

No. 09/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2026

SKRIPSI

**ANALISIS RISIKO BIAYA INVESTASI JALAN TOL BERBASIS  
PROBABILISTIK MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE  
CARLO**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV  
Politeknik Negeri Jakarta**

**Disusun Oleh :**

**Okrabillah Aditya Ramadhan**  
**NIM 2201411042**

**Pembimbing :**

**(Agung Budi Broto, S.T., M.T.)**  
**NIP 196304021989031003**

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN  
JALAN DAN JEMBATAN  
KONSENTRASI JALAN TOL  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
2026**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

### **ANALISIS RISIKO BIAYA INVESTASI JALAN TOL BERBASIS PROBABILISTIK MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO**

yang disusun oleh **Okrabillah Aditya Ramadhan** (NIM 2201411042) telah  
disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi**

**Pembimbing**

**(Agung Budi Broto, S.T., M.T.)**

**NIP 196304021989031003**



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi berjudul:

**ANALISIS RISIKO BIAYA INVESTASI JALAN TOL BERBASIS  
PROBABILISTIK MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO**

Yang disusun oleh :

Okrabillah Aditya Ramadhan (2201411042)

telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap I di depan Tim Penguji pada  
hari Rabu tanggal 03 Juni 2026

	<b>Nama Tim Penguji</b>	<b>Tanda Tangan</b>
<b>Ketua</b>	Nunung Martina, S.T., M.T. NIP 196703081990032001	
<b>Anggota</b>	Safri, S.T., M.T. NIP 198705252020121010	
<b>Anggota</b>	Sidiq Wacono, S.T., M.T. NIP 198705252020121010	

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta**

**Istiatun, S.T., M.T.**

NIP 19660518199010200



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Okrabillah Aditya Ramadhan  
NIM : 2201411042  
Program Studi : D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan – Manajemen Operasional Jalan Tol  
Alamat Email : okrabillah.aditya.ramadhan.ts22@mhs.w.pnj.ac.id  
Judul Naskah : Analisis Risiko Biaya Investasi Jalan Tol Berbasis Probabilistik Menggunakan Simulasi Monte Carlo

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain, dan belum pernah diikutkan dalam kegiatan akademis/perlombaan apa pun.

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan saya bersedia menerima sanksi yang berlaku. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 16 Juni 2026  
Yang menyatakan,

Okrabillah Aditya Ramadhan

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Risiko Biaya Investasi Jalan Tol Berbasis Probabilistik Menggunakan Simulasi Monte Carlo**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam kelulusan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat, taufik, hidayah-Nya
2. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan moral, material, dan spiritual selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
3. Ibu Istiatun, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Agung Budi Broto, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Skripsi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah membimbing, memberi arahan, dan memberikan komentar yang membangun selama proses pengerjaan skripsi.
5. Bapak Roihans Muhammad Iqbal, selaku saudara kandung penulis dan juga pembimbing skripsi yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi.
6. Rekan-rekan di Maintenance Department, OMM Group, PT Jasa Marga (Persero) Tbk., yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data skripsi dan memberikan dukungan selama proses penyusunan skripsi.
7. Rekan-rekan di PT Jasamarga Tollroad Maintenance Area JTC atas dukungan dan semangat yang diberikan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
8. Teman-teman Kost Ibu Dwi, terima kasih atas waktu, perjuangan bersamanya selama kuliah, dukungan, dan doa-doa baik yang selalu panjatkan. Semoga sukses dan sehat selalu.
9. Teman-teman kelas TPJJ-2 Manajemen Operasional Jalan Tol, terima kasih atas waktu dan kebersamaannya. Semoga sukses dan sehat selalu.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi bahan referensi bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Depok, 16 Juni 2026

Okrabillah Aditya Ramadhan





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 State of The Art.....	6
2.2 Jalan Tol.....	9
2.3 Investasi Infrastruktur Jalan Tol di Indonesia.....	9
2.4 Kerjasama Pemerintah Badan Usaha Dalam Pembangunan Jalan Tol .....	11
2.4.1 Struktur KPBU Dalam Pembangunan Jalan Tol .....	13
2.5 Manajemen Risiko Proyek Infrastruktur .....	14
2.6 Penilaian Risiko.....	16



