



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN (RC 146599)

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI I

OKTAVIA MERRIANDY AYU PRAHARA
NRP. 10111410000039

Dosen Pembimbing :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP. 19541002 198512 1 001
Ir. WIDJONARKO ROESTAM, MSc (CS)
NIP. 19531209 198403 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT (RC 146599)

FEASIBILITY STUDY OF PASURUAN - PROBOLINGGO TOLL ROAD SECTION I

OKTAVIA MERRIANDY AYU PRAHARA
NRP. 10111410000039

Supervisor :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP. 19541002 198512 1 001
Ir. WIDJONARKO ROESTAM, MSc (CS)
NIP. 19531209 198403 1 001

DIV STUDY PROGRAM IN CIVIL ENGINEERING
DEPARTEMEN OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
Vocational Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR TERAPAN (RC 146599)

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI I

**OKTAVIA MERRIANDY AYU PRAHARA
NRP. 1011141000039**

Dosen Pembimbing :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP. 19541002 198512 1 001
Ir. WIDJONARKO ROESTAM, MSc (CS)
NIP. 19531209 198403 1 001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT (RC 146599)

FEASIBILITY STUDY OF PASURUAN - PROBOLINGGO TOLL ROAD SECTION I

**OKTAVIA MERRIANDY AYU PRAHARA
NRP. 10111410000039**

Supervisor :
Ir. DJOKO SULISTIONO, MT
NIP. 19541002 198512 1 001
Ir. WIDJONARKO ROESTAM, MSc (CS)
NIP. 19531209 198403 1 001

**DIV STUDY PROGRAM IN CIVIL ENGINEERING
DEPARTEMEN OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
Vocational Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN – PROBOLINGGO SEKSI I

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Terapan pada
Program Studi Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

OKTAVIA MERRIANDY AYU PRAHARA
NRP 10111410000039

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Surabaya, Juli 2018

30 JUL 2018

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I



Ir. Widjonarko Roestam, MSc (CS)

NIP. 19531209 198403 1 001

J. Djoko Sulistiono, MT

NIP. 19541002 198512 1 001



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 19/07/2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Study Kelayaan Pembangunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi I		
Nama Mahasiswa	Oktavia Merriandy Ayu P.	NRP	10111410000039
Dosen Pembimbing 1	Ir. Djoko Sulistiono, MT NIP 19541002 198512 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Ir. Widjonarko, MSc. (CS) NIP 19531209 198403 1 001	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"> - Perlu pembatasan material terhadap data bangkutan jalan yg. memiliki lewat jalan Tol. - Tidak ada hijauan zone jalan-lintas dan jalan tol sebelumnya. 	 Ir. Chomaedhi, CES. Geo NIP 19550319 198403 1 001
<ul style="list-style-type: none"> - Batasan rite sudah tercentu. - Ditanya masalah diperjalas - Dibatasi fs teknis - BCR nya the cukup hanya dilihat IRR. - Semua di hitung lebih realyitas → minimal jalan tol gampol - panning 	 Ir. A Yusuf Zuhdi, PG Plg NIP 19610608 198601 1 001
	Ir. RA. Triaswati M, M. Kes NIP 19580805 198601 2 002
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Chomaedhi, CES. Geo NIP 19550319 198403 1 001	Ir. A Yusuf Zuhdi, PG Plg NIP 19610608 198601 1 001	Ir. RA. Triaswati M, M. Kes NIP 19580805 198601 2 002	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Ir. Djoko Sulistiono, MT NIP 19541002 198512 1 001	Ir. Widjonarko, MSc. (CS) NIP 19531209 198403 1 001



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 OKTAVIA MERRIANDY A.P. 2
NRP : 1 1011141000039 2
Judul Tugas Akhir : STUDI KELAYAKAN PEMBAU BUNAN JALAN TOL PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI 1

Dosen Pembimbing : 1. Ir. DJOKO SULISTIONO, MT.
 2. Ir. WIDJONARKO ROESTAM, MSc (CS)

