Jurnal of Applied Business and Banking (JABB) Vol 7 No 2 November 2026
E-ISSN 2723-634X P-ISSN 2775-622X
Jl. KH. Ahmad Dahlan No.1, Pagesangan, Kec. Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat

Financing Strategy for Expressway Transport Infrastructure (Kuala Tanjung – Tebing Tinggi – Parapat Toll Road)

Yuni Arfah[1], Herman[2]

[1,2] Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional
e-mail: yuniarfah61@gmail.com[1], hermanijns@gmail.com[2]

ABSTRACT

Currently, Indonesia faces limitations regarding the financing capacity for support provided through the Viability Gap Fund (VGF) scheme. This impacts the completion of the Pematang Siantar – Parapat road section, as its construction relies on VGF financing. This study aims to formulate a financing strategy for the Pematang Siantar – Parapat section by evaluating three financing schemes: a Loan Scheme, a Contractor Full Pre-Finance (CPF) scheme combined with VGF, and a standalone VGF scheme. Financial feasibility is assessed based on Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Payback Period. The study subsequently recommends a specific scheme and conducts a financial risk analysis of that recommendation using sensitivity analysis and Monte Carlo simulation. Based on the feasibility analysis, the recommended approach is the Viability Gap Funding (VGF) scheme. Sensitivity analysis of the VGF scheme's NPV and IRR reveals that tariff adjustments are the most significant variable affecting financial feasibility, outweighing factors such as traffic volume, inflation, and operating expenses (OPEX). Monte Carlo simulation results indicate that the toll road project is financially viable and carries relatively low risk, thereby providing greater confidence to both investors and the government regarding long-term investment decision-making.

.

Keywords: Financing Strategy, IRR, NPV, Sensitivity Analysis, Monte Carlo Simulation.

STRATEGI PEMBIAYAAN PADA INFRASTRUKTUR TRANSPORTASI JALAN BEBAS HAMBATAN (JALAN TOL KUALA TANJUNG – TEBING TINGGI – PARAPAT)

ABSTRAK

Saat ini, Indonesia dihadapkan pada keterbatasan kapasitas pembiayaan dukungan melalui skema *Viability Gap Fund* (VGF). Hal ini berdampak pada penyelesaiaan pembangunan ruas Pematang Siantar – Parapat karena pembiayaan konstruksi bersumber dari VGF. Tujuan penelitian ini adalah melakukan Strategi Pembiayaan pada ruas Pematang Siantar – Parapat melalui tiga skema sumber pembiayaan yaitu Skema Pinjaman, Skema *Contractor Full Pre-Finance* (CPF) dengan VGF dan Skema VGF. Indikator kelayakan finansial berdasarkan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Payback Period*. Selanjutnya merekomendasikan skema yang akan diusulkan serta melakukan analisa risiko finansial pada skema yang direkomendasikan melalui analisis sensitivitas dan simulasi Monte Carlo. Berdasarkan hasil analisis kelayakan, skema yang direkomendasikan adalah Skema VGF. Hasil analisis sensitivitas NPV dan IRR pada Skema VGF menunjukkan bahwa perubahan tarif merupakan variabel yang paling signifikan mempengaruhi tingkat kelayakan finansial dibanding variabel lainnya seperti *traffic*, *inflasi* dan OPEX. Hasil simulasi Monte Carlo menunjukkan pembangunan jalan tol dapat dikategorikan sebagai proyek yang layak secara finansial dengan tingkat risiko yang relatif rendah, sehingga memberikan keyakinan yang lebih kuat bagi investor maupun pemerintah dalam proses pengambilan keputusan investasi jangka panjang.

Kata kunci: Strategi Pembiayaan, IRR, NPV, Analisis Sensitivitas, Monte Carlo Simulation

PENDAHULUAN

Keterbatasan kemampuan APBN dalam menyediakan pembiayaan infrastruktur, mendorong Pemerintah RI mengupayakan penyelesaian yang komprehensif dengan meningkatkan iklim investasi melalui peran badan usaha mendorong tersedianya infrastruktur sesuai prinsip-prinsip usaha yang sehat. Kerja Sama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU) di Indonesia telah dilaksanakan sebagaimana dalam penelitian (Gunawan & Boonastria, 2022) dan (Wibowo, 2016) serta (Surachman et al., 2022) serta di negara India (Shankar & Tan, 2025), Australia (Tetteh et al., 2025), (Khan et al., 2025). Untuk memastikan kelayakan finansial proyek dalam pembiayaan infrastruktur yang melibatkan partisipasi badan usaha (KPBU), pemerintah memberikan dukungan melalui skema *Viability Gap Fund* (VGF) maupun dukungan dalam bentuk lainnya sebagaimana penelitian yang telah dilaksanakan (Gunawan & Boonastria, 2022), (Surachman et al., 2022), (Badriansyah et al., 2024), (Setiawan & Surachman, 2015), (Hasanah et al., 2023), (Badriansyah et al., 2024) dan (Khan et al., 2025).

Namun, tren saat ini menunjukkan beberapa kelayakan finansial proyek jalan tol menurun yang membutuhkan peran pemerintah dalam menjaga kelayakan proyek. Hal ini mengakibatkan alokasikan dukungan konstruksi pemerintah menjadi sangat terbatas. Perlu upaya yang lebih strategis dalam mencari alternatif pendanaan sebagaimana Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor: 2790 /KPTS/M/2024 Tentang Rencana Umum Proyek Kerja Sama Pemerintah Dengan Badan Usaha Dan Pembiayaan Kreatif Sektor Jalan Tol Tahun 2025-2029 sebagai inovasi dalam pengembangan skema sumber pembiayaan sebagai alternatif solusi untuk mengurangi ketergantungan pendanaan yang berasal dari anggaran pemerintah.

Ruas Pematang Siantar – Parapat sebagai bagian dari Jalan Tol Kuala Tanjung - Tebing Tinggi – Parapat merupakan salah satu ruas yang mengalami penundaan pencairan VGF karena keterbatasan tersebut. Penundaan ini berdampak pada penyelesaian pembangunan ruas Pematang Siantar – Parapat dan secara keseluruhan berpengaruh pada pengoperasian penuh Jalan Tol Kuala Tanjung - Tebing Tinggi – Parapat. Oleh karenanya perlu dilakukan strategi pembiayaan untuk memastikan ruas Jalan Tol Kuala Tanjung - Tebing Tinggi - Parapat dapat dioperasikan secara keseluruhan.