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6.1	Identifikasi Risiko.....	17
2.6.2	Analisis Risiko.....	20
2.6.3	Evaluasi Risiko.....	22
2.6.3.1	Alokasi Risiko .....	22
2.6.3.2	Respon Risiko.....	23
2.6.3.3	Mitigasi Risiko .....	24
2.7	Konsep Purposive Sampling Berbasis Expert Judgement.....	26
2.8	Simulasi Monte Carlo.....	27
2.9	Konsep Pareto Diagram.....	28
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>29</b>
3.1	Lokasi dan Objek Penelitian .....	29
3.2	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.3	Bagan Alir Penelitian.....	30
3.4	Metode Penelitian.....	31
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	32
3.5.1	Data Primer .....	32
3.5.1.1	Teknik Sampling.....	32
3.5.1.2	Skala Pengukuran Pada Kuesioner .....	32
3.5.1.3	Variabel Risiko Yang Di Analisis .....	33
3.5.1.4	Format Kuesioner .....	34
3.5.2	Data Sekunder .....	36
3.6	Metode Analisis Data .....	36
3.6.1	Identifikasi Risiko Awal .....	36
3.6.2	Tabulasi dan Pengolahan Data Kuesioner Risiko.....	37
3.6.3	Validasi Data <i>Expert Judgement</i> .....	37
3.6.4	Simulasi Monte Carlo .....	39
3.7	Evaluasi Risiko.....	40



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.7.1	Perlakuan Risiko.....	41
3.8	Luaran.....	42
<b>BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>43</b>
4.1	Data Proyek Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulonprogo.....	43
4.2	Data Biaya Investasi Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulonprogo .	44
4.3	Data Biaya Operasi dan Pemeliharaan (O&M).....	44
4.4	Data Hasil Kuesioner Penelitian .....	45
4.4.1	Data Responden Kuesioner Penelitian.....	45
4.4.2	Validasi Variabel Risiko Yang Berpengaruh.....	47
4.4.3	Alokasi Risiko Investasi.....	48
4.4.4	Kuesioner Probabilitas Risiko .....	51
4.4.5	Kuesioner Dampak Risiko .....	52
4.4.6	Validasi dan Konsistensi Data <i>Expert Judgement</i> .....	53
4.5	Analisis Komponen Biaya Investasi Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo.....	56
4.5.1	Analisis Basis Biaya Risiko Investasi.....	56
4.5.2	Komponen Nilai Investasi Proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo.....	57
4.6	Simulasi Monte Carlo.....	60
4.6.1	Penentuan Jumlah Iterasi .....	61
4.6.2	Hasil Simulasi Monte Carlo .....	62
4.7	Evaluasi Risiko.....	66
4.7.1	Faktor Risiko .....	66
4.7.2	Nilai Kategorisasi Risiko .....	67
4.7.3	Besaran Biaya Risiko .....	69
4.7.4	Analisis Besaran Alokasi Risiko .....	74
4.8	Perlakuan Risiko .....	75
4.8.1	Analisis Mitigasi Risiko .....	75



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

4.8.2	Analisis Risiko Dominan .....	82
4.8.3	Validasi Akhir .....	83
4.9	Pembahasan.....	87
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>94</b>
5.1	Kesimpulan .....	94
5.2	Saran.....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>96</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>102</b>



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	6
Tabel 2. 2 Matriks Tingkat Risiko .....	21
Tabel 2. 3 Deskripsi Tingkat Kemungkinan Risiko.....	21
Tabel 3. 1 Rencana Jadwal Penelitian .....	29
Tabel 3. 2 Skala Pengukuran Pada Kuesioner .....	33
Tabel 3. 3 Skala Pengukuran Dampak Risiko Terhadap .....	33
Tabel 3. 4 Variabel Risiko Yang Di Analisis .....	34
Tabel 3. 5 Format Kuesioner Probabilitas Risiko .....	35
Tabel 3. 6 Format Kuesioner Dampak Risiko .....	35
Tabel 3. 7 Validasi Data Expert Judgement .....	38
Tabel 3. 8 Nilai Kategorisasi Risiko .....	40
Tabel 3. 9 Kuesioner Tindakan Mitigasi Risiko .....	42
Tabel 4. 1 Data Umum Proyek Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulonprogo	43
Tabel 4. 2 Data Biaya Investasi Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulonprogo	44
Tabel 4. 3 Data Biaya Operasi dan Pemeliharaan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulonprogo .....	44
Tabel 4. 4 Data Responden Kuesioner Penelitian.....	45
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Kelayakan Responden Expert Judgement.....	46
Tabel 4. 6 Data Hasil Validasi Pengaruh Variabel Risiko .....	47
Tabel 4. 7 Data Hasil Alokasi Risiko .....	48
Tabel 4. 8 Analisis Interpretasi Alokasi Risiko .....	50
Tabel 4. 9 Data Hasil Probabilitas Risiko .....	51
Tabel 4. 10 Data Hasil Dampak Risiko .....	52
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Validasi dan Konsistensi Data Expert Judgement.....	53
Tabel 4. 12 Konsistensi Parameter Dampak Risiko.....	55
Tabel 4. 13 Basis Biaya Risiko Investasi .....	56
Tabel 4. 14 Data Komponen Nilai Biaya Investasi Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo.....	57
Tabel 4. 15 Perhitungan Jumlah Iterasi Simulasi Monte Carlo .....	62