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	22 Feb 2018	- Pemilihan rute menggunakan kurva diversi - Buat peta situasi jalan tol	<i>[Handwritten Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	12 Maret 2018	- Panjang jalan tol termasuk jalan akses (nasional) masuk ke tol - Kecepatan jl. nr setiap tahun dipengaruhi ds dan volume - Pelajari kurva diversi	<i>[Handwritten Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	28 Maret 2018	- Pemilihan rute pakai kurva diversi - Buat kurva data inflasi (regresi) - Nilai walutan pakai yang terkecil - BOK: jalan lama dan jalan tol sga	<i>[Handwritten Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	12 April 2018	- Tabel NPV dikumulatif - Cari biaya trip tol / km - Status pembasasan tanah: hak milik atau apa	<i>[Handwritten Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	20 April 2018	- Hak milik tanah bagaimana? Apakah dikelola investor - Tingkat FYR, tahun pertama kembali berapa? - Lanjutkan menulis narasi	<i>[Handwritten Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 OKTAVIA MERRIAUDY A.P. 2
NRP : 1 10111410000039 2
Judul Tugas Akhir : STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI 1
Dosen Pembimbing : IR. DJOKO SULLISTIONO, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
6.	24 Mei 2018	- Cek biaya pemeliharaan & operasional menggunakan 1% dari biaya konstruksi	<i>Jatuh</i>			
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 OKTAVIA MERIANDY A.P. 2
NRP : 1 1011141 0000039 2
Judul Tugas Akhir : STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAM TOL PASUKAN - PROBOLINGGO SEKSI 1

Dosen Pembimbing : Ir. WIDIONARFO ROESTAM, MSc (CS)

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	15 Maret 2018	- Benarkan kembali penulisan kalimat - Perhitungan μ di bab 2 - Perhitungan σ diperbaiki lagi - Benarkan jadwal pembalasan Bab II vs Bab IV	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	22 Maret 2018	- Persamaan tidak ditulis lagi di bab 4 - Beri contoh pembacaan tabel	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	29 Maret 2018	- Perhitungan a dan b inspeksi di bab 2 - Diberi blue solution di bab 2 - Faktorin di tol langsung ditulis di bab 2	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	13 April 2018	- Benarkan judul Tabel 2.6 - Jelaskan prosy Perhitungan Tabel 2.8 - Kondisi jalan diberi poin-poin - Penjelasan kondisi jalan dilakukan setelah kurva diversifikasi - Teori dipelajari darimana - Bab 2.12 di break down lagi	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Tertambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasioli-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 OKTAVIA MERRIANDY A.P. 2
NRP : 1 10111410000039 2
Judul Tugas Akhir : STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN - PROBOLINGGO SEKSI 1

Dosen Pembimbing : Ir. WIDJOMARCO ROESTAM, MSc (CS)

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	30 April 2018	- Dijelaskan lagi hasil peubah bebas - Benarkan lagi, penentuan P	<i>[Signature]</i>			
				B	C	K
	4 Mei 2018	- Asumsi kecepatan jalan tol diberi referensi - Panjang jalan diberi penjelasan dapat dari mana - Judul data OD survey diganti perhitungan perimbangan perpindahan kendaraan - Judul menentalkan y diganti	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
		- Perbaiki narasi nilai EKR - Data tipe jalan dan jenis alinyemen diberi sumber - Disebutkan kenapa harus tahu dari itu tol	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN JALAN TOL PASURUAN – PROBOLINGGO SEKSI I

Nama Mahasiswa : Oktavia Merrinady Ayu Prahara
NRP : 10111410000039
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil – ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Djoko Sulistiono, MT
2. Ir. Widjonarko Roestam, MSc (CS)

ABSTRAK

Proyek pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo yang berlokasi di Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo ini bertujuan untuk mengalihkan volume lalu lintas yang melalui jalan nasional antara Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo. Pengalihan volume lalu lintas tersebut dimaksudkan agar dapat meningkatkan kinerja jalan nasional. Untuk itu, perlu dilakukan analisa studi kelayakan agar dapat menilai perbandingan kinerja jalan nasional dengan jalan tol Pasuruan – Probolinggo.

Studi ini akan membahas tentang analisa lalu lintas serta analisa kelayakannya yang ditinjau dari aspek teknis, ekonomi, dan finansial. Analisa lalu lintas akan dilakukan dengan membandingkan kinerja jalan nasional without project dengan with project, yang ditinjau dari nilai derajat kejenuhannya. Analisa kelayakan teknis dilakukan dengan control alinyemen horizontal jalan dengan Pedoman Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009. Analisa kelayakan ekonomi dilakukan dengan menghitung nilai penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK), penghematan nilai waktu perjalanan, Net Present Value (NPV_e), Benefit Cost Ratio (BCR_e), dan Economic Internal Rate of Return (EIRR). Analisa kelayakan finansial dilakukan dengan menghitung tarif tol, NPV_f, BCR_f, Financial Internal Rate of Return (FIRR), dan Payback Period (PP).

