



Faktor Dominan Penyebab *Cost Overrun* pada Proyek Jalan Tol dengan Skema KPBU di Indonesia

Akmal Raditya^{1*}, I Putu Artama Wiguna¹, Yusroniya Eka Putri Rachman Waliulu¹

¹Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia

*Corresponding Author's e-mail: akmalraditya65@gmail.com

Article History:

Received: January 20, 2026

Revised: January 27, 2026

Accepted: January 30, 2026

Keywords:

Cost Overrun, risiko proyek, KPBU, jalan tol, manajemen risiko

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor dominan penyebab cost overrun pada proyek jalan tol berbasis skema Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU) di Indonesia. Permasalahan cost overrun merupakan salah satu tantangan utama dalam pembangunan infrastruktur publik yang berdampak pada efisiensi anggaran dan keberlanjutan proyek. Penelitian dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dengan menyebarkan kuesioner kepada 54 responden ahli dari 25 proyek jalan tol di Indonesia. Setiap faktor risiko dinilai berdasarkan dua dimensi, yaitu severity (tingkat keparahan) dan probability (tingkat kemungkinan) menggunakan skala Likert risiko PMBOK (0.1–0.9). Nilai risk magnitude dihitung melalui perkalian antara nilai severity dan probability ($R = S \times P$), dengan ambang batas risiko ditetapkan pada >0.35 . Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 32 faktor risiko yang diidentifikasi, terdapat 8 faktor dominan penyebab cost overrun pada proyek jalan tol dengan skema KPBU di Indonesia. Faktor-faktor tersebut dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu faktor eksternal, faktor internal, dan faktor finansial. Faktor eksternal meliputi pembebasan lahan, kondisi lapangan di luar perkiraan, serta perubahan peraturan. Faktor internal mencakup sering terjadi perubahan desain, sedangkan faktor finansial terdiri dari kesulitan keuangan kontraktor, kenaikan harga material, ketidakmampuan membayar utang, serta terbatasnya akses ke sumber pendanaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor eksternal merupakan penyebab paling dominan terjadinya cost overrun, diikuti oleh faktor finansial dan faktor internal. Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu di negara berkembang yang menegaskan bahwa ketidakpastian kebijakan, risiko pembiayaan, dan permasalahan teknis lapangan menjadi faktor utama penyebab pembengkakan biaya pada proyek infrastruktur. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengelolaan risiko proyek jalan tol KPBU dengan menyediakan dasar empiris bagi perumusan strategi mitigasi risiko biaya.

Copyright © 2025, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Raditya, A., Wiguna, I. P. A., & Waliulu, Y. E. P. R. (2026). Faktor Dominan Penyebab Cost Overrun pada Proyek Jalan Tol dengan Skema KPBU di Indonesia. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 5(1), 837–851. <https://doi.org/10.55681/sentri.v5i1.5680>

PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia memberikan perhatian serius terhadap pengembangan infrastruktur jalan tol sebagai bagian dari rencana strategis nasional untuk mengatasi masalah konektivitas negara dan mendorong pertumbuhan ekonomi nasional. Dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) 2019–2024, Pemerintah menetapkan target baru untuk mengembangkan sekitar 2.000 kilometer jalan tol baru, melebihi target sebelumnya. Misalnya, dari tahun 1978 hingga 2021, total panjang jalan tol yang dibangun hanya 2.391 km (atau sekitar 56 kilometer per tahun) [1]. Pembangunan jalan tol secara

masif perlu pendanaan modal yang besar, yang tidak dapat disediakan sepenuhnya oleh Pemerintah Indonesia sendiri. Sebagai akibatnya, Pemerintah Indonesia sangat mendorong sektor swasta untuk berpartisipasi dalam pembangunan jalan tol melalui KPBU [1].

Namun tantangan risiko keuangan pada proyek infrastruktur yang dijalankan dengan skema KPBU pada negara berkembang sangat besar karena manajemen risiko keuangan yang buruk [2]. Sehingga menarik investasi swasta dalam infrastruktur publik tidak mudah. Sebagian besar negara berkembang dan maju secara historis gagal menarik investasi swasta [1], [3]. Kegagalan ini dapat dikaitkan dengan sifat investasi jalan tol, yang seringkali melibatkan berbagai risiko proyek, terutama terjadi pada proyek KPBU karena bersifat perjanjian jangka panjang, di mana risiko dapat terjadi pada tahap mana pun dan mengancam keberlanjutan proyek. Hal ini diperkuat dengan penelitian [4] dimana, proyek KPBU umumnya melibatkan risiko keuangan yang tinggi karena sifatnya yang jangka panjang dan ketidakpastian yang terkait dengan arus kas masa depan yang diproyeksikan, perkiraan lalu lintas, keterlambatan konstruksi, dan kelebihan biaya. Sehingga, sekitar 90% dari proyek jaringan transportasi mengalami biaya penyelesaian yang tinggi dibandingkan dengan anggaran awal, yang mengakibatkan pembengkakkan biaya [2], [5], [6], [7]. Karena proyek jangka panjang itu pula, biaya proyek konstruksi jalan tol dapat bervariasi dari waktu ke waktu karena inflasi, fluktuasi pasar, dan variabel ekonomi [8], [9]. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembengkakkan biaya pada proyek jalan tol bukan merupakan fenomena insidental, melainkan masalah sistemik yang berulang. Studi terhadap 70 proyek jalan tol di Indonesia menunjukkan bahwa rata-rata *cost overrun* terjadi pada angka 26.63%, terutama dipicu oleh risiko yang bersumber dari pemerintah seperti perubahan kontrak dan regulasi [10].

Pembengkakkan biaya didefinisikan sebagai jumlah dimana biaya aktual melebihi biaya yang diperkirakan, dengan biaya yang diukur dalam mata uang lokal, harga konstan, dan terhadap garis dasar yang konsisten [5], [6], [7]. Mengurangi kelebihan biaya dapat mengurangi jumlah perubahan dalam proyek, klaim, sengketa, dan kegagalan proyek, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas proyek dan perekonomian negara. Pengurangan kelebihan biaya merupakan isu kritis dan menantang yang memerlukan analisis risiko dan biaya terintegrasi tingkat lanjut pada fase awal proyek, ketika informasi yang tersedia masih terbatas [11].