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 16 Hasil Simulasi Monte Carlo Frekuensi Risiko .....	62
Tabel 4. 17 Hasil Simulasi Monte Carlo Dampak Risiko .....	63
Tabel 4. 18 Parameter Output Statistik Simulasi Monte Carlo Total Risk Cost .....	64
Tabel 4. 19 Perhitungan Faktor Risiko.....	67
Tabel 4. 20 Tabel Kategorisasi Risiko .....	67
Tabel 4. 21 Hasil Kategorisasi Risiko .....	68
Tabel 4. 22 Perhitungan Nilai Besaran Biaya Risiko.....	70
Tabel 4. 24 Tabel Pemeringkatan Nilai Besaran Risiko .....	72
Tabel 4. 25 Besaran Alokasi Risiko .....	74
Tabel 4. 26 Analisis Strategi Mitigasi Risiko.....	77
Tabel 4. 27 Perhitungan Besaran Risiko Kumulatif.....	82
Tabel 4. 28 Hasil Validasi Akhir.....	84
Tabel 4. 29 Strategi Mitigasi Tambahan Variabel Risiko Dominan.....	84
Tabel 4. 30 Sintesis Hasil Validasi Risiko .....	88
Tabel 4. 31 Perbandingan Risiko Dominan dengan Penelitian Terdahulu.....	92

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Posisi Penelitian.....	8
Gambar 2. 2 Grafik Bisnis Investasi Jalan.....	10
Gambar 2. 3 Struktur KPBU Skema Usage-Based .....	13
Gambar 2. 4 Proses Manajemen Risiko .....	15
Gambar 2. 5 Alur Monitoring dan Rencana Mitigasi Risiko Proyek KPBU.....	26
Gambar 3. 1 Trase Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulonprogo .....	29
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian .....	31
Gambar 4. 1 Demografi Instansi Responden Kuesioner .....	46
Gambar 4. 2 Grafik Prosentase Alokasi Risiko .....	49
Gambar 4. 3 Grafik Histogram 10.000 Iterasi Hasil Monte Carlo Total Risk Cost. 64	
Gambar 4. 4 Grafik Histogram 1.982 Iterasi Hasil Monte Carlo Total Risk Cost... 64	
Gambar 4. 5 Grafik Tornado Diagram .....	72
Gambar 4. 6 Grafik Nilai Besaran Alokasi Risiko.....	74
Gambar 4. 7 Diagram Pareto .....	83
Gambar 4. 8 Kategorisasi Risiko .....	89
Gambar 4. 9 Risiko Dominan .....	90

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kuesioner Penelitian.....	103
Lampiran 2	Tabulasi Hasil Kuesioner Nilai Pengaruh .....	111
Lampiran 3	Kuesioner Alokasi Risiko .....	112
Lampiran 4	Tabulasi Hasil Kuesioner Nilai Probabiliats.....	113
Lampiran 5	Tabulasi Hasil Kuesioner Nilai Dampak .....	114
Lampiran 6	Perhitungan Jumlah Iterasi .....	115
Lampiran 7	Simulasi Monte Carlo 10.000 Iterasi.....	116
Lampiran 8	Simulasi Monte Carlo 1.982 Iterasi.....	117
Lampiran 9	Output Simulasi Monte Carlo 10.000 Iterasi .....	118
Lampiran 10	Output Simulasi Monte Carlo 1.982 Iterasi.....	119
Lampiran 11	Pernyataan Calon Pembimbing.....	120
Lampiran 12	Lembar Pengesahan.....	121
Lampiran 13	Lembar Asistensi.....	122
Lampiran 14. 1	Lembar Persetujuan Pembimbing .....	124
Lampiran 14. 2	Lembar Persetujuan Pembimbing .....	125
Lampiran 15. 1	Lembar Persetujuan Penguji .....	126
Lampiran 15. 2	Lembar Persetujuan Penguji .....	127
Lampiran 15. 3	Lembar Persetujuan Penguji .....	128
Lampiran 16. 1	Lembar Asistensi Penguji .....	129
Lampiran 16. 2	Lembar Asistensi Penguji .....	130
Lampiran 16. 3	Lembar Asistensi Penguji .....	131

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan jalan tol merupakan bentuk investasi infrastruktur jangka panjang yang membutuhkan biaya besar, memiliki tingkat risiko yang tinggi, khususnya pada aspek biaya investasi dalam skema Kerja Sama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU) (Nurhayati et al., 2021). Karakteristik tersebut menyebabkan kelayakan finansial proyek jalan tol sangat sensitif terhadap perubahan biaya investasi dan ketidakpastian risiko (Wibowo, 2012). Dalam skema KPBU, keberhasilan investasi dipengaruhi oleh kemampuan dalam pengelolaan risiko sejak tahap awal perencanaan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa variabel risiko seperti keterlambatan pembebasan lahan, perubahan desain, kenaikan biaya, ketidakpastian biaya operasi dan pemeliharaan serta risiko permintaan dapat berdampak signifikan pada biaya investasi proyek (Handayani et al., 2023). Penelitian Iqbal & Purwanto (2022) menunjukkan bahwa dari 27 variabel risiko yang diidentifikasi, hanya 8 variabel risiko dominan yang berkontribusi terhadap 70% dari total nilai risiko investasi proyek. Temuan tersebut menunjukkan bahwa beberapa variabel risiko memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan dengan variabel risiko lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini memfokuskan pada analisis variabel risiko yang berpotensi paling berpengaruh terhadap biaya investasi jalan tol untuk selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perumusan strategi alokasi, mitigasi, dan respon risiko yang lebih optimal.