Hasil analisa menyatakan bahwa proyek Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo Seksi I layak untuk dilaksanakan. Analisa lalu lintas menampilkan nilai derajat kejenuhan pada jalan nasional with project didapatkan sebesar 0,42 pada tahun 2019, sedangkan untuk jalan nasional without project didapatkan sebesar 0,85. Analisa kelayakan teknik berupa kontrol alinyemen horizontal telah memenuhi pedoman yang ditinjau. Analisa kelayakan ekonomi menyatakan bahwa proyek layak dengan nilai NPVe Rp 19.959.281.957.748,50, nilai BCRe sebesar 8,96, dan EIRR sebesar 23,68%. Analisa kelayakan finansial juga menyatakan proyek layak dilaksanakan, baik menggunakan tarif tol dengan keuntungan 50%, 60%, atau 70%. Untuk tarif tol 50% maka didapatkan NPVf Rp 10.550.174.681.019,00; BCR 5,21; FIRR 16,75% dan PP tahun ke-16. Untuk tarif tol 60% maka didapatkan NPVf Rp 13.375.585.426.492,60; BCR 6,33; FIRR 18,33% dan PP tahun ke-13. Untuk tarif tol 70% maka didapatkan NPVf Rp 15.759.813.510.606,30; BCR 7,29; FIRR 19,59%; dan PP tahun ke-12.

Kata Kunci : Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I, Studi Kelayakan, Studi Kelayakan Teknik, Ekonomi, dan Finansial

FEASIBILITY STUDY OF PASURUAN – PROBOLINGGO TOLL ROAD SECTION I

Student Name : Oktavia Merrinady Ayu Prahara
NRP : 10111410000039
Departement : Civil Infrastructure Engineering–ITS
Counselor Lecturer : 1. Ir. Djoko Sulistiono, MT
2. Ir. Widjonarko Roestam, MSc (CS)

ABSTRACT

Pasuruan – Probolinggo Toll Road construction project which located in di Pasuruan District and Probolinggo District is headed to divert the traffic volume that passes national road which connect both district. This traffic diversion is intended to improve those national road performance. Therefore, feasibility analysis needs to be done to assess the comparison between the national road performance and the toll road performance.

This study will discuss about traffic analysis and the feasibility analysis which will be viewed by its technical, economic, and financial aspect. Traffic analysis will be done by comparing the without project-national road performance with the with project-national road performance, which will be assess by its degree of saturation value. Technical feasibility analysis will be done by checking the horizontal alignment to the provision based in Pedoman Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009. Economic feasibility analysis will be done by calculating the value of Vehicle Operation Cost (VOC) saving, Value of Time (VOT) saving, Net Present Value (NPVe), Benefit Cost Ratio (BCRe), dan Economic Internal Rate of Return (EIRR). Financial feasibility analysis will be done by calculating the value of toll rates, Net Present Value (NPVf), Benefit Cost Ratio (BCRf), dan Financial Internal Rate of Return (FIRR), and Payback Period (PP).

The analysis results indicate that Pasuruan – Probolinggo Toll Road Section I construction project is feasible to carried out. The traffic analysis shows the degree saturation value in with project-national road is 0,42 in 2019, whereas for the without project-national road the value is 0,85. Technical feasibility analysis in term of horizontal alignment checking has fulfilled the provision. Economic feasibility analysis indicate that the construction project is feasible to carried out with the value : NPVe of Rp 19.959.281.957.748,50, BCRe of 8.96, and EIRR of 23,68%. Financial feasibility analysis also indicate that the construction project is feasible to carried out using the toll rate of 50%, 60%, or 70% profit. For 50% toll rate obtained value of : NPVf Rp 10.550.174.681.019,00; BCR 5,21; FIRR 16,75% and PP 16th year mark. For 60% toll rate obtained value of NPVf Rp 13.375.585.426.492,60; BCR 6,33; FIRR 18,33% and PP 13th year mark. For 70% toll rate obtained value of NPVf Rp 15.759.813.510.606,90; BCR 7,29; FIRR 19,59%; and PP 12th year mark.

Keyword : Pasuruan – Probolinggo Toll Road Section I, Feasibility Study, Technical, Economic, and Financial Feasibility Study

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir dengan judul **“Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Pasuran – Probolinggo Seksi I”** dapat terselesaikan. Tugas Akhir ini sebagai implementasi ilmu yang telah didapat selama perkuliahan di Program Studi Diploma 4 Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal tugas akhir tidak akan terlaksana tanpa bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Machsus, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
2. Bapak Ir. Djoko Sulistiono, MT. dan Bapak Ir. Widjonarko Roestam, MSc (CS) selaku dosen pembimbing dalam penyusunan proposal tugas akhir yang berjudul berjudul **“Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Pasuran – Probolinggo Seksi I”**.
3. Bapak Ridho Bayuaji, ST., MT. selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingannya.
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan material serta selalu mendoakan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak dan Ibu dosen Program Diploma yang selama ini membimbing dan membantu dalam proses perkuliahan.
6. Bapak dan Ibu karyawan ITS yang selama ini membantu dan membimbing dalam urusan administrasi.

7. Dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tentunya jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik maupun saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Lokasi Proyek.....	3
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Analisa Lalu Lintas.....	7
2.1.1 Volume Lalu Lintas	7
2.1.2 Perpindahan Rute.....	18
2.1.3 Penilaian Kinerja Jalan	33
2.2 Analisa Kelayakan Teknik.....	49
2.2.1 Kontrol Standar Bentuk Tikungan	49

2.2.2 Cek Jari-jari Tikungan	52
2.3 Analisa Kelayakan Ekonomi	55
2.3.1 <i>Benefit</i> (Manfaat).....	55
2.3.2 <i>Cost</i> (Biaya).....	76
2.3.3 <i>Net Present Value</i> (NPVe).....	82
2.3.4 <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCRe).....	85
2.3.5 <i>Economic Internal Rate of Return</i> (EIRR).....	85
2.4 Analisa Kelayakan Finansial	87
2.4.1 <i>Benefit</i> (Manfaat).....	87
2.4.2 <i>Cost</i> (Biaya).....	89
2.4.3 <i>Net Present Value</i> (NPVf) dan <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCRf)	89
2.4.4 <i>Financial Internal Rate of Return</i> (FIRR)	91
BAB III	93
METODOLOGI	93
3.1 Bagan Alir	93
3.2 Tahap Pengerjaan	96
3.2.1 Identifikasi Masalah	96
3.2.2 Studi Literatur.....	96
3.2.3 Pengumpulan Data.....	96
3.2.4 Analisa Perhitungan Lalu Lintas.....	98
3.2.5 Analisa Kelayakan.....	98
3.2.6 Kesimpulan.....	99
3.2.7 Selesai.....	100

BAB IV	101
PEMBAHASAN	101
4.1 Analisa Lalu Lintas.....	101
4.1.1 Volume Lalu Lintas	101
4.1.2 Perpindahan Rute.....	106
4.1.3 Penilaian Kinerja Jalan	126
4.2 Analisa Kelayakan Teknik.....	143
4.2.1 Kontrol Standar Bentuk Tikungan	143
4.2.2 Cek Jari-jari Tikungan	147
4.3 Analisa Kelayakan Ekonomi	148
4.3.1 <i>Benefit</i> (Manfaat).....	148
4.3.2 <i>Cost</i> (Biaya).....	180
4.3.3 <i>Net Present Value</i> (NPVe).....	184
4.3.4 <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCRe).....	187
4.3.5 <i>Economic Internal Rate of Return</i> (EIRR).....	188
4.4. Analisa Kelayakan Finansial	192
4.4.1 <i>Benefit</i> (Manfaat).....	192
4.4.2 <i>Cost</i> (Biaya).....	205
4.4.3 <i>Net Present Value</i> (NPVf) dan <i>Benefit Cost Ratio</i> (<i>BCRf</i>)	205
2.4.4 <i>Financial Internal Rate of Return</i> (FIRR)	214
BAB V	225
PENUTUP.....	225
5.1 Kesimpulan.....	225

5.2 Saran	225
DAFTAR PUSTAKA	227

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Lalu Lintas Harian Hasil Survai Pos R5 (Segmen Grati - Tongas)	10
Tabel 2. 2 Data Volume Lalu Lintas Harian (2016) Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas.....	11
Tabel 2. 3 Penetapan Angka Pertumbuhan Lalu Lintas	13
Tabel 2. 4 PDRB Per Kapita Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Kabupaten/Kota, 2012-2016 (Ribu Rupiah)	14
Tabel 2. 5 Tabel 4. 3 PDRB Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Kabupaten/Kota, 2012-2016 (Miliar Rupiah)	14
Tabel 2. 6 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan I dan IV	15
Tabel 2. 7 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan II - V	16
Tabel 2. 8 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Berdasarkan Golongan Kendaraan	17
Tabel 2. 9 Data Panjang Jalan,Kecepatan, dan Waktu Tempuh di Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo	20
Tabel 2. 10 Data Panjang Jalan,Kecepatan, dan Waktu Tempuh di Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo.....	21
Tabel 2. 11 Kecepatan Bergerak Kendaraan Golongan I, IIA, dan IIB pada Jalan Nasional Pasuruan-Probolinggo Segmen Grati-Tongas	27
Tabel 2. 12 Kecepatan Bergerak Kendaraan Golongan I, IIA, dan IIB pada Jalan Nasional Pasuruan-Probolinggo Segmen Tongas - Probolinggo Barat	29
Tabel 2. 13 Data OD Survey Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas Tahun 2015	30
Tabel 2. 14 Data OD Survey Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Tongas - Probolinggo Barat Tahun 2015	31