[5]Menegaskan bahwa proyek jalan memiliki risiko yang lebih tinggi dibanding proyek bangunan vertikal karena sifatnya yang *linear, berskala besar, dan melibatkan banyak pemangku kepentingan*. Berdasarkan studi terhadap proyek jaringan jalan di Mesir, delapan faktor dominan penyebab *cost overrun* meliputi: ketidakakuratan estimasi biaya, modifikasi desain, perubahan volume pekerjaan, *variation orders*, perubahan spesifikasi, perluasan lingkup pekerjaan, intervensi politik, dan inflasi [1]. Pembangunan jalan tol secara masif perlu pendanaan modal yang besar, yang tidak dapat disediakan sepenuhnya oleh Pemerintah Indonesia sendiri. Sebagai akibatnya, Pemerintah Indonesia sangat mendorong sektor swasta untuk berpartisipasi dalam pembangunan jalan tol melalui KPBU [1].

Sementara itu, [12] di Palestina menunjukkan bahwa *design change*, keterlambatan pembayaran, dan kenaikan harga material merupakan penyebab paling umum pada proyek infrastruktur publik. Dalam konteks Timur Tengah dan Asia Tenggara, faktor

finansial kontraktor juga memiliki kontribusi besar. [11] melalui pendekatan *fuzzy inference system* mengidentifikasi bahwa kesulitan keuangan kontraktor, kesalahan prediksi biaya, serta perubahan desain akibat konsultasi teknis merupakan penyebab utama *cost overrun* pada proyek konstruksi besar di Arab Saudi dan Malaysia.

Berbagai studi terdahulu telah mengidentifikasi penyebab *cost overrun* dalam proyek konstruksi, namun demikian, penelitian yang secara khusus menelaah proyek KPBU jalan tol di Indonesia masih terbatas dan perlu diperbarui secara berkala. Proyek dengan skema KPBU memiliki kompleksitas tinggi akibat keterlibatan multi-stakeholder, mekanisme pembiayaan publik-swasta, dan ketergantungan pada kebijakan pemerintah [13]. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengidentifikasi faktor-faktor dominan penyebab *cost overrun* dengan mempertimbangkan dimensi teknis, finansial, dan regulatif secara terpadu.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor risiko utama penyebab *cost overrun* pada proyek jalan tol KPBU di Indonesia, mengukur tingkat pengaruhnya melalui pendekatan magnitudo risiko, dan memberikan rekomendasi pengelolaan risiko biaya yang sesuai dengan konteks nasional. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis pada pengembangan model manajemen risiko infrastruktur publik serta memberikan panduan praktis bagi pemangku kepentingan dalam pengendalian biaya proyek KPBU.

LANDASAN TEORI

Cost Overrun merupakan situasi di mana biaya akhir proyek melebihi anggaran yang telah ditetapkan, yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kesalahan estimasi, perubahan dalam ruang lingkup proyek, dan risiko yang tidak terduga [14]. Selain itu, menurut [15], *cost overrun* juga didefinisikan sebagai perbedaan antara biaya yang dianggarkan dan biaya aktual yang dikeluarkan dalam proyek, yang dapat mempengaruhi kinerja proyek secara keseluruhan. [16] menyatakan bahwa *cost overrun* sebagai selisih antara biaya aktual yang dikeluarkan untuk menyelesaikan proyek dan biaya yang telah diestimasikan sebelumnya. Pernyataan ini menunjukkan bahwa *cost overrun* adalah masalah yang sering terjadi dalam proyek-proyek besar, baik di sektor publik maupun swasta, dan dapat menyebabkan masalah anggaran yang signifikan serta mengurangi kepercayaan publik terhadap pengelolaan dana pemerintah.

Dalam kerangka Kerja Sama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU), konsep alokasi risiko adalah prinsip utama yang mempengaruhi seberapa baik biaya proyek dapat dikelola. Teori alokasi risiko mengisyaratkan bahwa setiap risiko harus diserahkan kepada entitas yang paling kapabel dalam mengatasi dan mengurangi risiko tersebut secara efektif [3]. Kesalahan dalam pembagian risiko dapat berujung pada peningkatan ketidakpastian biaya dan menjadi pemicu terjadinya biaya yang melebihi anggaran.

Dalam situasi proyek jalan tol KPBU di Indonesia, risiko terkait pembebasan lahan secara umum ditugaskan kepada pemerintah sebagai Penanggung Jawab Proyek Kerja Sama (PJK), sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Presiden No. 38 Tahun 2015 dan diperkuat oleh Peraturan Menteri ATR/BPN yang bertujuan mempercepat proses pengadaan tanah. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa meskipun risiko ini secara resmi menjadi tanggung jawab pemerintah, keterlambatan dalam proses pembebasan lahan dapat berdampak langsung terhadap kinerja biaya Badan Usaha Pelaksana (BUP) akibat penundaan konstruksi, sumber daya yang tidak terpakai, dan eskalasi biaya [5], [17].

Dalam mengidentifikasi risiko beberapa alat dan teknik diusung oleh Project management Institute, (2017) meliputi, expert judgment dan data analisis. Expert

judgement adalah pendapat ahli yang diperoleh dari individu atau kelompok dengan pengalaman di proyek serupa. Manajer proyek bertanggung jawab mengidentifikasi dan mengundang ahli untuk menilai risiko individu dan risiko proyek secara keseluruhan. Bias dari para ahli juga harus dipertimbangkan dalam proses ini. Untuk data analisis, teknik yang digunakan adalah *Root Cause Analysis*, yaitu mengidentifikasi penyebab utama masalah proyek serta peluang perbaikan dengan menelusuri sumber risiko. Lalu ada *Assumption and Constraint Analysis*, yaitu Menganalisis asumsi dan batasan proyek untuk mengidentifikasi risiko yang muncul akibat ketidakakuratan atau ketidakkonsistenan. Lalu SWOT Analysis, yaitu mengevaluasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman proyek guna memahami dampak risiko yang berasal dari faktor internal dan eksternal.