Strategi Pembiayaan pada ruas Pematang Siantar – Parapat akan ditelusur melalui dua dimensi utama yaitu sumber pembiayaan dan kelayakan finansial. Sumber Pembiayaan dilakukan melalui tiga skema yaitu Skema Pinjaman, Skema *Contractor Full Pre-Finance* (CPF) dengan VGF dan Skema VGF dan indikator kelayakan finansial berdasarkan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Payback Period*. Berdasarkan ketiga skema tersebut akan direkomendasikan skema terbaik yang akan diusulkan sebagai sumber pembiayaan ruas Pematang Siantar – Parapat. Selanjutnya dilakukan analisis risiko finansial melalui analisis sensitivitas dan simulasi Monte Carlo pada skema yang direkomendasikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Strategi Pembiayaan

Ada tiga skema pada strategi pembiayaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Skema Pinjaman, Skema VGF + CPF dan Skema VGF.

1. **Skema Pinjaman**

Struktur pembiayaan pada skema ini terbagi menjadi dua yaitu ekuitas dan hutang. Ekuitas menggunakan ruas yang telah beroperasi yaitu ruas Kuala Tanjung - Tebing Tinggi - Pematang Siantar (Tahap I) dan Pinjaman adalah biaya investasi yang diperlukan melakukan pembangunan ruas Pematang Siantar – Parapat (Tahap II).

2. **Skema VGF + CPF**

Skema VGF+CPF adalah alternatif skema dengan inovasi pembiayaan yang dibayarkan terlebih dahulu oleh Kontraktor selama masa konstruksi dan akan dibayarkan dengan menggunakan VGF sesuai pencairan. Penerapan skema CPF menimbulkan beban bunga selama masa konstruksi. Beban bunga selama masa konstruksi (IDC) ini diperhitungkan sebagai biaya investasi dalam pembangunan ruas Pematang Siantar – Parapat.

3. **Skema VGF**

Skema VGF merupakan skema yang telah ditetapkan dalam amandemen PPJT dimana biaya konstruksi untuk ruas Pematang Siantar – Parapat mendapat dukungan Pemerintah (ruas VGF) namun ada penyesuaian jadwal pengoperasian menjadi tahun 2035 sehingga tidak ada biaya investasi dalam skema ini.

Analisa Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial dalam penelitian ini untuk mengetahui manfaat atau keuntungan proyek dengan pengoperasian ruas Pematang Siantar – Parapat. Ada tiga indikator yang digunakan yaitu NPV, IRR dan *Payback Period*.

1. **Analisis *Net Present Value* (NPV)**

Analisis NVP merupakan selisih dari Present Value Benefit terhadap Present Value Cost. Dimana apabila hasil NPV bernilai positif maka suatu proyek dapat dikatakan layak secara finansial.

2. **Analisis *Financial Internal Rate of Return* (FIRR)**

FIRR merupakan besaran tingkat suku bunga pada saat nilai NPV = 0. Untuk dapat dikatakan proyek mempunyai keuntungan secara finansial maka nilai IRR dari suatu proyek harus lebih besar dari nilai suku bunga yang berlaku atau nilai yang ditetapkan dalam perhitungan.

3. **Analisis *Payback Period***

Payback period merupakan jangka waktu/periode yang dibutuhkan agar proyek dapat mengembalikan investasi yang telah dilakukan dengan adanya keuntungan yang didapatkan dari suatu proyek yang telah direncanakan.

Analisa Risiko Finansial

Analisis risiko finansial dilakukan guna memastikan ketahanan dan robustnya struktur pembiayaan terhadap berbagai kondisi ketidakpastian melalui melalui analisis sensitivitas dan simulasi Monte Carlo.

1. **Analisis *Sensitivitas***

Sensitivity Analysis (analisis sensitivitas) merupakan studi untuk menganalisis ketidakpastian dari adanya output yang disebar ke beberapa sumber ketidakpastian dalam suatu input (Saltelli, et.al., 2008). Analisis ini diadakan untuk mengetahui seberapa sensitif hasil parameter finansial terhadap dengan perubahan masing-masing variabel. Hasil analisis dapat dijadikan dasar dalam penentuan keputusan investasi di mana tingkat risiko yang mungkin terjadi dapat diketahui. Dalam kasus studi kelayakan jalan tol ini, analisis terhadap sensitivitas nilai NPV dan IRR akan dianalisis terhadap perubahan variabel investasi jalan tol

yang mungkin terjadi, seperti tarif tol, volume lalu lintas, biaya operasional dan maintenance, dan tingkat inflasi.

