terutama di Kalimantan Selatan di mana logistik musiman rawan gangguan infrastruktur. Contoh, P6 dipilih transfer sebab pengadaan suku cadang alat berat lebih efisien via kontrak maintenance pihak ketiga daripada stok sendiri yang mahal.

Penerimaan (acceptance dengan/tanpa kontingensi) untuk 4 faktor low-medium yaitu P8, P12, P27, dan P31 karena probabilitas jarang/cukup dan dampak rendah membuat intervensi berlebihan tidak ekonomis, sesuai Perpres yang izinkan acceptance jika risiko di bawah garis toleransi (skor PIM <9-12) dengan reserve dana atau monitoring sederhana, seperti P8 (absensi tenaga kerja) yang diterima dengan shift fleksibel tanpa biaya tambahan signifikan. Alasan utama adalah karena dampak terukur rendah dan frekuensi musiman tidak menganggu progress secara keseluruhan.

Eskalasi (lintas sektor/strategis) khusus untuk P23 karena keterlambatan keputusan manajemen berpotensi lintas divisi atau melibatkan pemerintah daerah (misal perbaikan jalan akses), sehingga Perpres wajib eskalasi ke level senior/komite MRPN untuk koordinasi strategis guna hindari kegagalan proyek nasional, terutama pada risiko high yang memengaruhi jadwal keseluruhan di mana keputusan lokal tidak mencukupi.

Untuk mengelola risiko tinggi pada faktor P1, P3, P7, P15, P20, P23, dan P24 dalam proyek konstruksi di musim hujan, diterapkan serangkaian strategi mitigasi yang terintegrasi. Risiko keterlambatan pengiriman material akibat akses jalan rusak atau tergenang air (P1) diatasi melalui rencana logistik cadangan yang mencakup pemilihan rute darat alternatif seperti Tol Trans-Kalimantan dan jalan bebas hambatan untuk menghindari banjir sungai. Penyediaan stok cadangan 20% bahan krusial seperti semen dan besi selama 3-5 hari juga bisa dilakukan, selain itu klausul penalti dalam kontrak pemasok harus jelas dibunyikan.

Kerusakan material di lokasi penyimpanan akibat kelembaban dan genangan air (P3) dapat dicegah dengan gudang sementara berlapis HDPE 0,5 mm tahan air, dilengkapi drainase miring 2% menuju sungai, elevasi alas penyimpanan (pallet) 50 cm dari tanah, serta sensor kelembaban otomatis. Selain itu, rotasi stok FIFO (First In, First Out) juga diterapkan untuk mencegah kerusakan seperti jamur, yang dapat memperpanjang umur material di iklim tropis.

Penurunan produktivitas tenaga kerja karena jam kerja efektif berkurang akibat hujan dan kondisi kerja tidak nyaman (P7) diatasi melalui penjadwalan shift malam atau indoor untuk tugas kering seperti pemasangan pipa, pelatihan keselamatan kerja (K3) selama hujan sebanyak 2 jam per minggu dengan APD lengkap, serta insentif per hari. Pemberian insentif pada pekerja dapat meningkatkan motivasi, meningkatkan produktivitas dan mengurangi absensi.

Penundaan pekerjaan pengecoran dan pengeringan karena hujan agar tidak merubah mutu beton (P15) diminimalkan dengan aditif beton tahan air seperti superplasticizer dan silica fume 5-10% untuk cor di hujan ringan. Memeriksa prakiraan BMKG sebelum penjadwalan pengecoran, jika terlanjur hujan kecil, segera berikan penutup plastik pada beton segar. Pompa dewatering harus siaga saat pengecoran.

Penjadwalan ulang pekerjaan akibat cuaca hujan yang tidak terprediksi (P20) dikelola dengan cadangan waktu 15% pada jalur kritis menggunakan *MS Project* atau *Primavera*, *fast-tracking* pekerjaan paralel seperti finishing bersamaan struktur, pembaruan baseline mingguan, dan eskalasi ke manajer proyek.

Keterlambatan pengambilan keputusan manajemen dalam merespon kondisi lapangan (P23) diatasi melalui protokol eskalasi 24 jam berdasarkan tingkat hujan (site manager untuk ringan, manajer proyek untuk deras). Rapat harian virtual Zoom dengan dashboard risiko, dan grup komunikasi khusus.