Setelah proses identifikasi risiko dilakukan, langkah berikutnya dalam manajemen risiko proyek adalah penilaian risiko (risk assessment). Tahapan ini bertujuan untuk menilai tingkat kepentingan setiap risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya (likelihood) dan besarnya dampak (impact) terhadap tujuan proyek, khususnya terhadap biaya. Menurut [18] dalam PMBOK Guide, kombinasi dari kedua parameter tersebut digunakan untuk menentukan tingkat keparahan risiko (risk magnitude) yang menjadi dasar dalam pengambilan keputusan manajerial.

Salah satu alat yang umum digunakan dalam proses ini adalah matriks penilaian risiko (risk matrix), yang memetakan risiko berdasarkan nilai likelihood dan impact dalam bentuk tabel dua dimensi. Matriks ini membantu dalam mengkategorikan tingkat risiko ke dalam beberapa level seperti *Very Low* (VL), *Low* (L), *Moderate* (M), *High* (H), dan *Very High* (VH). Setiap kombinasi nilai antara kemungkinan dan dampak menghasilkan nilai magnitudo risiko dengan kisaran tertentu, yang kemudian digunakan untuk menentukan tingkat prioritas penanganan risiko. Gambar 1 berikut merupakan matrik risiko yang digunakan dalam identifikasi risiko.

			Risks								
			5	0.9	(V.H)	0.09 (L)	0.27 (M)	0.45 (C)	0.63 (C)	0.81 (C)	
Likelihood				4	0.7	(H)	0.07 (L)	0.21 (M)	0.35 (M)	0.49 (C)	0.63 (C)
				3	0.5	(M)	0.05 (L)	0.15	0.25 (M)	0.35 (M)	0.45 (C)
				2	0.3	(L)	0.03 (L)	0.09	0.15	0.21 (M)	0.27 (M)
				1	0.1	(V.L)	0.01 (L)	0.03 (L)	0.05 (L)	0.07 (L)	0.09 (M)
				(V.L)		(L)	(M)	(H)	(V.H)		
				0.1		0.3	0.5	0.7	0.9		
			1		2		3		4		
									5		

Gambar 1. Matriks Penilaian Risiko

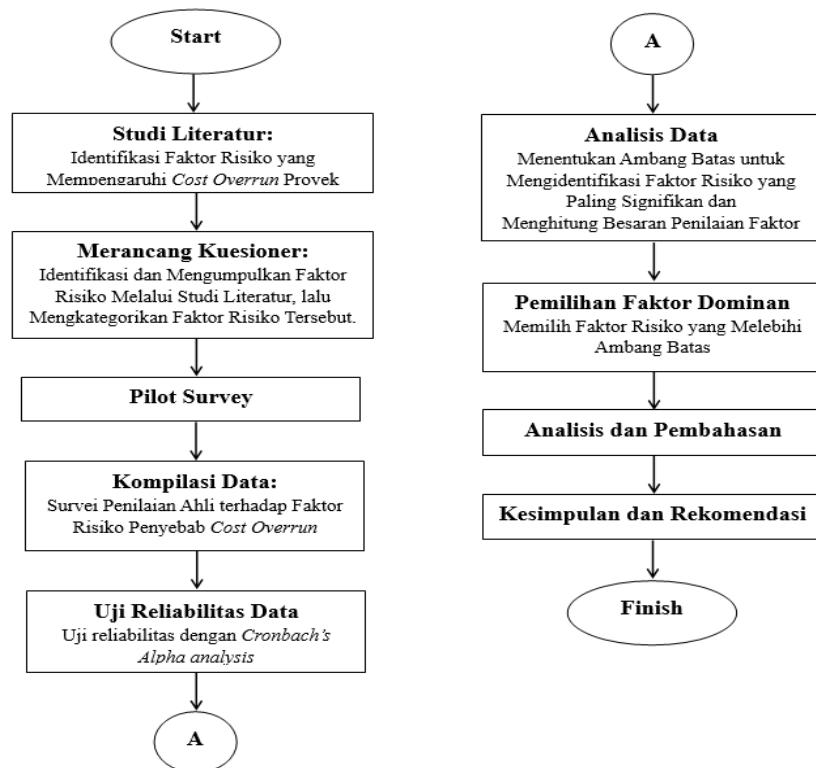
Penelitian dari berbagai jurnal telah dilakukan untuk menemukan dan menganalisis alasan dibalik terjadinya pembengkakan biaya untuk meningkatkan pemahaman dan pengendaliannya. Faktor kemungkinan penyebab pembengkakan biaya tersebut telah dinilai berdasarkan keparahan dan juga probabilitasnya terhadap pembengkakan biaya, yang mana sebelumnya faktor-faktor tersebut telah dikelompokkan. Pada tabel 2.1

merangkum faktor-faktor utama yang menjadi penyebab *cost overrun* pada proyek konstruksi jalan di beberapa negara.

Tabel 1. Descriptive Statistics

Peneliti	Negara	Faktor-faktor dominan yang memengaruhi <i>cost overrun</i>
[19]	Amerika Serikat	Jumlah kontrak, selisih antara penawaran yang menang dan penawaran kedua, estimasi yang salah, lokasi dan jenis proyek.
[20]	Australia	Perubahan desain, perubahan harga tender, peningkatan ukuran kualitas, kondisi yang tidak terduga, dan penggantian material yang tidak sesuai.
[21]	Inggris	Inflasi, perubahan desain, persyaratan pemangku kepentingan, pekerjaan yang tidak terduga.
[11]	KSA	Perubahan desain, Penundaan pembayaran progres, perubahan lingkup atau tidak terdefinisi, manajer proyek yang tidak berpengalaman, buruknya <i>quality control/assurance</i> , buruknya manajemen proyek dari kontraktor dan supervisi
[22]	Mesir	Lokasi proyek, durasi dan ukuran, kondisi lokasi, prosedur perselisihan dan klaim, kurangnya pengalaman estimator, penundaan pembayaran, dan desain yang tidak lengkap.
[23]	Jordan	Kondisi medan dan cuaca, Variasi pesanan, ketersediaan tenaga kerja, kesalahan desain, dan kesalahan rencana biaya konstruksi.
[24]	Vietnam	Perubahan desain, kondisi geologi, metode penawaran, penawaran tender yang tidak akurat, kesulitan keuangan pemilik, dan fluktuasi.
[25]	Kanada	Perubahan desain, kondisi laten, izin, dan peraturan
[26]	Brazil	Perubahan ruang lingkup, campur tangan politik, perubahan perintah, kompleksitas desain proyek, kesalahan dalam desain dokumen, dan perubahan pajak.
[27]	Nigeria	Inflasi, fluktuasi, nilai tukar, perubahan kebijakan, variasi, estimasi biaya yang tidak akurat, dan perubahan desain.