2. **Simulasi Monte Carlo**

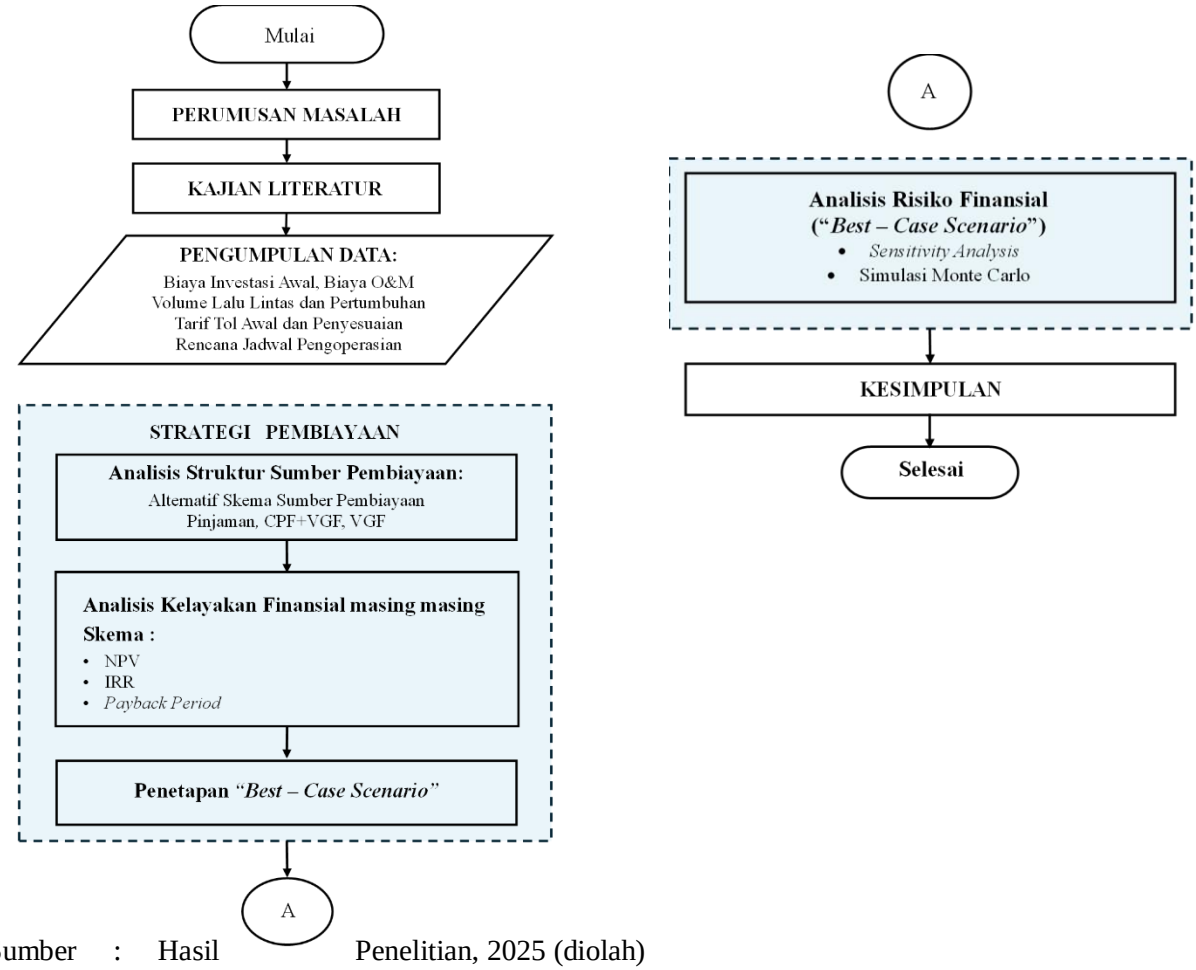
Simulasi Monte Carlo merupakan simulasi yang memanfaatkan sampel acak berulang (*random sampling*) dengan metode komputasi berbasis algoritma matematis dengan memodelkan ketidakpastian dan mengkalkulasi distribusi probabilitas dari suatu hasil akhir. Pendekatan Monte Carlo memungkinkan setiap variabel yang telah ditentukan sesuai distribusi probabilitas berubah secara acak, sehingga menghasilkan ribuan kemungkinan nilai NPV yang lebih mampu merepresentasikan risiko dibandingkan analisis deterministik yang hanya menggunakan satu nilai asumsi untuk setiap variabel.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah pendekatan *kuantitatif-deskriptif* dengan unsur *eksploratif*. Pendekatan *kuantitatif* karena fokus penelitian terletak pada pengukuran dan evaluasi indikator kelayakan finansial. Sifat *deskriptif* digunakan untuk menjelaskan kondisi aktual proyek, sementara unsur *eksploratif* diperlukan untuk menguji berbagai skema pada Strategi Penyediaan.

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis melalui 5 (lima) tahapan utama yaitu: Tahap Perumusan Masalah, Tahap Kajian Literatur, Tahap Pengumpulan Data, Tahap Strategi Pembiayaan, Tahap Kesimpulan, sebagaimana terlihat dalam gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Sumber : Hasil Penelitian, 2025 (diolah)

Tahapan Pengumpulan Data

Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh informasi dan data yang diperlukan dalam penelitian. Data dalam penelitian berupa data sekunder dimana prosesnya dilakukan dari berbagai sumber-sumber terkait sesuai dengan data yang dibutuhkan. Pengumpulan data meliputi : Biaya Investasi; Biaya Operation dan Maintenance (OM), Volume lalu lintas dan pertumbuhannya, Tarif Awal dan penyesuaian dan Pendapatan Tol; Rencana Jadwal Pengoperasian.

Strategi Pembiayaan

Pada tahap awal tahapan ini adalah menetapkan struktu pembiayaan skema Sumber Pembiayaan yaitu : skema Pinjaman, skema VGF+CPF dan skema VFG. Selanjutnya melakukan analisis kelayakan sesuai masing-masing skema dengan rencana masing-masing jadwal pengoperasian menggunakan indikator NPV, IRR dan Payback Period. Berdasarkan analisis yang terbaik yang direkomendasikan sebagai skema sumber pembiayaan. Guna memastikan ketahanan dan robustnya strategi pembiayaan dilanjutkan dengan Analisis Risiko Finansial melalui Analisis Sensitivitas untuk menilai sejauh mana kelayakan finansial proyek berubah ketika terjadi fluktuasi pada variabel-variabel utama dan melalui simulasi Monte Carlo untuk menganalisis risiko keuangan dan investasi struktur skala besar seperti probabilitas terjadinya NPV negatif (risiko kerugian proyek),.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Proyek

Ruas Jalan Tol Kuala Tanjung - Tebing Tinggi – Parapat dengan panjang 146,45 Km terdiri dari 6 seksi, yaitu: Seksi 1 Tebing Tinggi – Indrapura sepanjang 20,40 km, Seksi 2 Indrapura – Kuala Tanjung sepanjang 18,05 km, Seksi 3 Tebing Tinggi – Serbelawan sepanjang 30 km, Seksi 4 Serbelawan – Pematang Siantar sepanjang 28 km, Seksi 5 Pematang Siantar –Seribudolok sepanjang 25 km, dan Seksi 6 Seribudolok –Parapat sepanjang 25 km. Ruas jalan tol ini didesain 2 lajur 2 arah dengan lebar masing-masing lajur adalah 3,6 m. Jumlah Simpang Susun ada 7 buah dan jumlah gerbang tol ada 8 buah serta direncanakan akan ada 4 buah rest area (2 Tipe A dan 2 Tipe B). Ruas yang sudah beroperasi penuh adalah ruas tol Kuala Tanjung - Tebing Tinggi – Pematang Siantar (seksi 1 - 4). Sedangkan seksi 5 dan 6 saat ini (tahun 2026) masih dalam tahap penyusunan Feasibility Study dan Basic Design. Gambaran dan Data Teknis Proyek sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2. dan Tabel 1. Berikut ini:

Gambar 2. Status Jalan Tol Kuala Tanjung-Tebing Tinggi-Parapat



Sumber : sumber: Data PT Hutama Marga Waskita - 2026

Tabel 1. Data Teknis Jalan Tol Kuala Tanjung-Tebing Tinggi-Parapat

DATA TEKNIS	
Panjang Jalan	146,45 km, termasuk VGF sepanjang 50 km
Lokasi Pekerjaan	Kota Tebing Tinggi, Kab Serdang Berdagai, Kab Batu Bara, Kab Simalungun, Kota Pematang Siantar dan
Kecepatan Rencana	100 km / jam
Main Road	
Jumlah Lajur	2x2, final stage 2x3
Lebar Lajur	3,6 m
Lebar Bahu Luar	1,0 m
Lebar Bahu Dalam	3,0 m
Lebar Median	3,8 m (termasuk bahu dalam)
Simpang Susun	7 buah 1. SS Indrapura 2. SS Tebing Tinggi 3. SS Dolok Merawan 4. SS Sinaksak 5. SS Raya 6. **SS Seribu Dolok (VGF)** 7. **SS Parapat (VGF)**
Tipe Perkerasan	Bervariasi Kaku dan Lentur
Prasarana Pengumpulan Tol	
Jumlah Gerbang	8 buah 1. GT Kuala Tanjung 2. GT Indrapura 3. GT Tebing Tinggi 4. GT Dolok Merawan 5. GT Sinaksak 6. GT Raya 7. **GT Seribu Dolok (VGF)** 8. **GT Parapat (VGF)**
Rest Area	
Tipe A	3 Pasang
Tipe B	3 Pasang

(sumber: Data PT Hutama Marga Waskita -2026

Data dan Asumsi Strategi Pembiayaan

1. Kebutuhan Data

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder, baik untuk perhitungan biaya investasi maupun kebutuhan biaya operasional dan pemeliharaan maupun perhitungan pendapatan tol.

Biaya Investasi terbagi dalam dua tahap, dimana biaya investasi Tahap I adalah seluruh biaya realisasi yang dibutuhkan untuk menyelenggarakan Seksi Kuala Tanjung – Tebing Tinggi – Pematang Siantar sedang biaya untuk ruas Pematang Siangtar – Parapat berdasarkan perhitungan *basic design* ruas tersebut, demikian juga untuk kebutuhan biaya operasional dan pemeliharaan. Komponen biaya operasional dan pemeliharaan terdiri dari biaya layanan pengumpulan tol, biaya layanan lalu lintas, biaya pemeliharaan rutin dan periodik, serta biaya administrasi dan umum.

Pendapatan utama Jalan Tol Kuala Tanjung – Tebing Tinggi – Parapat saat ini berasal dari pendapatan tol (*toll revenue*) yang diperoleh melalui pembayaran pengguna jalan berdasarkan volume lalu lintas dan tarif per kilometer. Pendapatan tol pada Tahap I dihitung sejak Seksi 1 mulai dioperasikan yaitu pada tahun 2024. Tarif dasar yang digunakan adalah tarif yang telah ditetapkan saat pengoperasian Seksi 1 untuk Golongan 1 yaitu sebesar Rp. 1.088 dan penyesuaian 2 tahun sekali. Perhitungan pendapatan tol Tahao II untuk seksi 5 dan seksi 6 sesuai rencana operasai masing-masing skema, dimana pada skema pembiayaan bersumber dari Pinjaman pendapatan tol sudah dimulai pada tahun 2030, skema CPF dan VGF pada tahun 2032 sedangkan skema VGF pendapatan tol baru dimulai pada tahun 2035.

2. Struktur Pembiayaan dan Parameter Finansial

Parameter biaya modal sendiri (*Cost of Equity*) dihitung menggunakan metode *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) terdiri dari *Risk Free Rate* (rf), Beta (β) dan *Market Risk Premium* (MRP) dan biaya modal pinjaman (*Cost of Debt*) terdiri dari Tingkat suku bunga pinjaman Lembaga keuangan dan *Market Risk Premium* (MRP). Parameter finansial utama untuk masing-masing skema yang akan disimulasikan sebagaimana disampaikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Biaya Modal

Parameter	Skema			Keterangan
	Debt	CPF+VGF	VGF	
Risk-free rate	6,5%	6,5%	6,0%	SBI 3 Bulanan
Beta sektor jalan tol	0,48	0,48	0,48	Studi risiko infrastruktur
Risk premium	4,13%	4,13%	4,13%	Estimasi premium risiko pasar Indonesia
Expected Return from market	10,63%	10,63%	10,13%	
Cost of Equity (Ke)	8,48 %	8,48 %	7,98 %	Berdasarkan CAPM
Cost of Debt (Kd)	7,00 %	10,00%	7,00%	Estimasi bunga pinjaman bank (IDC)
Cost of VGF		0,5%	0,5%	
Tax rate	22%	22%	22%	Sesuai UU No. 7/2021
Post-tax cost of debt	5,46%	7,80%	5,46%	Ke × (1 – tax)
Komposisi ekuitas (*Equity Portion*)	51%	51%	51%	Sesuai struktur pendanaan Tahap I
Komposisi utang (*Debt Portion*)	49%	0%	0%	Rencana struktur pendanaan Tahap II
VGF		49%	49%	
WACC	7%	4,57%	4,32%	Ke*ep + Kd*dp
Discount Rate asumsi	7%	4,57%	4,32%	

(Sumber: PT Hutama Marga Waskita dan hasil perhitungan – 2026)

Hasil Simulasi Skema Pembiayaan

Pada simulasi semua skema pembiayaan, prakiraan biaya investasi untuk penyelesaiaan pembangunan seksi 5 dan 6 sebesar Rp. 11.513 Milyar namun yang membedakan adalah sumber pembiayaan dan tahun pelaksanaan konstruksi juga rencana pengoperasian masing-masing skema.