Meskipun analisis risiko telah banyak dilakukan pada proyek infrastruktur jalan tol, sebagian besar penelitian sebelumnya masih menggunakan pendekatan deterministik seperti Analytical Hierarchy Process (AHP), yang berfokus pada identifikasi dan prioritas risiko tanpa memodelkan ketidakpastian dampak risiko secara probabilistik (Debataraja et al., 2020). Pendekatan tersebut belum mampu menggambarkan variasi kemungkinan dampak risiko terhadap biaya investasi karena nilai risiko bersifat statis. Oleh karena itu, diperlukan analisis dengan pendekatan probabilitas yang mampu merepresentasikan ketidakpastian risiko biaya investasi. Dalam konteks ini, pemilihan metode simulasi Monte Carlo dinilai relevan karena mampu memodelkan ketidakpastian risiko melalui distribusi probabilitas dan proses iterasi, sehingga meningkatkan akurasi analisis serta menghasilkan skenario risiko



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

yang lebih realistis (Maulana Sutedi & Purwanto, 2023). Pendekatan ini memungkinkan identifikasi variabel risiko yang paling berpengaruh terhadap kelayakan investasi serta memberikan dasar pengambilan keputusan yang lebih kuat dibandingkan dengan metode konvensional seperti analisis sensitivitas atau pemeringkatan risiko. Analisis risiko yang kredibel dan transparan tersebut pada akhirnya berperan penting dalam meningkatkan kepercayaan investor dan mendukung keberhasilan investasi proyek jalan tol dalam skema KPBU (Rachmawati & Dalimunthe, 2024).

Berdasarkan kebutuhan analisis risiko biaya investasi yang telah diuraikan sebelumnya, penelitian ini disusun dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif berbasis probabilistik. Variabel risiko penelitian ditentukan secara purposive berdasarkan studi literatur serta kesesuaiannya dengan karakteristik proyek yang diteliti. Dalam penelitian ini, analisis difokuskan pada sembilan variabel risiko yang berpotensi memengaruhi biaya investasi proyek jalan tol, yaitu pembebasan lahan, perubahan desain, kenaikan biaya konstruksi, keterlambatan pekerjaan, bencana alam, kenaikan biaya modal, biaya operasi dan pemeliharaan lebih tinggi dari estimasi, volume lalu lintas lebih rendah dari proyeksi, dan risiko konektivitas wilayah. Penilaian probabilitas kejadian dan dampak risiko diperoleh melalui kuesioner kepada ahli untuk selanjutnya digunakan sebagai parameter input dalam simulasi Monte Carlo guna menghasilkan distribusi probabilistik risiko biaya investasi. Konsep diagram Pareto digunakan pada tahap perlakuan risiko untuk menentukan variabel risiko dominan sebagai dasar dalam perumusan strategi alokasi, mitigasi, dan respons risiko yang lebih tepat sasaran.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan analisis risiko biaya investasi jalan tol di Indonesia berbasis probabilistik, khususnya pada proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo. Hasil simulasi Monte Carlo diharapkan mampu menggambarkan distribusi risiko biaya investasi secara lebih realistis, mengidentifikasi variabel risiko dominan, serta menjadi dasar perumusan strategi alokasi, mitigasi, dan respon risiko yang lebih terarah. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemangku kepentingan dalam pengelolaan risiko investasi proyek jalan tol skema KPBU serta berkontribusi dalam meningkatkan kepercayaan investor terhadap kelayakan dan keberlanjutan proyek infrastruktur jalan tol di Indonesia.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan yang akan dibahas dan dianalisis sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil validasi pengaruh variabel risiko terpilih terhadap biaya investasi Jalan Tol Solo–Yogyakarta–NYIA Kulonprogo
2. Bagaimana hasil analisis risiko biaya investasi Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo secara probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo.
3. Bagaimana strategi alokasi, mitigasi, dan respon risiko biaya investasi Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo berdasarkan hasil evaluasi risiko.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Memvalidasi pengaruh variabel risiko terpilih terhadap biaya investasi Jalan Tol Solo–Yogyakarta–NYIA Kulonprogo
2. Menganalisis risiko biaya investasi Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo berbasis probabilistik menggunakan simulasi Monte Carlo.
3. Merumuskan strategi alokasi, mitigasi, dan respon risiko biaya investasi Jalan Tol Solo-Yogyakarta-Kulonprogo berdasarkan hasil evaluasi risiko.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan dan mengevaluasi skema investasi guna mendukung pembangunan infrastruktur jalan tol di Indonesia.
2. Penelitian ini dapat memberikan referensi bagi pengembang akademis dalam bidang kelayakan investasi dan analisis risiko proyek infrastruktur jalan tol.
3. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi siapa saja yang ingin meneliti analisis risiko investasi pada proyek jalan tol.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.5 Batasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup pada penelitian ini, dan untuk mempermudah penyelesaian masalah dengan baik sesuai tujuan yang akan di capai, maka dilakukan pembatasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo sebagai studi kasus dan objek kajian.
2. Pembahasan difokuskan pada analisis risiko biaya investasi proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo.
3. Data biaya investasi yang digunakan mengacu pada dokumen Studi Kelayakan dan Proposal Keuangan Proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo.
4. Analisis risiko dalam penelitian ini dibatasi pada sembilan (9) variabel risiko terpilih yang ditetapkan secara purposive berdasarkan hasil studi literatur terkait risiko investasi proyek jalan tol serta relevansinya terhadap karakteristik dan kondisi spesifik lokasi kajian.
5. Parameter nilai probabilitas dan dampak risiko yang digunakan dalam simulasi Monte Carlo diperoleh berdasarkan penilaian ahli (*expert judgement*).
6. Perhitungan nilai besaran risiko dibatasi pada pedoman Pd T-01-2005-B.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang akan digunakan dalam penyusunan tugas Akhir ini secara garis besar sebagai berikut :

### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan secara umum tentang informasi dari penelitian yang memuat latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan penelitian.

### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan *state of the art* dan posisi penelitian untuk dijadikan dasar dalam analisis masalah. Dipaparkan juga jurnal-jurnal penelitian terdahulu untuk menguatkan dan memperkaya penelitian. Dijelaskan juga teori-teori yang berhubungan dan mendukung penelitian seperti investasi jalan tol, skema KPBU, manajemen risiko proyek infrastruktur, Monte Carlo dan Pareto, serta beberapa



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

definisi dari studi literatur lain yang berkaitan untuk menguatkan teori dalam penulisan dan penelitian.

### **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi metode-metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dan untuk menyelesaikan masalah serta mencapai tujuan dalam menganalisis risiko biaya investasi proyek pembangunan infrastruktur Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo. Diuraikan juga luaran yang akan dihasilkan pada penelitian ini.

### **BAB IV: ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan hasil pengumpulan data. Terdapat 2 (dua) data yang dihasilkan dalam penelitian ini, yaitu data primer yang didapat setelah dilakukan survei kuesioner kepada para ahli dan responden serta data sekunder yang diperoleh dari PT Jasa Marga (Persero) Tbk. Pada bab ini juga di jelaskan bagaimana hasil analisis risiko biaya investasi menggunakan Monte Carlo dan bagaimana strategi alokasi, mitigasi, dan respon risiko nya.

### **BAB V: PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil analisis risiko biaya investasi dan kesimpulan mitigasi dan respon risiko dari proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo serta saran-saran yang penulis berikan untuk objek penelitian.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab perumusan masalah, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Hasil validasi terhadap 16 responden ahli menunjukkan bahwa seluruh 9 variabel risiko terpilih dinilai berpengaruh terhadap biaya investasi Jalan Tol Solo–Yogyakarta–NYIA Kulonprogo.
2. Hasil simulasi Monte Carlo menunjukkan total besaran risiko biaya investasi sebesar Rp8.814.444.030.036,87, dengan komposisi 1 risiko kategori tinggi, 7 risiko kategori sedang, dan 1 risiko kategori rendah. Risiko dengan kontribusi terbesar adalah volume lalu lintas lebih rendah dari proyeksi sebesar Rp1.993.770.931.460,92 atau 22,62% dari total risiko investasi.
3. Untuk hasil analisis strategi mitigasi, alokasi, dan respon risiko berdasarkan hasil tahap Simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:
  - a. Dari hasil analisis alokasi risiko, terdapat 1 (satu) risiko dialokasikan kepada Pemerintah atau sekitar Rp 979.382.670.004,10 (11,11%). Terdapat 4 (empat) risiko yang dialokasikan kepada Badan Usaha atau sekitar Rp 3.917.530.680.016,39 (44,44%). Dan terdapat 4 (empat) risiko yang ditanggung secara bersama oleh Pemerintah dan Badan Usaha, yaitu senilai Rp 3.917.530.680.016,39 (44,44%).
  - b. Hasil analisis risiko dominan dengan prinsip diagram Pareto yang dilakukan didapatkan 5 (lima) variabel risiko dominan. Artinya, 80% dari total besaran risiko terhadap biaya investasi disebabkan oleh 20% risiko atau 5 (lima) risiko dominan tersebut.
  - c. Strategi mitigasi dirumuskan untuk setiap variabel risiko yang berpengaruh terhadap biaya investasi jalan tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo. Strategi mitigasi difokuskan pada variabel risiko dominan dengan pendekatan *best practice* sesuai karakteristik proyek KPBU jalan tol di Indonesia.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan akurasi hasil *expert judgement*, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah responden yang lebih besar dan lebih beragam dari sisi regulator, investor, perbankan atau *landers*, konsultan, bahkan akademisi, sehingga hasil penilaian probabilitas dan dampak risiko menjadi lebih objektif.
2. Disarankan agar hasil simulasi Monte Carlo tidak hanya digunakan untuk mengidentifikasi besaran risiko, tetapi juga diintegrasikan secara langsung dengan parameter kelayakan finansial seperti NPV, IRR, dan BCR. Hal ini untuk melihat pengaruh risiko terhadap keputusan investasi secara lebih aplikatif.
3. Perumusan strategi mitigasi risiko disarankan dapat lebih dikembangkan sesuai dengan *best practice* dan berbasis wawancara dengan ahli untuk mengetahui tindakan yang lebih optimal sehingga pengaplikasiannya lebih aplikatif terhadap penurunan kemungkinan terjadinya risiko.