METODE PENELITIAN



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Studi literatur bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai faktor risiko yang berpotensi menyebabkan *cost overrun* pada proyek jalan tol. Peneliti mengumpulkan temuan dari literatur terdahulu untuk menyusun daftar awal faktor risiko berdasarkan konteks proyek KPBU di Indonesia. Selanjutnya perancangan kuesioner. Faktor risiko yang telah diidentifikasi kemudian dikategorikan dan disusun dalam bentuk instrumen kuesioner. Desain kuesioner memastikan setiap faktor dapat dinilai oleh para ahli berdasarkan tingkat kemungkinan (likelihood) dan dampak (impact) terhadap biaya proyek.

Sebelum melakukan pengumpulan data, penulis melakukan pilot survey kepada 4 manajer konstruksi jalan tol dengan pengalaman lebih dari 15 tahun. Tahap ini dilakukan untuk menguji kejelasan dan validitas kuesioner sebelum disebarluaskan secara luas. Umpaman balik dari responden awal digunakan untuk memperbaiki bahasa, struktur, dan skala pengukuran agar mudah dipahami oleh para ahli proyek. Kuesioner final disebarluaskan kepada para ahli yang berpengalaman dalam proyek jalan tol KPBU dengan minimal 5 tahun pengalaman kerja dan memiliki posisi manajerial atau pengambil keputusan. Data yang dikumpulkan mencerminkan penilaian mereka terhadap faktor risiko yang paling berpengaruh terhadap *cost overrun*. Uji reliabilitas data survey merupakan uji terhadap data hasil survei guna mengukur konsistensinya menggunakan analisis Cronbach's Alpha untuk memastikan instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi dalam mengukur persepsi risiko para ahli.

Analisis data merupakan proses analisis secara kuantitatif dengan menghitung nilai magnitudo risiko ($risk magnitude = likelihood \times impact$). Nilai-nilai tersebut dibandingkan

dengan ambang batas risiko (risk threshold) untuk menentukan tingkat signifikansi masing-masing faktor. Selanjutnya pemilihan faktor dominan. Faktor-faktor yang memiliki nilai magnitudo risiko lebih tinggi dari ambang batas (threshold) diidentifikasi sebagai faktor risiko dominan yang berpengaruh terhadap *cost overrun* pada proyek jalan tol.

Analisis dan Pembahasan. Hasil temuan dibandingkan dengan penelitian terdahulu untuk mengonfirmasi relevansi faktor-faktor dominan yang muncul, serta menjelaskan keterkaitannya dengan konteks proyek KPBUs di Indonesia. Tahapan akhir merumuskan kesimpulan utama dari hasil penelitian dan memberikan rekomendasi manajerial terkait strategi mitigasi risiko dalam pengendalian biaya proyek jalan tol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pilot Survei

Sebanyak empat orang pakar dilibatkan dalam pilot survey. Proses ini mencakup validasi relevansi faktor risiko terhadap konteks proyek jalan tol di Indonesia agar faktor risiko yang disusun berdasarkan studi literatur mendapatkan kejelasan redaksi dan deskripsi tiap faktor risiko, serta pemahaman responden terhadap istilah teknis tertentu. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap 33 faktor risiko yang disusun dari literatur dan penelitian terdahulu, didapatkan bahwa secara umum seluruh faktor risiko dinilai relevan dengan kondisi aktual proyek jalan tol di Indonesia.

Namun terdapat satu faktor risiko yang dianggap kurang relevan secara konteks, yaitu faktor “Kesalahan dalam mengatur penyimpanan material”. Responden ahli berpendapat bahwa faktor tersebut terlalu teknis, dan bisa termasuk pada faktor “Kesalahan metode konstruksi.” Tabel 2 berikut merupakan 32 faktor yang menjadi variabel penilaian risiko yang selanjutnya dijadikan formulir pada survei penilaian risiko penyebab *cost overrun* yang disebar kepada 54 ahli konstruksi dari 25 proyek jalan tol.

Tabel 2. Daftar Faktor Risiko Penyebab *Cost Overrun*

No	Variabel Risiko	Referensi	No	Variabel Risiko	Referensi
1	Perubahan peraturan	[5], [28], [29]	17	Perubahan spesifikasi	[11], [5], [28]
2	Masalah pembebasan lahan	[28], [30]	18	Kurang tepat dalam memprediksi pasar	[11], [31], [28]
3	Gagal/terlambatnya perolehan persetujuan dan perizinan	[28], [30]	19	Desain gambar yang tidak lengkap	[31], [11], [28]
4	Kondisi lapangan di luar perkiraan	[5], [28]	20	Kesalahan dalam estimasi biaya material	[5], [31]
5	Intervensi politik	[5], [11]	21	Kenainkan harga material	[11], [30], [28]
6	Konflik dengan Pemangku Kepentingan	[5], [11]	22	Keterlambatan pengiriman material	[11], [30], [28]
7	Bencana alam	[11], [30]	23	Kesulitan keuangan kontraktor	[11], [32]