Pada Skema 1 – Pinjaman, pembiayaan proyek bersumber dari pinjaman dengan alokasi pencairan pinjaman pada tahun 2028 dan 2029 dan pengembalian pinjaman berserta bunga dimulai pada tahun 2031 sampai lunas (15 tahun) sementara kebutuhan biaya operasional dan pemeliharaan dihitung sejak ruas tol beroperasi yaitu tahun 2030. Perhitungan pendapatan dihitung sejak ruas tersebut beroperasi yaitu tahun 2030 sampai dengan akhir konsesi.

Pada skema 2 – VGF+CPF, pembiayaan proyek bersumber dari VGF namun pelaksanaan konstruksi sudah dimulai ditahun 2029 – 2031. Skema pembiayaan konstruksi menggunakan skema CPF dimana pembiayaan konstruksi didanai terlebih dahulu oleh Kontraktor Pelaksana dan pembayaran bersumber dari VGF. Dalam simulasi kelayakan, biaya invetasi yang harus diperhitungkaan BUJT adalah beban bunga selama masa konstruksi (IDC) sebagai kompensasi pembiayaan awal oleh kontraktor. Asumsi pembayaran beban bunga mulai dihitung pada tahun 2035 sampai lunas (15 tahun). Kebutuhan biaya operasional dan pemeliharaan serta perhitungan pendapatan tol dihitung sejak ruas beroperasi yaitu tahun 2032 sampai dengan akhir konsesi.

Pada skema 3 – VGF, pembiayaan proyek sepenuhnya bersumber dari VGF. Rencana pengoperasian diperkirakan tahun 2035. Pada skema ini tidak diperhitungkan adanya kebutuhan biaya pembangunan karena merupakan VGF sedang kebutuhan biaya operasional dan pemeliharaan serta perhitungan pendapatan tol dihitung sejak ruas beroperasi yaitu tahun 2035 sampai dengan akhir konsesi.

Hasil simulasi Strategi Pembiayaan berdasarkan asumsi di atas pada masing-masing skema dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Simulasi Strategi Pembiayaan

Indikator	Skema 1 (Pinjaman - 2030)	Skema 2 (VGF+CPF- 2032)	Skema 3 (VGF - 2035)
NPV (Rp Juta)	506.807	16,865,006	32,607,283
IRR Proyek	7.15%	7.53%	8,46%
DSCR	2,36	2,17	0
Payback Period	19 Tahun 4 Bulan	14 Tahun 2 Bulan	19 Tahun 4 Bulan
WACC	7.00%	4.64%	4.32%
Nilai VGF (Rp M)	0	11,513,794	11,513,794
Pinjaman (Rp. M)	11,513,794	0	0
Status Finansial	**Layak**	**Layak**	**Layak**

(sumber: Hasil Pemodelan Finansial - 2026)

Hasil simulasi Strategi Pembiayaan pada masing-masing skema sumber pembiayaan maka Skema 3 – VGF menghasilkan nilai NPV dan IRR lebih baik dari dua skema lainnya. Posisi strategis Jalan Tol Kuala Tanjung – Tebing Tinggi – Parapat dalam pengembangan wilayah karena menghubungkan pusat-pusat industri Kuala Tanjung dan Tebing Tinggi serta Danau Toba, salah satu destinasi wisata utama di Indonesia tidak menjadi pertimbangan dalam rekomendasi skema sumber pembiayaan sehingga percepatan jadwal pengoperasian ruas Pematang Siantar – Parapat tahun 2032 pada Skema 2 – VGF+CPF dan waktu pengembalian (*Payback Period*) lebih cepat dari dua skema tidak menjadi dasar pertimbangan utama. Kelebihan dari Skema 3 - VGF adalah tidak adanya beban dari BUJT untuk mengeluarkan biaya Investasi pada pembangunan Seksi 5 dan Seksi 6 karena kedua seksi tersebut dibangun oleh Pemerintah melalui dana talangan konstruksi (VGF). Berdasarkan hal tersebut, secara keseluruhan, Skema 3 -VGF direkomendasikan menjadi skema finansial terbaik (*Best – Case Scenario*) sebagai sumber pembiayaan untuk memastikan Jalan Tol Kuala Tanjung – Tebing Tinggi – Parapat beroperasi secara penuh.

Analisis Risiko Finansial

Guna memastikan ketahanan dan robustnya struktur pembiayaan terhadap berbagai kondisi ketidakpastian, maka Skema 3 - VGF perlu dianalisis lebih lanjut melalui analisis sensitivitas dan simulasi Monte Carlo. Kedua analisis tersebut akan memberikan gambaran mengenai bagaimana perubahan variabel-variabel kunci seperti trafik, tarif, inflasi dan OPEX dapat memengaruhi kelayakan finansial proyek, serta sejauh mana Skema 3 - VGF tetap dapat dipertahankan sebagai pilihan pembiayaan yang optimal dalam berbagai kondisi risiko finansial.

1. Analisis Sensitivitas Deterministik

Analisis sensitivitas dilakukan untuk menilai sejauh mana kelayakan finansial proyek pada Skema 3 - VGF berubah ketika terjadi fluktuasi pada empat variabel utama yaitu trafik, inflasi, tarif tol, dan OPEX. Hasil pengujian ditampilkan melalui diagram yang menunjukkan kontribusi masing-masing variabel terhadap perubahan NPV dan IRR. Hasil Analisis Sensitivitas Nilai NPV dan IRR sebagaimana tabel 4 dan tabel 5 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Analisis Sensitivitas Nilai NPV Skema 3 - VGF

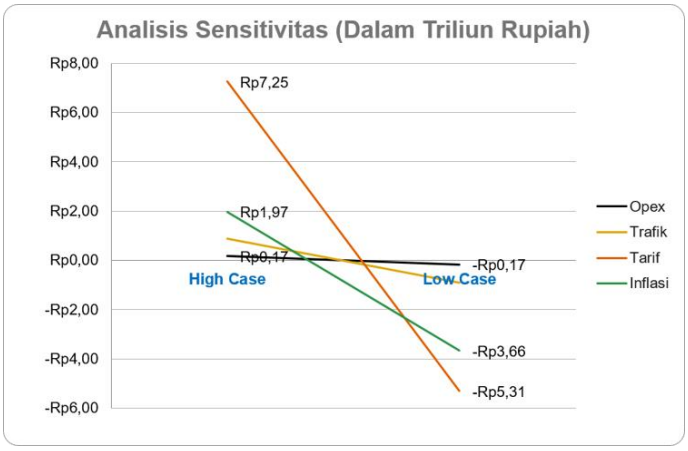
Variabel	Parameter Test	NPV - High Case	NPV - Low Case	Selisih / Rentang (Delta)	Tingkat Sensitivitas
Tarif	±1,00%	+Rp 7,25 T	-Rp 5,31 T	Rp 12,55 T	Sangat Tinggi (Paling Dominan)
Inflasi	±2,00%	+Rp 1,97 T	-Rp 3,66 T	Rp 5,63 T	Tinggi
Trafik	±2,00%	+Rp 0,87 T	-Rp 0,90 T	Rp 1,77 T	Rendah
Opex	∓2,00%	+Rp 0,17 T	-Rp 0,17 T	Rp 0,33 T	Sangat Rendah