Penambahan biaya tak terduga diakibatkan hujan dan pekerjaan (P24), sering muncul dari gangguan cuaca yang memicu biaya ekstra untuk perbaikan, lembur, atau material pengganti. Strategi utama adalah transfer risiko melalui asuransi parametrik cuaca, yang memicu pembayaran otomatis berdasarkan parameter objektif seperti curah hujan >50 mm/hari (diukur via stasiun BMKG terdekat). Ini berbeda dari asuransi konvensional yang memerlukan klaim bukti kerugian; parametrik langsung

bayar dalam 7-14 hari, sehingga proyek tetap likuid tanpa mengganggu cashflow. Selain asuransi, alokasikan cadangan kontingensi 10% dari total nilai kontrak yang dipetakan pada kurva S (S-curve) dalam perangkat lunak seperti MS Project atau Primavera. Kurva S ini memvisualisasikan baseline biaya kumulatif vs aktual, sehingga variance (selisih) mudah dideteksi dini.

Strategi mitigasi untuk 18 faktor risiko medium dengan penekanan pada pemantauan mingguan dan penerimaan risiko disertai kontingensi sederhana guna mencegah eskalasi ke kategori tinggi. Kurangnya tempat penyimpanan material yang aman sehingga material mudah rusak terkena hujan (P4) diatasi dengan shelter semi-permanen berupa tenda PVC dilengkapi lantai kayu elevasi minimal 30 cm, rotasi stok mingguan, serta inspeksi harian.

Kerusakan alat dan peralatan berat dan listrik karena terpapar air dan lumpur (P5) dikelola melalui pendekatan acceptance dengan kontingensi preventif yaitu meminimalisir risiko kerusakan dengan kontingensi pelindung tahan air, grounding listrik, dan pemeriksaan pra-shift, ditambah generator diesel cadangan yang memangkas downtime serta hemat perbaikan per alat. Gangguan pengadaan suku cadang alat berat sulit didapat saat musim hujan (P6) ditangani melalui kontrak pemeliharaan tahunan (AMC) dengan supplier lokal dan stok minimal satu set cadangan, selain itu pilih vendor/pihak ketiga yang dapat dihubungi 24 jam agar masalah kerusakan cepat teratasi dan mengurangi waktu idle alat.

Tenaga kerja sakit dan absensi meningkat akibat paparan cuaca basah (P8) dikelola secara pasif melalui pengarahan untuk menjaga kesehatan khususnya di musim hujan, penyiapan klinik atau obat-obatan di lokasi proyek, edukasi sanitasi kepada para pekerja, dan pembagian rotasi shift kerja. Kekurangan tenaga kerja karena sulitnya mobilisasi saat hujan deras (P9) dicegah dengan daftar cadangan pekerja lokal, kendaraan yang siaga di lokasi untuk keperluan mobilisasi pekerja, dan kontrak harian fleksibel. Tingkat kecelakaan kerja meningkat akibat permukaan licin dan alat basah (P10) diminimalkan lewat pelatihan K3 satu jam per minggu yang focus pada anti-selip dan harness, pemeriksaan oleh petugas K3 secara rutin ke lapangan, dan peneguran serta peringatan kepada pekerja yang tidak mematuhi K3, selain itu ditambah tanda peringatan hujan serta audit checklist harian.

Genangan air di area kerja (pondasi, basement, galian) yang menghambat pekerjaan (P12) diatasi dengan membuat parit drainase dan pompa untuk dewatering serta menambahkan geotextile pada pondasi. Ketidaksesuaian mutu pekerjaan terutama pengecoran dan finishing akibat pengerjaan saat hujan (P14) diminimalkan dengan menjaga permukaan setelah pengecoran dengan diberi penutup atau pelindung sementara agar beton tidak langsung terkena air. selain itu lakukan Lakukan inspeksi visual dan uji mutu beton (slump test, core test, hammer test). Jika ditemukan kerusakan ringan pada finishing permukaan, perbaikan dapat dilakukan dengan menggunakan mortar atau grouting. Namun, apabila mutu beton inti terganggu, maka bagian yang rusak harus dikupas melalui proses chipping dan dilakukan pengecoran ulang. Sementara itu, jika terjadi segregasi parah, bagian yang tidak memenuhi standar wajib dibongkar dan diganti dengan pengecoran ulang sesuai prosedur yang berlaku agar kualitas struktur tetap terjamin.