No	Variabel Risiko	Referensi	No	Variabel Risiko	Referensi
8	Cuaca buruk di luar perkiraan	[28], [29]	24	Ketidakmampuan membayar utang	[29], [33]
9	Kurangnya Pengalaman Tim dalam Menangani Proyek	[5], [11], [32]	25	Terganggunya Arus Kas	[13], [29]
10	Sering perjadi perubahan desain	[11], [32]	26	Terbatasnya dukungan anggaran dari sektor publik	[13], [29], [33]
11	Pengawasan proyek konstruksi yang buruk	[11], [32]	27	Risiko pinjaman	[32], [33]
12	Produktivitas rendah	[5], [34]	28	Risiko perpajakan	[13], [29], [33]
13	Komunikasi yang buruk antar tim	[5], [32], [34]	29	Risiko mata uang/valas	[13], [29], [33], [32]
14	Manajemen kontrak yang buruk	[5], [34]	30	Fluktuasi suku bunga	[13], [29], [33], [32]
15	Metode konstruksi yang kurang sesuai	[5], [32], [34]	31	Fluktuasi tingkat inflasi	[29], [33], [32]
16	Kurangnya tenaga ahli	[5], [32], [34]	32	Terbatasnya akses sumber pendanaan	[13], [29]

Profil Responden Penelitian

Penyebaran kuesioner dilakukan kepada 54 responden dari 25 proyek jalan tol historis yang relevan dengan para responden untuk menilai faktor-faktor risiko *penyebab cost overrun* terhadap proyek jalan tol yang pernah dikerjakan oleh tiap responden. Profil responden disajikan pada Tabel 3 dan tabel 4.

Tabel. 3 Distribusi Jabatan Responden

Jabatan	Jumlah	Percentase (%)
Site Manager/Kasie	32	59
Project Manager	9	17
Site Supervisor/Pelaksana Utama	7	13,0
PPK	3	5,5
Kepala Satuan Kerja	3	5,5
Total	54	100,0

Tabel 4. Distribusi Pengalaman Kerja Responden

Lama Pengalaman Kerja	Jumlah	Percentase (%)
5–10 Tahun	17	31,5
10–15 Tahun	16	29,6
Lebih dari 15 Tahun	21	38,9
Total	54	100,0

Uji Reliabilitas Survei

Uji reliabilitas dilakukan terhadap seluruh indikator pada aspek keparahan dan probabilitas menggunakan metode Cronbach's Alpha. Uji Reliabilitas dilakukan pada masing-masing probabilitas dan keparahan dari 32 faktor risiko menggunakan program aplikasi SPSS 26. Nilai Crobach's Alpha menjadi instrumen penilaian, dimana nilai >0.70 dianggap reliabel. Berdasarkan hasil uji reliabilitas terhadap 32 faktor risiko pada aspek keparahan diperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0.952, sedangkan pada aspek probabilitas nilai Cronbach's Alpha sebesar 0.950. Nilai tersebut menunjukkan tingkat konsistensi internal yang sangat tinggi. Tingginya nilai alpha ini merupakan indikasi dari homogenitas latar belakang responden, di mana 48 dari 54 responden merupakan pihak kontraktor yang memiliki latar belakang dan pengalaman serupa dalam pelaksanaan proyek jalan tol.

Analisis Data

Tahap ini bertujuan untuk mengukur tingkat signifikansi relatif dari setiap faktor risiko yang telah diidentifikasi dalam proyek pembangunan jalan tol. Setiap risiko dievaluasi berdasarkan dua dimensi utama, yaitu:

Severity (S) – tingkat keparahan dampak apabila risiko tersebut terjadi.

Probability (P) – kemungkinan terjadinya risiko dalam konteks proyek.

Pendekatan ini mengacu pada metode kuantitatif analisis risiko berbasis persepsi responden, di mana setiap responden menilai faktor risiko menggunakan skala Likert 0.1–0.9 seperti pada Gambar 1, dimana (0.1) Sangat Rendah – (0.9) Sangat Tinggi. Hasil penilaian dari seluruh responden kemudian dirata-ratakan untuk setiap faktor, sehingga menghasilkan nilai rata-rata Severity (S_i) dan rata-rata Probability (P_i). Besarnya risiko atau Risk Magnitude (R_i) dihitung menggunakan formula berikut:

$$R_i = S_i \times P_i$$

Keterangan:

- R_i = Risk Magnitude dari faktor risiko ke-i
- S_i = nilai rata-rata keparahan (Severity) faktor risiko ke-i
- P_i = nilai rata-rata probabilitas (Probability) faktor risiko ke-i

Berdasarkan Gambar 1, magnitude faktor risiko dikelompokkan dengan rentang nilai antara 0.00 hingga 0.10 yang dikategorikan sebagai *Very Low*, rentang nilai lebih dari 0.10 hingga 0.25 diklasifikasikan sebagai *Low*, nilai di atas 0.25 hingga 0.35 diklasifikasikan sebagai *Moderate*, nilai antara lebih dari 0.35 hingga 0.45 diklasifikasikan sebagai *High*, dan nilai di atas 0.45 hingga 0.81 diklasifikasikan sebagai *Critical*, yang menandakan risiko dengan tingkat signifikansi tertinggi.

Dengan demikian, faktor risiko dengan nilai Risk Magnitude ($R = S \times P > 0.35$) dikategorikan sebagai risiko tinggi (H) dan dipilih sebagai batas minimal risiko yang dianggap dominan terhadap *cost overrun* pada proyek jalan tol dengan skema KPBU. Tabel 5 berikut merupakan rangkuman dari hasil perhitungan penilaian faktor risiko yang dominan terhadap *cost overrun* pada proyek jalan tol dengan skema KPBU.