Tabel 5. Hasil Analisis Sensitivitas Nilai IRR Skema 3 - VGF

Variabel	Parameter Test	IRR - *High Case*	IRR - *Low Case*	Selisih / Rentang (*Spread*)	Tingkat Sensitivitas
Tarif	±1,00%	8,93%	8,07%	0,87%	Sangat Tinggi (Paling Dominan)
Inflasi	±2,00%	8,67%	8,11%	0,55%	Sedang
Trafik	±2,00%	8,53%	8,38%	0,15%	Rendah
Opex	∓2,00%	8,54%	8,44%	0,09%	Sangat Rendah

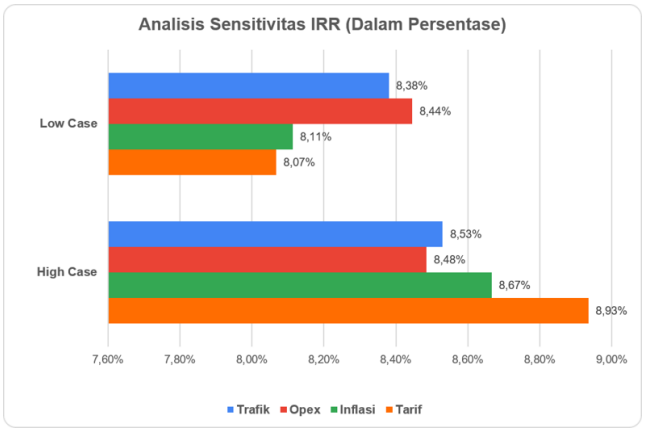
Hasil analisis sensitivitas NPV mempertegas dominasi variabel tarif sebagai faktor paling menentukan terhadap nilai tambah ekonomis proyek sebagaimana ditunjukkan oleh kemiringan grafik yang sangat curam, fluktuasi tarif sebesar 1,00% berdampak sangat drastis terhadap nilai NPV. Pada skenario *High Case*, NPV melonjak hingga +Rp 7,25 Triliun, sedangkan pada skenario *Low Case* nilainya merosot tajam mencapai -Rp 5,31 Triliun (rentang/selisih sebesar Rp12,55 Triliun). Hal ini mengindikasikan bahwa kepastian jadwal dan besaran penyesuaian tarif oleh regulator merupakan titik kritis (critical driver) bagi kelayakan finansial proyek. Juga pada variabel inflasi juga menunjukkan sensitivitas yang signifikan dengan arah pergerakan yang unik pada pemodelan ini, di mana nilai NPV bergerak dari -Rp3,66 Triliun pada skenario *High Case* naik menjadi +Rp1,97 Triliun pada *Low Case*. Sedang variabel trafik dan biaya OPEX cenderung jauh lebih landai dan stabil. Dengan demikian, strategi manajemen risiko utama harus difokuskan pada mitigasi risiko regulasi tarif dan pergerakan inflasi. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.

Gambar 3. Hasil Analisis Sensitivitas terhadap Nilai NPV Skema 3 - VGF



Hasil analisis sensitivitas terhadap Nilai IRR mempertegas dominasi variabel tarif terbukti menjadi faktor yang paling sensitif dan memiliki dampak paling signifikan terhadap tingkat pengembalian investasi proyek. Dengan pengujian perubahan parameter sebesar ±1,00%, nilai IRR bergerak sangat dinamis dalam rentang 8,07% (*Low Case*) hingga 8,93% (*High Case*), menghasilkan selisih atau spread sebesar 0,87%. Perubahan volume trafik sebesar ±2,00%, hanya menggeser nilai IRR dari 8,53% menjadi 8,38% (selisih 0,15%) sedangkan efisiensi OPEX (±2,00%) hanya berpengaruh pada kisaran 8,48% hingga 8,44% (selisih 0,15%). Adapun variabel Inflasi memerlukan kecermatan lebih lanjut pada formulasi modelnya, mengingat pada skenario *Low Case* IRR tercatat sebesar 8,11% dan pada *High Case* sebesar 8,67%. Secara keseluruhan, manajemen risiko proyek harus memfokuskan strategi pada mitigasi risiko tarif agar target imbal hasil investasi tetap tercapai. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.

Gambar 4. Hasil Analisis Sensitivitas terhadap Nilai IRR Skema 3 - VGF



,

2. Analisis Risiko Stokastik (Monte Carlo Simulation)

Berdasarkan hasil dari pengujian simulasi Monte Carlo yang dilakukan sebanyak 1.000 kali iterasi (Obs = 1.000), diperoleh gambaran kelayakan finansial proyek dalam bentuk distribusi probabilitas *Net Present Value* (NPV). Simulasi dilakukan menggunakan beberapa variabel utama yang memengaruhi arus kas proyek, yaitu traffic, tariff, length of road (km), *Operating Expenditure* (OPEX), *Capital Expenditure* (CAPEX), dan *Weighted Average Cost Of Capital* (WACC) selama periode analisis tahun 2026–2069.

Hasil simulasi Monte Carlo terhadap NPV pada Skema 3-VGF sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6. Hasil Simulasi Monte Carlo terhadap NPV. Berdasarkan hasil pada tabel tersebut, nilai rata-rata (*Mean*) dari kelayakan finansial proyek tercatat sebesar Rp 31,80 Triliun (3,18×10^13), yang didukung oleh nilai Median (*persentil* 50%) pada angka yang identik yaitu Rp 31,80 Triliun. Kesamaan antara nilai *Mean* dan *Median* ini mengindikasikan bahwa distribusi keluaran simulasi terpusat secara stabil di sekitar nilai tengah, tanpa adanya kecenderungan bias ke salah satu ekstrem.