Terhambatnya pekerjaan leveling dan pemadatan tanah karena tanah lembek dan berlumpur (P16), Untuk meminimalisir kendala tersebut, kontraktor dapat menggunakan stabilizer tanah berupa kapur sebanyak 5% guna memperbaiki struktur tanah dan mengurangi kadar air berlebih. Selain itu, pekerjaan pemadatan lebih efektif dilakukan dengan roller pada malam hari, saat suhu lebih rendah dan kelembaban tanah lebih stabil. Agar hasil benar-benar maksimal, perlu disiapkan buffer waktu dua hari sehingga tanah memiliki kesempatan untuk mengeras sebelum dilanjutkan ke tahap konstruksi berikutnya. Dengan kombinasi langkah ini, kualitas pemadatan tanah dapat terjaga dan risiko keterlambatan proyek dapat diminimalkan.

Terganggunya pemasangan dinding dan finishing eksterior (P17), dengan menggunakan kanopi sementara dapat membantu melindungi pekerja serta material dari hujan dan angin sehingga proses pemasangan tetap aman dan terkendali. Selain itu, penerapan mortar tahan air memastikan ikatan dinding tetap kuat meskipun kondisi lingkungan lembap. Pengaturan jadwal yang flexibel antara pekerjaan finishing, dimana jika cuaca mendukung bisa dikerjakan finishing eksterior, namun jika tidak, bisa beralih ke finishing indoor.

Terganggunya pekerjaan elektrikal (pengukuran pentahanan dan penangkal petir) (P18) dapat diminimalkan dengan menggunakan kabel dan panel berinsulasi IP65 tahan cipratan air, pemeriksaan megger (tes ketahanan isolasi) sebelum pemasangan, serta genset cadangan yang baru diaktifkan setelah struktur utama selesai. Langkah ini mencegah korsleting dan memastikan instalasi aman meski hujan deras.

Terkendalanya penggunaan alat berat saat hujan karena tanah lembek dan berlumpur (P19) dapat diatasi dengan sepatu rantai (track shoe) tambahan yang lebih lebar untuk distribusi beban, serta alas kayu/mating di bawah roda untuk mencegah alat terperosok di tanah lembek. Pilih operator yang berpengalaman untuk manuver alat khususnya saat kondisi basah.

Jadwal pelaksanaan tidak sesuai dengan yang direncanakan (P21) dipantau ketat melalui update baseline mingguan di software MS Project, laporan kemajuan harian sederhana, dan rapat singkat pagi hari (15 menit) untuk sesuaikan rencana dengan kondisi lapangan terkini. Selain itu, bisa dilakukan rapat monitoring progress tiap minggunya.

Komunikasi dan koordinasi antar tim yang kurang efektif

menyebabkan miskomunikasi dan duplikasi pekerjaan (P22) ditingkatkan dengan radio handy talky (HT) untuk komunikasi jarak jauh di site luas, briefing pagi 10 menit, serta grup WhatsApp khusus tim lapangan guna hindari salah paham atau pekerjaan berulang.

Kenaikan biaya proyek akibat perpanjangan waktu dan biaya tenaga kerja tambahan (P25), dapat mencadangkan dana khusus 5% dari total kontrak plus persiapan klaim Extension of Time (EOT) dengan bukti data cuaca BMKG, sehingga pemilik proyek tanggung biaya tambahan akibat hujan ekstrem.

Fluktuasi harga bahan bakar dan logistik yang naik selama musim hujan (P27), perlu perjanjian kontrak harga tetap dengan supplier (fixed price 6 bulan) agar tidak terkena imbas fluktuasi harga dan pembelian bulanan dalam volume besar untuk manfaatkan skala ekonomi.

Gangguan akses lokasi proyek akibat jalan tergenang, rusak, atau longsor (P28) diperbaiki dengan tabur kerikil/gravel pada jalan akses, pemasangan tanda petunjuk arah, serta patroli harian untuk cek kondisi jalan sebelum pengiriman material.

Gangguan utilitas dan infrastruktur pendukung seperti listrik, air, dan telekomunikasi terputus (P31) bisa diminimalkan dengan menyediakan genset, tangki air bersih, panel surya untuk penerangan darurat, dan nota kesepahaman (MoU) dengan PLN untuk prioritas sambungan listrik saat pemulihan.