Tabel 5. Faktor Risiko Dominan Penyebab *Cost Overrun* Proyek Jalan Tol

No	Faktor Risiko	Keparahan (Mean)	Probabilitas (Mean)	Magnitude	Keterangan
1	Perubahan peraturan	0.741	0.537	0.40	H

No	Faktor Risiko	Keparahan (Mean)	Probabilitas (Mean)	Magnitude	Keterangan
2	Masalah pembebasan lahan	0.778	0.716	0.56	C
4	Kondisi lapangan di luar perkiraan	0.720	0.622	0.45	C
10	Sering perjadi perubahan desain	0.667	0.614	0.41	H
21	Kenainkan harga material	0.724	0.537	0.39	H
23	Kesulitan keuangan kontraktor	0.733	0.549	0.40	H
24	Ketidakmampuan membayar utang	0.729	0.500	0.36	H
32	Terbatasnya akses sumber pendanaan	0.684	0.524	0.36	H

Pembahasan Hasil dan Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tiga faktor eksternal utama yang memengaruhi proyek adalah pembebasan lahan, kondisi lapangan diluar perkiraan, dan perubahan peraturan, dengan nilai magnitudo tertinggi masing-masing 0.56, 0.45 dan 0.40. Ketiga hal ini menunjukkan bahwa risiko eksternal seperti faktor alam, kebijakan dan administratif memiliki dampak yang signifikan terhadap biaya dan jadwal proyek. Temuan ini sejalan dengan pernyataan [5] yang menyatakan bahwa keterlambatan dalam pembebasan lahan dan perubahan regulasi adalah penyebab utama terjadinya pembengkakan biaya pada konstruksi jalan raya di Mesir. Hasil yang serupa juga dikemukakan oleh [11], yang mengungkapkan bahwa faktor kelembagaan dan perizinan berkontribusi besar terhadap peningkatan biaya dalam proyek infrastruktur publik di wilayah Timur Tengah. Di Indonesia, banyaknya pihak yang terlibat dalam proyek KPBU menyebabkan ketidakpastian administratif, yang berdampak langsung pada efisiensi pelaksanaan proyek.

Meskipun dalam skema KPBU risiko pembebasan lahan secara kontraktual dialokasikan kepada pemerintah, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor pembebasan lahan tetap menjadi penyebab dominan terjadinya *cost overrun* pada proyek jalan tol. Temuan ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara alokasi risiko secara formal dan dampak nyata yang terjadi selama pelaksanaan proyek. Keterlambatan pembebasan lahan tidak hanya menunda awal konstruksi, tetapi juga memicu efek berantai berupa perubahan urutan pekerjaan, penurunan produktivitas, serta peningkatan biaya tidak langsung yang pada akhirnya tetap memengaruhi kinerja biaya proyek secara keseluruhan.

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian [1] yang mengidentifikasi pembebasan lahan sebagai *first-tier risk event*, yaitu risiko utama yang memicu munculnya risiko lanjutan seperti penundaan konstruksi dan inefisiensi pelaksanaan. Lebih lanjut, [1] menjelaskan bahwa akar permasalahan pembebasan lahan di Indonesia tidak hanya bersifat administratif, tetapi juga dipengaruhi oleh konflik kepemilikan tanah, resistensi sosial, ketidaksinkronan data pertanahan, serta perubahan kebijakan nilai ganti rugi. Kondisi

tersebut menyebabkan meningkatnya ketidakpastian jadwal dan biaya, meskipun tanggung jawab formal berada pada pemerintah.

Dari permasalahan internal, sering terjadi perubahan desain (0.41) menjadi penyebab berikutnya. Kedua elemen ini mencerminkan adanya kesenjangan antara tahap perencanaan dan realisasi proyek.[34] dan [35] menunjukkan bahwa ketidaksesuaian dengan kondisi lapangan dan perubahan desain yang berulang sangat berkontribusi pada meningkatnya biaya karena revisi teknis serta penundaan pekerjaan. Dalam proyek tol di Indonesia, kondisi geoteknik yang rumit dan cuaca yang ekstrem kerap mengubah metode konstruksi yang telah ditetapkan, sehingga menyebabkan signifikan terjadinya pembengkakan biaya. Temuan ini mendukung pandangan bahwa faktor teknis tetap merupakan elemen yang sangat menentukan, meskipun pengaruhnya seringkali dipicu oleh lemahnya perencanaan awal dan kurangnya integrasi data lapangan.

Penelitian [1] menunjukkan bahwa perubahan desain sering kali berkaitan dengan ketidaklengkapan informasi awal dan tekanan untuk mempercepat pelaksanaan proyek, sehingga desain mengalami penyesuaian selama fase konstruksi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa upaya mitigasi *cost overrun* tidak hanya bergantung pada pengendalian pelaksanaan, tetapi harus dimulai sejak tahap perencanaan melalui peningkatan kualitas survei awal, koordinasi desain lintas disiplin, serta penerapan *constructability review* sebelum proyek memasuki tahap konstruksi. [10] Menegaskan bahwa rencana proyek yang baik merupakan hasil dari perencanaan yang teliti, ditandai dengan studi kelayakan komprehensif yang mempertimbangkan aspek teknis dan non-teknis proyek, seperti desain teknik dan kerangka regulasi serta institusional. Penting untuk menghindari perencanaan terburu-buru demi mempercepat realisasi proyek jalan tol.

Selanjutnya, kesulitan keuangan pada kontraktor (0.40), ketidakmampuan dalam membayar utang (0,36), dan keterbatasan akses terhadap sumber pendanaan (0.36) menunjukkan tingginya risiko finansial dalam proyek KPBU. Hal ini sejalan dengan temuan [33] yang mengindikasikan bahwa stabilitas keuangan kontraktor berkaitan langsung dengan kemampuan dalam mengendalikan biaya proyek. [13] Juga menekankan bahwa skema pembiayaan jangka panjang dalam proyek KPBU berpotensi menyebabkan tekanan pada arus kas serta meningkatkan risiko likuiditas. Dalam proyek tol di Indonesia, kontraktor yang berfungsi sebagai Badan Usaha Pelaksana (BUP) sering kali menghadapi masalah pembiayaan akibat lambatnya pengembalian investasi, yang memperburuk kemungkinan terjadinya pembengkakan biaya.