Tabel 6. Hasil Simulasi Monte Carlo terhadap NPV

Indikator Statistik / Persentil	Nilai Notasi Ilmiah	Ekuivalensi Nilai (Rp Triliun)	Interpretasi Singkat
Rata-rata (*Mean*)	$3{,}18 \times 10^{13}$	Rp31,80	Ekspektasi nilai tengah investasi
Standar Deviasi (Std. Dev.)	$5{,}42 \times 10^{11}$	Rp0,54	Tingkat volatilitas/risiko rendah
Persentil 5% (*Downside Risk*)	$3{,}09 \times 10^{13}$	Rp30,90	Batas skenario terburuk (confidence level 95%)
Persentil 50% (*Median*)	$3{,}18 \times 10^{13}$	Rp31,80	Nilai tengah dengan probabilitas 50:50
Persentil 95% (*Upside Potential*)	$3{,}27 \times 10^{13}$	Rp32,70	Batas skenario terbaik (confidence leve 95%)
Nilai Minimum (*Smallest*)	$3{,}00 \times 10^{13}$	Rp30,00	Output NPV terendah dari 1.000 iterasi
Nilai Maksimum (*Largest*)	$3{,}38 \times 10^{13}$	Rp33,80	Output NPV tertinggi dari 1.000 iterasi
Skewness / Kurtosis	0,0125 / 2,9200	Simetris / Normal	Distribusi risiko terdistribusi normal

Dari aspek risiko dan variabilitas kelayakan, proyek ini memiliki standar deviasi sebesar Rp542 Miliar (5,42×10^11). Nilai standar deviasi yang relatif kecil jika dibandingkan dengan nilai rata-rata proyek menunjukkan bahwa tingkat penyebaran data berada dalam batasan yang sangat terkendali. Hal ini menegaskan bahwa tingkat risiko atau ketidakpastian arus kas proyek relatif rendah terhadap dinamika ketidakpastian parameter input yang diuji. Pada analisis batas kepastian (*confidence interval*), hasil persentil 5% menunjukkan bahwa pada skenario terburuk sekalipun (dengan tingkat kepercayaan 95%), proyek masih mampu menghasilkan NPV sebesar Rp30,90 Triliun. Sementara itu, pada skenario paling optimistis (persentil 95%), potensi kelayakan dapat mencapai Rp32,70 Triliun. Rentang nilai antara kisaran terkecil sebesar Rp30,00 Triliun hingga nilai terbesar Rp33,80 Triliun memberikan jaminan bahwa proyek tidak berisiko mengalami kelayakan bernilai negatif (NPV<0). Ditinjau dari statistik bentuk distribusi, nilai *Skewness* sebesar 0,0125 mendekati angka nol, yang berarti distribusi data kelayakan bersifat simetris sempurna. Nilai *Kurtosis* sebesar 2,9200 yang mendekati nilai acuan distribusi normal ideal (yaitu 3,000) semakin memperkuat fakta bahwa risiko proyek terdistribusi secara normal (*mesokurtik*). Dengan demikian, investasi ini dapat disimpulkan memiliki tingkat kelayakan finansial yang sangat baik, layak secara ekonomis, dan terhindar dari risiko kerugian investasi.

SIMPULAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan Strategi Pembiayaan pada Ruas Pematang Siantar – Parapat terhadap tiga skema Sumber Pembiayaan yang dilakukan analisis kelayakan finansial terhadap NPV, IRR dan *Payback Period* dinyatakan Layak. Skema 3 – VGF adalah skema yang direkomendasi sebagai sumber pembiayaan ruas Pematang Siantar – Parapat dengan pertimbangan nilai NPV dan IRR sebagai indikator kelayakan lebih tinggi dari dua skema lainnya.
2. Hasil analisis risiko finansial melalui analisis sensivitas menunjukkan jadwal dan besaran penyesuaian tarif oleh regulator merupakan titik kritis (*critical driver*) bagi kelayakan

finansial proyek dan simulasi monte carlo menunjukkan bahwa Skema 3 - VGF memiliki ketahanan risiko terbaik dimana variasi ekstrem pada variabel, tarif, inflasi, trafic dan OPEX memberikan jaminan bahwa proyek tidak berisiko mengalami kelayakan bernilai negatif (NPV<0), sehingga memberikan keyakinan yang lebih kuat bagi investor maupun pemerintah dalam proses pengambilan keputusan investasi jangka panjang.

Saran

Bagi BUJT, walaupun skema sumber pembiayaan pada pada penelitian ini yang direkomendasi adalah Skema 3-VGF dengan rencana pengoperasian tahun 2035, namun terdapat dua skema lainnya yang secara finansial layak dan rencana pengoperasian lebih cepat dari tahun 2035 dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan skema sumber pembiayaan.

Bagi Akademisi dan Peneliti, skema CPF merupakan alternatif dalam indovasi Sumber Pembiayaan yang dapat diterapkan serta adanya skema lainnya dalam strategi pelaksanaan proyek infrastruktur, seperti Skema Design and Build (D&B) atau Skema Engineering, Procurement and Construction + Financing (EPC+F) dimana sumber pendanaan dari BUJT. Penelitian ini juga dapat diperluas dengan beberapa alternatif sumber pendanaan lainnya yang tentunya sangat dipengaruhi dari permasalahan masing-masing infrastruktur.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, S. R., & Wisudanto, W. (2017). Crowdfunding Sebagai Alternatif Pembiayaan Pembangunan Infrastruktur. *Simposium II UNIID 2017*, *2*(1), 309–314. https://conference.unsri.ac.id/index.php/uniid/article/view/618

Badriansyah, D. N., Karsaman, R. H., Al, H., & Lubis, R. (2024). Kajian Pembangunan Jalan Tol Dengan Skema VGF Subsidi Silang (Studi Kasus: Tol Jakarta - Cikampek II Selatan dan Tol Terbanggi Besar - Pematang Panggang). *KJournal of Scientech Research and Development (JSCR)*, *6*(1), 404–421.