Tabel 2. 15 Data OD Survey Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Probolinggo Barat - Probolinggo Timur	32
Tabel 2. 16 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas dalam Kendaraan/jam Tahun 2016	35
Tabel 2. 17 Kelas Kendaraan dalam Penentuan Nilai EKR	36
Tabel 2. 18 EKR untuk Jalan 4/2T dan 4/2TT	37
Tabel 2. 19 Nilai Ekivalensi Kendaraan Ringan	38
Tabel 2. 20 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Seksi Grati - Tongas dalam Skr/jam Tahun 2016	40
Tabel 2. 21 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo Segmen Grati - Tongas (without project) Tahun 2016	41
Tabel 2. 22 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 4/2	45
Tabel 2. 23 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_{LJ})	46
Tabel 2. 24 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{PA})	46
Tabel 2. 25 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{HS})	47
Tabel 2. 26 Koefisien Gesek Maksimum Berdasarkan V_R	54
Tabel 2. 27 Harga Komponen BOK	56
Tabel 2. 28 Rata-rata UMR Kab. Pasuruan dan Probolinggo Tahun 2018	58
Tabel 2. 29 Persamaan untuk Perhitungan Biaya Tetap dan Tidak Tetap pada Jalan Non Tol	60
Tabel 2. 30 Persamaan untuk Perhitungan Biaya Tetap dan Tidak Tetap pada Jalan Non Tol	68
Tabel 2. 31 Nilai Waktu Dasar dari Berbagai Studi untuk Setiap Golongan Kendaraan	72

Tabel 2. 32 Nilai Koreksi Berdasarkan PDRB Atas Dasar Harga Konstan Tahun 1996	73
Tabel 2. 33 Nilai Waktu Minimum (Rupiah/jam/kendaraan)	73
Tabel 2. 34 Data Inflasi dan Inflasi Rata-rata Tahun 2003 – 2017 dalam Persen (%)	75
Tabel 2. 35 Total Biaya Investasi Jalan Tol Pasuruan Probolinggo (31,3 Km).....	77
Tabel 2. 36 Total Biaya Investasi Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I (13,5 Km).....	79
Tabel 2. 37 Total Biaya Operasi dan Pemeliharaan Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2011	80
Tabel 2. 38 Data Inflasi Tahun 2012 - 2017 dalam Persen (%) ..	81
Tabel 2. 39 Rata-rata Inflasi Tahun 2012-2017 dalam Persen (%)	82
Tabel 2. 40 Suku Bunga Tahun 2006-2016 dan Suku Bunga Berlaku.....	84
Tabel 4. 1 Data Volume Lalu Lintas Harian (2016) Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas.....	101
Tabel 4. 2 Proyeksi Lalu Lintas Tahunan Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas (<i>without project</i>)	103
Tabel 4. 3 Selisih Waktu Tempuh Jalan Nasional dan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo (WPH).....	106
Tabel 4. 4 Perkiraan Prosentase Perpindahan Kendaraan	107
Tabel 4. 5 Perhitungan Parameter a dan b	108
Tabel 4. 6 Prosentase Perpindahan Kendaraan ke Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi I	109
Tabel 4. 7 Proyeksi Lalu Lintas Tahunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi I.....	117
Tabel 4. 8 Proyeksi Lalu Lintas Tahunan Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo (<i>with project</i>)	122

Tabel 4. 9 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati – Tongas (Dua Arah) dalam Kendaraan/jam Tahun 2016	126
Tabel 4. 10 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo Dua Arah (<i>without project</i>) Tahun 2016	127
Tabel 4. 11 Contoh Perhitungan Peramalan Arus Lalu Lintas Kendaraan Golongan I pada Jalan Nasional Without Project Tahun 2019	128
Tabel 4. 12 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas (<i>without project</i>) 2019 - 2063	129
Tabel 4. 13 Contoh Perhitungan Peramalan Arus Lalu Lintas Kendaraan Golongan I pada Jalan Nasional <i>With Project</i> Tahun 2019	132
Tabel 4. 14 Proyeksi Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan- Probolinggo Segmen Grati - Tongas <i>With Project</i> 2019- 2059	133
Tabel 4. 15 Kinerja Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Seksi Grati - Tongas (<i>without project</i>).....	138
Tabel 4. 16 Kinerja Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Seksi Grati - Tongas (<i>with project</i>).....	140
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Kontrol Alinyemen Horizontal Tikungan Full Circle	146
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Kontrol Alinyemen Horizontal Tikungan Spiral-Circle-Spiral	146
Tabel 4. 19 Kontrol Jari-jari Tikungan	147
Tabel 4. 20 Kecepatan Kendaraan Golongan I - V pada Jalan Nasional Pasuruan Probolinggo	148
Tabel 4. 21 BOK per Tahun Jalan Nasional Pasuruan Probolinggo	152
Tabel 4. 22 Kecepatan Kendaraan Golongan I - V pada Jalan Tol Pasuruan Probolinggo	155