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. S. (2022). Dampak Pembangunan Jalan Tol Trans Jawa terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Jawa Tengah. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Pembangunan*, 11(1), 1–18.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.29244/jekp.11.1.2022.1-18>
- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2019). *Teknik penilaian risiko berbasis ISO 31010:2019 - Monte Carlo Simulation*. Center For Risk Management & Sustainability.
- Andrade, C. (2021). The Inconvenient Truth About Convenience and Purposive Samples. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 43(1), 86–88.  
<https://doi.org/10.1177/0253717620977000>
- Arif, F., & Nugroho, A. (2024). *Financial risk analysis of Public-Private Partnership (PPP) projects case study on Pandaan - Malang Toll Road*. 3(4).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.55324/iss.v3i4.715>
- Ashadi, R. F., Citra, Z., & Sari, I. P. (2023). Penilaian Risiko Proyek Infrastruktur Kereta Api Cepat Jakarta – Bandung. *Journal of Civil Engineering and Vocational Education*, 10(2), 564–577.  
<https://doi.org/10.24036/cived.v10i2.413>
- Aziz, A. (2024). Financial Risks in Toll Road Development in Indonesia: Challenges and Development Strategies for the Probowangi Toll Road. *Ilmu Ekonomi Dan Manajemen*, 6488, 242–251. <https://doi.org/10.30996/die>
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). Manajemen risiko - Prinsip dan Pedoman (ISO 31000:2009, IDT). *SNI Badan Standardisasi Nasional*, 1–54.
- Bappenas. (2024). *Public Private Partnership Book 2024*. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Daliman, D., Herman, H., & Purwanti, O. (2021). Analisis Penilaian Risiko Program Kerjasama Pemerintah Badan Usaha (KPBU) Pada Infranstruktur Jalan Tol. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 7(Vol. 7 | No. 1 | Hal. 22-31), 22–31.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.26760/rekaracana Vol.>
- Damayanti, E., & Purwanto, H. (2023). *ANALISIS RISIKO INVESTASI PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL DENGAN SIMULASI MONTE CARLO*.
- Debataraja, L. R., Suraji, A., & Ophiyandri, T. (2020). Analisis Risiko Investasi Infrastruktur Berbasis Fuzzy Analytical Hierarchy Process ( F-AHP ). *Jurnal*

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 4(2), 121–132.  
<https://doi.org/10.12962/j26151847.v4i2.6886>
- Etikan, I. (2016). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1.  
<https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Fauzan, M., & Kuswanto, H. (2023). Implementing Toll Road Infrastructure Financing in Indonesia: Critical Success Factors from the Perspective of Toll Road Companies. *International Journal of Financial Studies*, 11(4), 135.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijfs11040135>
- Fauzy, A. (2020). Konsep Dasar Teori Sampling. In *Univestitas Terbuka* (Edisi 2). Universitas Terbuka.
- Ferdinand, J. B. (2024). *Peninjauan ulang analisis risiko kerjasama pemerintah dan badan usaha di sektor jalan tol tesis*.
- Fitriani, H., Farida, P., & Wibowo, A. (2006). Kajian Penerapan Model NPV-at-Risk Sebagai Alat Untuk Melakukan Evaluasi Investasi. *Jurnal Infrastruktur Dan Lingkungan Binaan, Vol. II No.*
- Hadianto, H., & Risman, A. (2025). Analisis Portfolio Saham PT. Aneka Tambang dan PT. Bank Mandiri Menggunakan Metode Analisis Variance-Covariance, Historical Data, dan Monte Carlo. *Research Gate Publication*, 1–10.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32275.39203>
- Hanasi, R. A., Harun, A., Naila, S., Abdullah, P., Mareteng, S. M., & Ahaya, F. (2026). *Analisis Kebijakan dan Implementasi Pembangunan Jalan Tol di Indonesia : Tantangan , Peluang , dan Dampak Sosial-Ekonomi*. 10, 1536–1543. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jptam.v10i1.36271>
- Handayani, N., Wibowo, A., & Santosa, W. (2023). Skema Alokasi Risiko Permintaan yang Optimal pada Investasi Jalan Tol di Indonesia. *Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia*, 9(2), 67–82.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.26593/jhpi.v9i2.7005.67-82>
- Hasanah, N. S., Mahani, I., & Pradoto, R. G. K. (2023). Analisis Dampak Pemberian Jaminan Risiko Keterlambatan Pengadaan Tanah Terhadap Kelayakan Finansial Proyek Jalan Tol di Indonesia (Studi Kasus: Proyek Jalan Tol Jakarta-Cikampek II Selatan). *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, 7(1). <https://doi.org/10.31289/jcebt.v7i1.9053>
- Iqbal, R. M., & Purwanto, H. (2022). Risk Analysis of Investment Costs in PPP