Fauziah S, & Nurwahidin. (2020). Pembiayaan Infrastruktur Dengan Sukuk Negara Di Indonesia: Prosedur Dan Struktur. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, Dan Akuntansi)*, *4*(1), 30–42.

Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2015). Principles of Managerial Finance. In *Pearson Education Limited*. www.pearsonmylab.com.

Gunawan, D., & Boonastria, C. M. D. (2022). Delivery System Pada Rencana Pembangunan Jalan Tol Jangka Panjang. *Jurnal HPJI*, *8*(1), 71–80. https://doi.org/10.26593/jhpji.v8i1.5562.71-80

Hasanah, S. N., Iris Mahani, & Rani Gayatri K. Pradoto. (2023). Analisis Dampak Pemberian Jaminan Risiko Keterlambatan Pengadaan Tanah Terhadap Kelayakan Finansial Proyek Jalan Tol di Indonesia. *Journal of Civil Engineering Building and Transportation*, *7*(1), 283–292. https://doi.org/10.31289/jcebt.v7i1.9053

Hilman, M. (2025). *Investasi Jalan Tol Dengan Skema KPBU*. Gramedia Pustaka Utama.

Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor: 2790 /KPTS/M/2024 Tentang Rencana Umum Proyek Kerja Sama Pemerintah Dengan Badan Usaha Dan Pembiayaan Kreatif Sektor Jalan Tol Tahun 2025-2029, 1 (2025).

Khan, A. T., Bhatnagar, V., & Siddiqui, O. (2025). Assessing the Effectiveness and Challenges of Viability Gap Funding (VGF) in Public-Private Partnership (PPP) Infrastructure Projects. *Journal of Information Systems Engineering and Management*, *10*(34s), 741–750. https://doi.org/10.52783/jisem.v10i34s.5868

Ndlovu, V., & Newman, P. (2022). A Public-Private Partnership Procurement Approach to Sustainable Transport—Zimbabwe Case. *Journal of Transportation Technologies*, *12*(04), 600–618. https://doi.org/10.4236/jtts.2022.124035

Peraturan Menteri Keuangan Nomor 68 Tahun 2024 Tentang Dukungan Pemerintah Untuk Pembiayaan Infrastruktur Melalui Skema Kerja Sama Pemerintah Dan Badan Usaha Dan/Atau Skema Pembiayaan Lainnya, 1 (2024).

Peraturan Menteri Keuangan Republik Indonesia Nomor 170 /PMK.08/2018 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Keuangan Nomor 223/PMK.011/2012 Tentang Pemberian Dukungan Kelayakan Atas Sebagian Biaya Konstruksi Pada Proyek Kerja Sama Pemerintah dengan Badan Usaha Dalam Penyediaan Infrastruktur (2018).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol, 1 (2005).

Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 42 Tahun 2024 Tentang Perubahan Ketiga Atas Peraturan Presiden Nomor 100 Tahun 2014 Tentang Percepatan Pembangunan Jalan Tol Di Sumatera, Pasal 2 (2024). https://peraturan.bpk.go.id/Details/134859/perpres-no-42-tahun-2020

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 109 Tahun 2020 Tentang Perubahan Ketiga Atas Peraturan Presiden Nomor 3 Tahun 2016 Tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional (2020).

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2015 Tentang Kerjasama Pemerintah Dengan Badan Usaha Dalam Penyediaan Infrastruktur, 10 166 (2015).

Putri, E. S., & Wisudanto, W. (2017). Struktur Pembiayaan Pembangunan Infrastruktur di Indonesia Penunjang Pertumbuhan Ekonomi. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, *3*(5), 222–228. https://doi.org/10.12962/j23546026.y2017i5.3136

Rahmalia, A., Hasani, F. A., Purwanto, D., Kushardjoko, W., Sipil, J. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2016). *Analisa Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Pemalang Batang*. *5*, 11–24.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan.

Rifai, A., & Tenriajeng, A. T. (2021). Analisis Kelayakan Investasi Dana Haji Untuk Pembangunan Proyek Infrastruktur Jalan Tol Jakarta - Cikampek Ii Elevated. *Jurnal Poli-Teknologi*, *20*(2). https://doi.org/10.32722/pt.v20i2.3594

Riskijah, S. S. (2018). *Pengaruh Faktor-Faktor Eternal Terhadap Kelayakan Finansial Proyek Pembangunan Jalan Tol*. *11*(2), 69–75.

Setiawan, H., & Surachman, E. N. (2015). *Model Keuangan Dana Dukungan Kelayakan: Studi Kasus Proyek Jalan Tol Palembang-Indralaya*.

Shankar, R., & Tan, W. (2025). Strategic stakeholder management in public–private partnerships: lessons from India's toll road asset monetization programme. *Engineering, Construction and Architectural Management*. https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2024-1681

Surachman, E. N., Perwitasari, S. W., & Suhendra, M. (2022). Stakeholder management mapping to improve public-private partnership success in emerging country water projects: Indonesia's experience. *Utilities Policy*, *78*(November 2021), 101411. https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101411

Tetteh, P. A., Osei-Kyei, R., & Tam, V. W. Y. (2025). Strategies for sustainable financing of circular infrastructure projects – a systematic review. *Construction Innovation*, *25*(7), 235–267. https://doi.org/10.1108/CI-10-2024-0323

Wahyudi, R., & Nahdalina. (2019). *Analisis Kelayakan Investasi Jalan Tol Akibat Resiko Keterlambatan Proyek dan Kesalahan Prediksi Lalu Lintas (Studi Kasus : Jalan Tol Pejagan Pemalang)*. *2*(2), 14–23.

Wibowo, A. (2016). Penjaminan infrastruktur. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 10*, (Sader 2000), 26–27.

Wibowo, A. (2025). Pendanaan kreatif untuk pengusahaan jalan tol di Indonesia: Perkembangan, isu dan tantangan. *Infrastruktur Transportasi Sebagai Akselerator Pembangunan Indonesia*, (January), 95–114.

Yuliani, A. E., Fitrijanti, T., & Sari, P. Y. (2020). Sukuk Negara Sebagai Alternatif

Pembiayaan Proyek Infrastruktur Di Indonesia: Systematic Literature Review. *Jurnal Ekonomi Syariah Teori Dan Terapan*, *7*(12), 2361. https://doi.org/10.20473/vol7iss202012pp2361-2374