Tabel 4. 23 BOK per Tahun Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I.....	158
Tabel 4. 24 Saving BOK Jalan Nasional dan Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I.....	162
Tabel 4. 25 Nilai Waktu Jalan Nasional Without Project Tahun 2019 – 2063 dalam Rupiah /jam/kendaraan	167
Tabel 4. 26 Nilai Waktu Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019 – 2063 dalam Rupiah/jam/kendaraan ...	172
Tabel 4. 27 Saving VOT Jalan Nasional dan Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dalam Rupiah/jam/kendaraan ...	176
Tabel 4. 28 Total Biaya Investasi, Total Biaya O&P Rutin, serta Total Biaya O&P Berkala Tahun 2011-2017.....	181
Tabel 4. 29 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Rutin serta Berkala Tahun 2019-2063	182
Tabel 4. 30 Perhitungan PWB, PWC, dan NPVe	185
Tabel 4. 31 Perhitungan r1, r2, NPV1, NPV2, dan EIRR	189
Tabel 4. 32 Tarif Tol Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019 dengan Prosentase Keuntungan 50%-70%	194
Tabel 4. 33 Perhitungan Pendapatan dari Tarif Tol Kendaraan Golongan I Tahun 2019.....	195
Tabel 4. 34 Pendapatan Tarif Tol (50%) Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019-2063.....	196
Tabel 4. 35 Pendapatan Tarif Tol (60%) Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019-2063.....	199
Tabel 4. 36 Pendapatan Tarif Tol (70%) Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019-2063.....	202
Tabel 4. 37 Perhitungan NPVf dan BCRf Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 50%	208
Tabel 4. 38 Perhitungan NPVf dan BCRf Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 60%	210
Tabel 4. 39 Perhitungan NPVf dan BCRf Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 70%	212

Tabel 4. 40 Perhitungan FIRR Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 50%	216
Tabel 4. 41 Perhitungan FIRR Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 60%	219
Tabel 4. 42 Perhitungan FIRR Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 70%	222

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Rencana Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo	4
Gambar 1. 2 Rencana Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo terhadap Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo	5
Gambar 1. 3 Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi I	6
Gambar 2. 1 Peta Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Terhadap Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 1, 2, dan 3....	18
Gambar 2. 2 Tikungan Full Circle	50
Gambar 2. 3 Tikungan Spiral-Circle-Spiral	51
Gambar 2. 4 Tikungan Spira-Spiral	52
Gambar 2. 5 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan I	64
Gambar 2. 6 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan II	64
Gambar 2. 7 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan III	65
Gambar 2. 8 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan IV	66
Gambar 2. 9 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan V	66
Gambar 3. 1 Bagan Alir	95
Gambar 4. 1 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH) Kendaraan Golongan I	110
Gambar 4. 2 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH) Kendaraan Golongan II	111
Gambar 4. 3 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH) Kendaraan Golongan III	112
Gambar 4. 4 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH) Kendaraan Golongan IV	113

Gambar 4. 5 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH)
Kendaraan Golongan V 114

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo yang berlokasi di Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo mempunyai panjang jalan total 31,3 km. Tujuan pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo adalah untuk mengalihkan volume lalu lintas yang melalui jalan nasional antara Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Probolinggo. Pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo ini terlebih dahulu perlu dilakukan analisa studi kelayakannya. Analisa studi kelayakan tersebut bertujuan agar dapat menilai perbandingan kinerja jalan nasional dengan jalan tol Pasuruan – Probolinggo.

Analisa kelayakan yang akan dilakukan pada studi ini hanya ditinjau dari aspek kelayakan teknik, kelayakan ekonomi, dan kelayakan finansial. Pada analisa kelayakan dari aspek teknis dilakukan perhitungan menyangkut lalu lintas dan geometri jalan yang hasilnya akan digunakan untuk dibandingkan dengan standar yang disyaratkan. Analisa kelayakan dari aspek ekonomi akan ditentukan dari selisih manfaat (*benefit*) yang didapat dengan biaya (*cost*) yang dikeluarkan oleh pihak-pihak yang menggunakannya. Sedangkan pada analisa kelayakan dari aspek finansial dilakukan dengan menganalisa investasi, apakah memberikan keuntungan atau tidak.