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Projects. *Journal of Engineering Design and Technology*, 22(1), 13–21.  
<https://doi.org/10.31940/logic.v22i1.13-21>
- ISO 31000. (2018). *Pedoman Manajemen Risiko - ISO 31000*. The British Standards Institution 2018.
- Istri Lestari, I. G. A. A., Kurniari, K., & Adi Baskara, A. A. K. (2024). Analisis Dan Mitigasi Risiko Pembangunan Pusat Kebudayaan Bali Di Kabupaten Klungkung. *Spektrum Sipil*, 11(2), 149–156.  
<https://doi.org/10.29303/spektrum.v11i2.349>
- Karsaman, R. H. (2007). Risiko Investasi Dalam Pembangunan Jalan Tol Di Indonesia. *Journal of Regional and City Planning*, 18(Vol. 18 No. 3 (2007)), 40–54. <https://journals.itb.ac.id/index.php/jpwk/article/view/4228>
- Karsaman, R., Rodhiatun, R., Al Rasyid, H., & Santoso, I. (2015). Kajian Investasi Pembangunan Jalan Tol di Indonesia Berdasarkan Sistem Syariah: Studi Kasus Jalan Tol Cikampek-Palimanan. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 26(2), 86–99. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2015.26.2.2>
- Kawulusan, J. A., Dundu, A. K. T., & Rumayar, A. L. E. (2021). Analisis Risiko Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 7(2), 73–86.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.30601/jtsu.v7i2.1989>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2005). *Pd T-01-2005-B tentang Analisis Risiko investasi Jalan Tol*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Kharimatussalma, Rachelin Chelsea Januar, Nanda Cahyani Tunang, Manik Liraqyeti, Rafiq Hariri, Naila Lupita Tambunan, & Muhamad Dava Alfarezi. (2025). Analisis Pengendalian Mutu Produk Rendang Domba di CV. Mitra Tani Farm Menggunakan Checksheet, Diagram Pareto, dan Diagram Fishbone. *Jurnal Manajemen Kewirausahaan Dan Teknologi*, 2(4), 158–169.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.61132/jumaket.v2i4.1071>
- Mardhiah, A. (2025). Analisis Value At Risk (Var) Portofolio Dengan Metode Variance-Covariance, Historical Simulation dan Monte Carlo. *Research Gate Publication*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22938.76487>
- Marsellina, E., Anggraeni, M., Azahra, R., Mardagus, W., & Dianitami, R. (2025). Diagram Pareto dan Diagram Fishbone: Analisis Penyebab Produk Cacat di Gelato Jadoel Bogor. *ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 4(6), 1510–1516. <https://doi.org/10.56799/jim.v4i6.9153>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Maulana Sutedi, L., & Purwanto, H. (2023). Manajemen Risiko terhadap Kontrak Perencanaan Konstruksi Jalan Tol dengan Metode Simulasi Monte Carlo. *Journal of Infrastructure Policy and Management*, 6(2), 117–123. <https://doi.org/10.35166/jipm.6.2.117-123>
- Nasution, T. A., Indradewa, R., Rahmat Syah, T. Y., & Pamungkas, R. A. (2025). Sistem Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000:2018 di RS Khusus Tumbuh Kembang GSH. *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 5(5), 1832–1846. <https://doi.org/10.59141/cerdika.v5i5.2593>
- Ndlovu, V., & Newman, P. (2022). *A Public-Private Partnership Procurement Approach to Sustainable Transport — Zimbabwe Case*. 600–618. <https://doi.org/10.4236/jtts.2022.124035>
- Noble, H., & Smith, J. (2015). Issues of validity and reliability in qualitative research. *Evidence-Based Nursing*, 18(2), 34–35. <https://doi.org/10.1136/eb-2015-102054>
- Nur, K., Putri, R., & Marzuki, P. F. (2020). Model of Land Acquisition Productivity Performance for Toll Road Projects in Indonesia. *Civil and Environmental Science Journal*, III(02), 84–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.civense.2020.00302.3>
- Nurhayati, E., Wahyuni, E. T., & Puspitasari, E. (2021). Risiko Infrastruktur Jalan Tol dengan Skema Public-Private-Partnership (PPP) di ASEAN: Suatu Tinjauan Literatur. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 5(1), 43–60. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v5i1.8743>
- O'Hagan, A. (2019). Expert Knowledge Elicitation: Subjective but Scientific. *American Statistician*, 73(sup1), 69–81. <https://doi.org/10.1080/00031305.2018.1518265>
- PMBOK 6th Edition. (2017). A Guide to the PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE. In *Project Management Institute* (Sixth edit, Vol. 34, Issue 03). Project Management Institute, Inc.
- PMBOK Guide Seventh Edition. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute, Inc.
- PT Jasa Marga (Persero) Tbk. (2020). *Pedoman Manajemen Risiko Terkait Finansial di Lingkungan PT Jasa Marga*. PT Jasa Marga (Persero) Tbk.
- PT Penjaminan Infrastruktur Indonesia. (2024). *Acuan Alokasi Risiko*. IIGF Institute.
- Putra, F. P., & Hidayat, T. (2024). ANALISIS RISIKO PADA PROYEK