Strategi mitigasi yang sudah dijelaskan di atas adalah strategi mitigasi untuk gambaran umum mitigasi yang dapat dilakukan untuk proyek Gedung bertingkat di Kalimantan Selatan. Untuk lebih lanjut, strategi mitigasi tersebut dapat disesuaikan dengan masing-masing kondisi proyek.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa musim hujan di Kalimantan Selatan secara signifikan memengaruhi pelaksanaan proyek konstruksi gedung terbukti dari identifikasi 25 faktor risiko yang valid setelah uji validitas dan reliabilitas. Tujuh risiko prioritas tinggi meliputi keterlambatan logistik material (P1), Kerusakan material di lokasi penyimpanan (P3), Penurunan produktivitas tenaga kerja (P7), Penundaan pekerjaan pengecora (P15), penjadwalan ulang pekerjaan (P20), Keterlambatan pengambilan keputusan manajemen (P23), dan Penambahan biaya tak terduga (P24), dan 18 risiko lainnya masuk ke dalam risiko tingkat medium. Respons mitigasi, selaras Perpres 39/2023, menerapkan tindakan atau serangkaian langkah yang dilakukan secara cepat, terfokus, dan berintensitas tinggi untuk menangani masalah yang berisiko tinggi atau sudah berdampak signifikan. Sementara risiko medium diatasi proporsional lewat penerimaan terkendali, yaitu keputusan untuk menerima suatu risiko tertentu dengan syarat bahwa penerimaan itu disertai langkah-langkah pengendalian untuk meminimalkan dampak negatifnya. Pendekatan ini secara substansial memperkokoh adaptabilitas proyek terhadap kondisi tropis di Kalimantan Selatan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Sains, dan Teknologi serta Direktorat Pengelolaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat atas dukungan dan fasilitasi penelitian ini. Kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lambung Mangkurat atas bantuan administratif dan akademis. Kepada penyedia jasa yang berperan sebagai responden kuesioner yang telah bersedia meluangkan waktu dan berbagi pengalaman lapangan, serta kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, dan bantuan teknis maupun non-teknis sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Dukungan tersebut sangat berarti bagi tersusunnya hasil penelitian ini dan diharapkan bermanfaat bagi pengembangan praktik manajemen risiko konstruksi ke depan.

REFERENSI

Ade, R. (2023). *Analisis Risiko Pengaruh Musim Penghujan Terhadap Penyelesaian Proyek Konstruksi (Studi Kasus Proyek Bangunan Gedung Di Yogayakarta)*.

Afiq, M. (2021). Manajemen Risiko Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Mahasiswa Uin Walisongo Tahun 2021. *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, *3*(1), 70–80. Https://Doi.Org/10.37058/Aks.V3i1.3561

Ahmed, S., & El-Sayegh, S. (2024). Relevant Criteria For Selecting Project Delivery Methods In Sustainable Construction. *International Journal Of Construction Management*, *24*(5), 512–520.

Akwaisua, A. M., Ekong, A., & Ansa, G. (2025). Enhancing Hazard Detection And Risk Severity Assessment In Construction Through Multinomial Naive Bayes And Regression. *Journal Of Information Systems And Informatics*, *7*, 97–121.

Allan, R. P., Arias, P. A., Berger, S., Canadell, J. G., Cassou, C., Chen, D., Cherchi, A., Connors, S. L., Coppola, E., & Cruz, F. A. (2023). Intergovernmental Panel On Climate Change (Ipcc). Summary For Policymakers. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution Of Working Group I To The Sixth Assessment Report Of The Intergovernmental Panel On Climate Change* (Hal. 3–32). Cambridge University Press.

Andrew, J., Cantik, B. K. P., Makmur, A., & Dharsono, M. S. (2025). Analisis Risiko Hujan Terhadap Penyelesaian Pekerjaan Struktur Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Dan Desain*, *1*(1), 169–175.

Berkelanjutan, J. T., Widiastuti, E., Karim, A., Yuliana, C., Nashrullah, E., & Widayanti, N. (2023). Optimalisasi Jumlah Unit Rumah Tiap Tipe Sesuai

Kemampuan Daya Beli Masyarakat (Studi Kasus: Perumahan Di Kabupaten Banjar). *Sustainable Technology Journal*, *12*(01), 27–34. Http://Jtb.Ulm.Ac.Id/Index.Php/Jtb

Dong, R. R., Muhammad, A., & Nauman, U. (2025). The Influence Of Weather Conditions On Time, Cost, And Quality In Successful Construction Project Delivery. *Buildings*, *15*(3). Https://Doi.Org/10.3390/Buildings15030474

Ervianto, W. I. (2005). Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi. *Yogyakarta: Andi*.