Guna menyelesaikan studi ini, data primer dan data sekunder terkait proyek pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo dibutuhkan. Adapun data primer yang dibutuhkan berupa kecepatan kendaraan di jalan nasional. Data primer tersebut akan didapat melalui survai langsung di lapangan. Data sekunder yang dibutuhkan baik yang berkaitan dengan analisa teknis, ekonomi, maupun finansial, akan didapatkan melalui instansi/perusahaan yang bersangkutan yang kemudian direkapitulasi sesuai kebutuhan studi.

1.2 Perumusan Masalah

Tiga permasalahan yang terkait dengan analisa kelayakan pada proyek Jalan Tol Pasuruan Probolinggo seksi I adalah :

1. Apakah kinerja jalan nasional Pasuruan – Probolinggo dapat meningkat dengan adanya pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo?
2. Bagaimana kelayakan pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I ditinjau dari aspek teknis?
3. Bagaimana analisa ekonomi dan finansial Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I?

1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah untuk menganalisa kelayakan pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo yaitu dengan :

1. Mengetahui kinerja jalan nasional Pasuruan – Probolinggo sebelum dan sesudah dilakukannya proyek pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo.
2. Mengetahui kelayakan pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I ditinjau dari segi teknis.
3. Mengetahui analisa ekonomi mikro dan finansial Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini tidak terjadi penyimpangan dalam pembahasan masalah, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Tugas akhir ini hanya meninjau Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo seksi I yaitu Grati – Tongas sepanjang 13,5 Km.
2. Kelayakan jalan hanya ditinjau dari segi teknis.
3. Perhitungan analisa ekonomi tidak membahas pengaruh ekonomi makro dan analisa hanya didasarkan pada nilai

Benefit Cost Ratio (BCR), *Net Present Value (NPV)*, dan *Internal Rate of Return (IRR)*.

4. Perhitungan analisa teknik hanya didasarkan pada alinyemen horizontal.
5. Biaya konstruksi sesuai dengan harga tender dan pembebasan tanah masuk sebagai biaya investasi.
6. Data bangkitan lalin untuk jalan tol didapatkan dari hasil *Origin Destination (OD) Survey* yang telah dilakukan oleh pihak terkait.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penulisan studi ini adalah :

1. Mengetahui proses perhitungan dan penentuan kinerja jalan nasional Pasuruan – Probolinggo dan jalan tol Pasuruan – Probolinggo.
2. Mengetahui penilaian kelayakan suatu proyek konstruksi jalan dari aspek teknis, ekonomi, dan finansial.

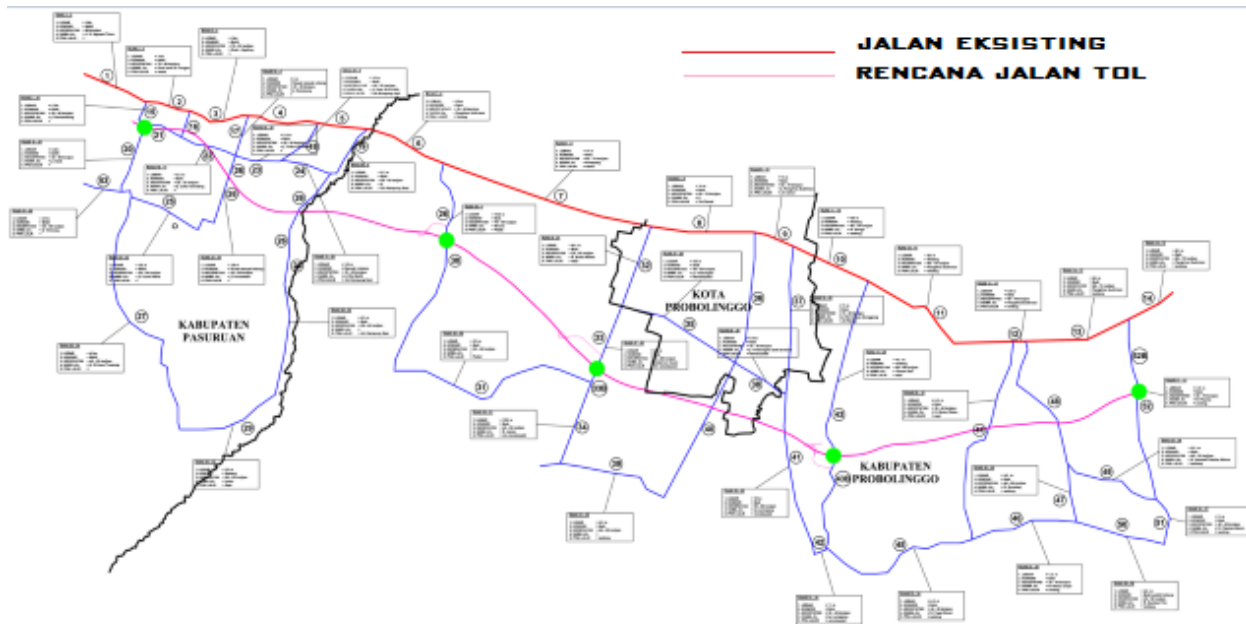
1.6 Lokasi Proyek

Peta lokasi rute pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo terletak pada Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo. Secara umum, lokasi pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo dalam peta Provinsi Jawa Timur dapat dilihat pada area dalam lingkaran hitam seperti pada gambar 1.1 di bawah ini.