Selain itu, faktor peningkatan harga material (0.38) mengindikasikan pengaruh eksternal dari ketidakstabilan ekonomi terhadap biaya proyek. Menurut [36], fluktuasi harga bahan bangunan seperti baja dan aspal adalah salah satu penyebab utama meningkatnya biaya di sektor transportasi secara global. Dalam konteks pasca-pandemi, ketergantungan pada impor bahan konstruksi membuat biaya proyek menjadi sangat sensitif terhadap inflasi serta nilai tukar mata uang. Situasi ini menegaskan pentingnya penerapan strategi perlindungan bahan material dan mekanisme penyesuaian harga dalam kontrak jangka panjang.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini mendukung teori [17] mengenai kompleksitas risiko yang bersifat multidimensional dalam proyek publik, di mana pembengkakan biaya bukan hanya disebabkan oleh kesalahan teknis, tetapi juga ketidakpastian yang terkait dengan aspek finansial dan kelembagaan. Temuan ini menunjukkan bahwa proyek KPBU di Indonesia memerlukan manajemen risiko yang terintegrasi, mencakup aspek teknis, finansial, dan regulasi. Penelitian ini memberikan

kontribusi empiris dengan menunjukkan bahwa interaksi antara faktor eksternal dan internal merupakan penyebab utama pembengkakan biaya.

KESIMPULAN

Studi ini mengidentifikasi faktor risiko utama yang secara signifikan berkontribusi terhadap kelebihan biaya dalam proyek KPBU Jalan Tol di Indonesia. Faktor-faktor tersebut meliputi masalah pembebasan lahan, kondisi lapangan di luar perkiraan, sering terjadi perubahan desain, kesulitan keuangan kontraktor, perubahan peraturan, kenaikan harga material, ketidakmampuan membayar utang, dan keterbatasan akses ke sumber pendanaan. Faktor keuangan dan eksternal memiliki pengaruh dominan, sedangkan faktor teknis berfungsi sebagai pemicu tambahan dalam eskalasi biaya.

Secara teoritis, temuan studi ini memperkuat model manajemen risiko proyek konseptual yang menyoroti hubungan antara dimensi kebijakan, keuangan, dan teknik terkait dengan kinerja biaya. Secara praktis, studi ini memberikan panduan kuantitatif kepada pemerintah dan komunitas bisnis dalam menentukan prioritas mitigasi risiko dan implementasi proyek KPBU. Pendekatan manajemen risiko yang lebih integratif diperlukan untuk memastikan keberlanjutan proyek jalan tol dan meningkatkan efisiensi investasi infrastruktur nasional.

Sebagai implikasi teknis, temuan dari studi ini menggaris bawahi penerapan betapa pentingnya metodologi berbasis teknologi dan perencanaan terpadu untuk mengurangi faktor risiko utama yang menyebabkan *cost overrun*. Penggunaan Building Information Modeling (BIM) sejak tahap perencanaan hingga konstruksi dapat meningkatkan kualitas desain, mengurangi ketidaksesuaian kondisi lapangan, serta meminimalkan perubahan desain yang berulang. Di samping itu, integrasi BIM dengan analisis risiko dan manajemen biaya memberikan peluang untuk mengevaluasi potensi *cost overrun* dengan lebih tepat dan *real time*. Untuk faktor finansial dan eksternal, diperlukan penguatan mekanisme *early risk identification*, skema pembiayaan yang adaptif, serta koordinasi lintas institusi antara pemerintah dan badan usaha agar risiko kebijakan dan pembebasan lahan dapat diantisipasi sejak awal. Dengan demikian, penerapan teknologi digital dan strategi manajemen risiko yang proaktif menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi serta keberlanjutan proyek KPBU jalan tol di Indonesia.

DAFTAR REFERENSI

- [1] A. Pramudya and A. Wibowo, “Ranking Risks of BOT Toll Road Investment Projects in Indonesia Using Fuzzy Interpretive Structural Modelling,” *Construction Economics and Building*, vol. 22, no. 4, Nov. 2022, doi: 10.5130/AJCEB.v22i4.8091.
- [2] I. Akomea-Frimpong, X. Jin, and R. Osei-Kyei, “Managing financial risks to improve financial success of public—private partnership projects: a theoretical framework,” *Journal of Facilities Management*, vol. 20, no. 5, pp. 629–651, Sep. 2022, doi: 10.1108/JFM-03-2021-0036.
- [3] R. Osei-Kyei and A. P. C. Chan, “Risk assessment in public-private partnership infrastructure projects,” *Construction Innovation*, vol. 17, no. 2, pp. 204–223, Apr. 2017, doi: 10.1108/CI-08-2016-0043.
- [4] L. Kumar, A. Jindal, and N. R. Velaga, “Financial risk assessment and modelling of PPP based Indian highway infrastructure projects,” *Transp. Policy (Oxf.)*, vol. 62, pp. 2–11, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.tranpol.2017.03.010.