Ghaeb, Hiba O., A. M. R. M. (2023). Risk Response In Construction Project: A Review Study. *Journal Of Engineering*, *29*(08 Se-Articles), 121–137. Https://Doi.Org/10.31026/J.Eng.2023.08.09

Handoko, J. R. (2015). Pengaturan Risiko Hujan Dalam Kontrak Serta Dampak Dan Kendalanya Padaproyek Konstruksi. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, *4*(2).

Jamal, J., & Ian, M. R. (2025). Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Di Indonesia. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, *10*(1), 1–8.

Kemenpupr. (2024). *Jdih.Pu.Go.Id*. *No. 12*.

Mensekneg. (2023). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2023 Tentang Manajemen Risiko Pembangunan Nasional. *Kementerian Sekretariat Negara Ri*, *167426*, 1–19.

Muntadhimah, I., Nuswantoro, W., & Lendra, L. (2025). Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Palangka Raya. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, *17*(1), 221–229.

Nabut, Y. V, Henong, S. B., & Pattiraja, A. H. (2021). Analisa Faktor-Faktor Yang Paling Dominan Penyebab Keterlambatan Proyek. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, *2*(2), 182–190.

Ph.D. Ummul Aiman, S. P. D. K. A. S. H. M. A. Ciq. M. J. M. P., Suryadin Hasda, M. P. Z. F., M.Kes. Masita, M. P. I. N. T. S. K., & M.Pd. Meilida Eka Sari, M. P. M. K. N. A. (2022). Metodologi Penelitian Kuantitatif. In *Yayasan Penerbit Muhammad Zaini*.

Putri, D. F., Widiastuti, E., Afrila, H., & Hidayat, G. (2025). *Scheduling Analysis Of Plan , Realisation , And Estimation By Using Precedence Diagram Method (Pdm) (Case Study : Construction Development Project Multi-Purpose Sports Hall Phase Iv In Katingan Regency)*. *9*(1), 1–9.

Rizal, A. H., Fay, S., & Krisnayanti, D. S. (2024). Pengaruh Biaya Terhadap Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek Konstruksi Bendungan. *Jurnal Teknik Sipil*, *13*(1), 55–66.

Santoso, R. (2023). Analisis Persepsi Cuaca Hujan Terhadap Proyek Konstruksi, Pada Proyek Apartemen Solterra. *Jurnal Tera*, *3*(2), 33–45.

Siberut, P., Mentawai, K., & Barat, S. (2025). *Analisa Manajemen Risiko Proyek Di Daerah 3t (Terluar – Terdepan – Tertinggal). Studi Kasus Pembangunan Jalan*. *24*(01).

Stefani Switly Peginusa. (2025). Analisis Dan Strategi Mitigasi Risiko Dalam Implementasi Proyek Konstruksi Hijau. *Journal Konstruksi Dan Infrastruktur Teknik Sipil dan Perencanaan*, *13*(1), 29–36.

Sundari, S. (2014). *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Konstruksi Di Maluku Tengah*. 1–146. https://repository.its.ac.id/id/eprint/70615

Tinambunan, Y. (2024). *Jurnal akuntasi mengenai risiko*. *3*(01), 10–19.

Vega, P. N., & Castresana, U. L. (2025). Sustainability in project risk management methodologies through the AHP-TOPSIS method applied to logistics and supply chain management. *Environmental and Sustainability Indicators*, *26*, 100719. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100719

Wang, L., Cui, S., Li, Y., Huang, H., Manandhar, B., Nitivattananon, V., Fang, X., & Huang, W. (2022). A review of the flood management: from flood control to flood resilience. *Heliyon*, *8*(11), e11763. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11763

Wirahadikusumah, R. D., Sapitri, Susanti, B., & Soemardi, B. W. (2018). Risk in government's estimate for toll road: Based on investors' perspective. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, *8*(2), 475–482. https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.2.4322

Yuliana, C., & Hidayat, G. (2017). Manajemen Risiko pada Proyek Gedung Bertingkat di Banjarmasin Risk Management in Multi-storey Building Project in Banjarmasin). *Info Teknik*, *18*(2), 255–270.

Zaidan, A. R., Soeryodarundio, K., & Setiono, S. (2024). Analisis Manajemen Risiko Proyek dengan Metode Severity Index (SI) pada Proyek Pembangunan Gedung X Kota Surakarta. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumian, Ilmu Perkapalan*, *2*(3), 211–221.

Halaman ini sengaja dikosongkan