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PEMBANGUNAN JALAN TOL (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL TERBANGGI BESAR – PEMATANG PANGGANG – KAYU AGUNG). *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 9(01), 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.52447/jkts.v9i1.7166>

Rachmawati, A. K., & Dalimunthe, Z. (2024). ANALYSIS OF RISK FACTORS AND GAPS IN GOVERNMENT RISK ALLOCATION WITH PRIVATE INVESTOR RISK PERCEPTIONS IN THE TOLL ROAD. *Eduvest - Journal of Universal Studies*, 4(01), 342–354.

Raditya, A., Wiguna, I. P. A., Eka, Y., & Rachman, P. (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/https://doi.org/10.55681/sentri.v5i1.5680>

Rahmalia, A., & Fahmi Akmal Hasani, D. P. (2016). Analisa Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Pematang Batang. *JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL*, 5(1), 11–24. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/11682>

Razif, M. (2019). Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Jalan Tol sebagai Bagian dari Manajemen Aset Infrastruktur dan Fasilitas. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3(1), 13–24. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v3i1.5159>

Saputra, L., Syakur, A., & Sumardi, S. (2024). Analisis Manajemen Risiko untuk Pencapaian Kinerja Proyek Pada Sub Bidang Pertanahan dan Aset PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan Sumatera Bagian Tengah. *Jpii*, 2(5), 293–300. <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24589>

Septianugraha, A. F., Nugraheni, F., Amini, S., Astuti, Y., Magister, P., Sipil, T., & Indonesia, U. I. (2024). Analisis Manajemen Risiko Konstruksi Pada Proyek Konstruksi Bendungan Berdasarkan Konsep ISO 31000 : 2018. 9(Vol. 9 No. 2 (2024): Vol. 9 No. 2 (2024)), 1083–1090. <https://doi.org/https://doi.org/10.30651/ag.v9i2.23808>

Simanjuntak, M. R. A., & Tachlish, A. N. (2020). ANALISIS RISIKO KETERLAMBATAN PROSES KONSTRUKSI JALAN TOL DI JAWA (STUDI KASUS: JALAN TOL CIBITUNG CILINCING). *Prosiding Seminar Nasional Teknil Sipil UMS, 2020: Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS*, 297–307.

Supriadi, A. P., Arafat, A., Rahma, A. A., Dini, Azzahra, N., & Elfath, A. S. A.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(2025). Analisis Pengendalian Kualitas Kerupuk Pada Perusahaan Kulit Perduangan Snack dengan Menggunakan Diagram Pareto, Diagram Pencar dan Diagram Fishbone. *All Fields of Science J-LAS*, 5(4), 573–585.

<https://doi.org/https://doi.org/10.58939/afosj-las.v5i4.1216>

Tajik, O., Golzar, J., & Noor, S. (2024). Purposive Sampling. *International Journal of Education and Language Studies*, 2(November), 1–9.

Wibowo, A. (2012). Inflasi dalam Analisis Finansial Investasi Jalan Tol: Perlakuan dan Pengaruhnya bagi Badan Usaha dan Pemerintah. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(1), 15. <https://doi.org/10.5614/jts.2012.19.1.2>

Wijaya, F. S., & Sulisto, H. (2019). *PENERAPAN METODE MONTE CARLO PADA PENJADWALAN PROYEK SERPONG GARDEN APARTMENT*. 2(3), 189–198. <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i3.5828>