- [5] T. Ammar, M. Abdel-Monem, and K. El-Dash, "Risk factors causing cost overruns in road networks," *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 13, no. 5, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.asej.2022.101720.
- [6] S. Melaku Belay, S. Tilahun, M. Yehualaw, J. Matos, H. Sousa, and E. T. Workneh, "Analysis of Cost Overrun and Schedule Delays of Infrastructure Projects in Low Income Economies: Case Studies in Ethiopia," *Advances in Civil Engineering*, vol. 2021, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.1155/2021/4991204.
- [7] B. Flyvbjerg *et al.*, "Five things you should know about cost overrun," *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 118, pp. 174–190, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.tra.2018.07.013.
- [8] M. H. Rafiei and H. Adeli, "Novel Machine-Learning Model for Estimating Construction Costs Considering Economic Variables and Indexes," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 144, no. 12, Dec. 2018, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001570.
- [9] H. Liu, V. Kwigizile, and W.-C. Huang, "Holistic Framework for Highway Construction Cost Index Development Based on Inconsistent Pay Items," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 147, no. 7, Jul. 2021, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002080.
- [10] A. Wibowo and S. R. Santoso, "Cost Overruns Arising From Government-Led Risks in Indonesian Toll Roads," *Public Works Management & Policy*, vol. 29, no. 3, pp. 446–470, Jul. 2024, doi: 10.1177/1087724X241237986.
- [11] Y. S. Al-Nahhas, L. A. Hadidi, M. S. Islam, M. Skitmore, and Z. Abunada, "Modified Mamdani-fuzzy inference system for predicting the cost overrun of construction projects," *Appl. Soft Comput.*, vol. 151, p. 111152, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.asoc.2023.111152.
- [12] I. Mahamid, "Contractors' perception of risk factors affecting cost overrun in building projects in Palestine," *The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 38–50, Jan. 2014, doi: 10.1080/19373260.2013.854180.
- [13] I. Akomea-Frimpong, X. Jin, and R. Osei-Kyei, "A holistic review of research studies on financial risk management in public–private partnership projects," *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol. 28, no. 9, pp. 2549–2569, Nov. 2021, doi: 10.1108/ECAM-02-2020-0103.
- [14] P. Ch. Anastopoulos, J. E. Haddock, and S. Peeta, "Cost Overrun in Public-Private Partnerships: Toward Sustainable Highway Maintenance and Rehabilitation," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 140, no. 6, Jun. 2015, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000854.
- [15] L. E. Winata and Y. M. L. Gultom, "The effects of governance on performance: the case of Public–Private Partnership (PPP) toll roads in Indonesia," *International Journal of Construction Management*, vol. 24, no. 13, pp. 1398–1406, Oct. 2024, doi: 10.1080/15623599.2023.2219937.
- [16] Z. Bouayed, "Using monte carlo simulation to mitigate the risk of project cost overruns," *International Journal of Safety and Security Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 293–300, Jun. 2016, doi: 10.2495/SAFE-V6-N2-293-300.
- [17] B. Flyvbjerg *et al.*, "Five things you should know about cost overrun," *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 118, pp. 174–190, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.tra.2018.07.013.
- [18] Project Management Institute, "1 PMBOK 6 -Project Risk Management," 2017.
- [19] C. Bordat, B. G. McCullouch, K. C. Sinha, and S. Labi, "An Analysis of Cost Overruns and Time Delays of INDOT Projects," 2004. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:108844196>

- [20] G. D. Creedy, M. Skitmore, and J. K. W. Wong, "Evaluation of Risk Factors Leading to Cost Overrun in Delivery of Highway Construction Projects," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 136, no. 5, pp. 528–537, May 2010, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000160.
- [21] National Audit Office, "Estimating and monitoring the costs of building roads in England," London, 2007.
- [22] A. S. EL-Touny, A. H. Ibrahim, and M. I. Amer, "Estimating Cost Contingency for Highway Construction Projects Using Analytic Hierarchy Processes," 2014. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:212469883>
- [23] N. Al-Hazim and Z. Abusalem, "Delay and cost overrun in road construction projects in Jordan," *International Journal of Engineering & Technology*, vol. 4, no. 2, p. 288, Apr. 2015, doi: 10.14419/ijet.v4i2.4409.
- [24] H. Vu, J. Wang, L. Min, S. Mai, and N. Hong phong, "Research on Cost Overrun Risk of Construction Phase of Vietnam Highway International Contracting Project," *Engineering*, vol. 08, pp. 86–98, Mar. 2016, doi: 10.4236/eng.2016.83011.
- [25] L. Chahrour, "Analysis of Risks and Cost Overruns in Design-Bid-Build Highway Infrastructure Projects in Ontario," 2017.
- [26] A. França and A. Haddad, "Causes of construction projects cost overrun in Brazil," *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, vol. 9, no. 1, pp. 69–83, 2018, doi: 10.30880/ijscet.2018.09.01.006.
- [27] N. Anigbogu and Z. Ahmad, "Cost Overruns on Federal Capital Territory Authority Road Construction Projects," vol. 13, pp. 1–14, Mar. 2019.
- [28] M. Kumar Sharma, "Monte Carlo Simulation Applications for Construction Project Management," *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, vol. 11, no. 2, pp. 88–100, 2020.
- [29] P. T. Le, K. Kirytopoulos, N. Chileshe, and R. Rameezdeen, "Taxonomy of risks in PPP transportation projects: a systematic literature review," *International Journal of Construction Management*, vol. 22, no. 2, pp. 166–181, Jan. 2022, doi: 10.1080/15623599.2019.1615756.
- [30] F. F. Remi, "Kajian Faktor Penyebab Cost Overrun Pada Proyek Konstruksi Gedung," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no. 2, p. 33, Mar. 2017, doi: 10.22441/jtm.v6i2.1187.
- [31] Eri Setia Romadhon, "Pola Hubungan Antara kinerja biaya dan Dampak Negatif Pada Manajemen Biaya Material dengan Pendekatan indicator cost Overrun," *Construction industry-Materials management, Universitas Indonesia*, 2003.
- [32] J. B. F. Panggabean, L. S. Riantini, and R. Setyawati, "Risk Identification of Public Private Partnership Contracts with The Build-Operate-Transfer Scheme on Toll Road in Indonesia," *International Journal for Disaster and Development Interface*, vol. 4, no. 2, pp. 109–122, Nov. 2024, doi: 10.53824/ijddi.v4i2.84.
- [33] H. Aladağ and Z. Işık, "Role of Financial Risks in BOT Megatransportation Projects in Developing Countries," *Journal of Management in Engineering*, vol. 33, no. 4, Jul. 2017, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000527.
- [34] L. Le-Hoai, Y. D. Lee, and J. Y. Lee, "Delay and cost overruns in Vietnam large construction projects: A comparison with other selected countries," *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 12, no. 6, pp. 367–377, Nov. 2008, doi: 10.1007/s12205-008-0367-7.

- [35] M. K. Sharma, "Monte Carlo Simulation Applications For Construction Project Management ,," *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET)*, vol. 11, no. 2, Feb. 2020, doi: 10.34218/IJCET.11.2.2020.010.
- [36] P. E. D. Love, D. J. Edwards, and J. Smith, "Rework Causation: Emergent Theoretical Insights and Implications for Research," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 142, no. 6, Jun. 2016, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001114.