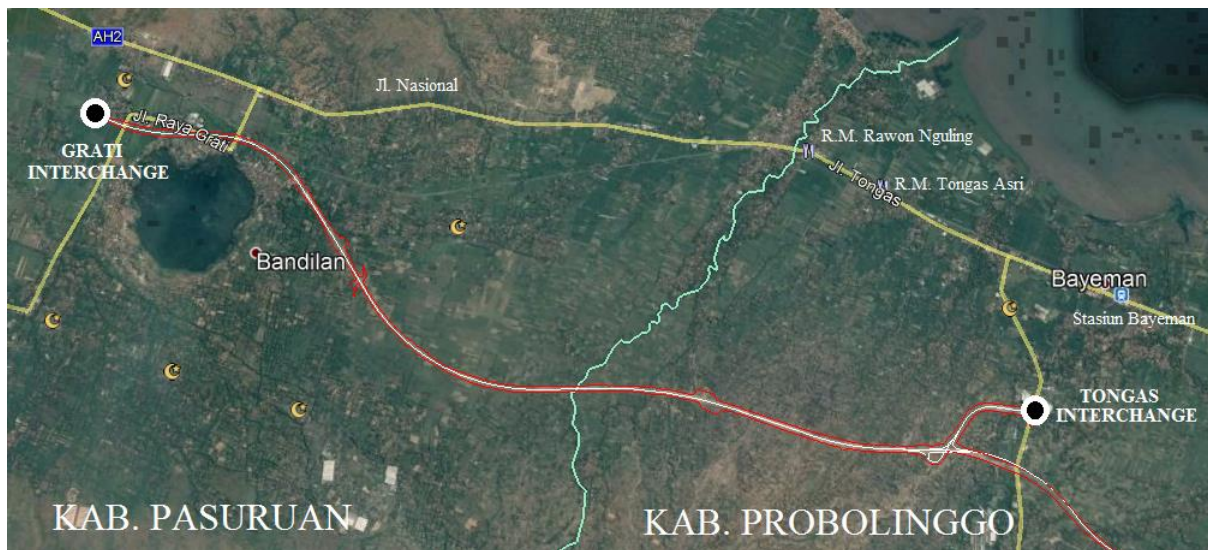
Gambar 1. 1 Rencana Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo

Lokasi rute pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo terhadap Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo dapat dilihat seperti pada gambar 1.2 di bawah ini,



Gambar 1. 2 Rencana Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo terhadap Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo

Untuk Proyek Jalan Tol Pasuruan Probolinggo seksi I dimulai dari Grati *interchange* sampai Tongas *interchange* yang dapat dilihat pada gambar 1.3 di bawah ini,



Gambar 1. 3 Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi I

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Lalu Lintas

Analisa lalu lintas meliputi tiga faktor yaitu volume lalu lintas, perpindahan rute, dan kinerja jalan. Faktor pertama, yaitu, volume lalu lintas, dibutuhkan untuk menghitung lalu lintas tahunan pada Jalan Nasional Pasuruan Probolinggo tahun 2019 – 2063. Faktor kedua, yang mana adalah perhitungan perpindahan rute, dilakukan untuk menentukan besarnya volume kendaraan yang akan berpindah dari jalan nasional ke jalan tol. Faktor ketiga, kinerja jalan, akan menyajikan penilaian kinerja jalan nasional apakah dapat meningkat setelah adanya pembangunan jalan tol Pasuruan – Probolinggo tersebut.

2.1.1 Volume Lalu Lintas

a. Data Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam rentang waktu tertentu, baik hari, jam, maupun menit (Sukirman, 1999). Data volume lalu lintas didapatkan melalui data sekunder yaitu *traffic counting* yang telah diolah oleh PT. Multi Phi Beta Consulting Engineers (lihat Tabel 2.1). Pada Tabel 2.1 di bawah, tercantum volume kendaraan untuk ruas jalan Pasuruan – Nguling, dimana volume kendaraan masih dikelompokkan dalam 11 jenis kendaraan. Berdasarkan ketentuan di Bina Marga, pengelompokan jenis kendaraan pada jalan tol dibagi kedalam 6 jenis kendaraan sebagai berikut¹,

1. Golongan I

¹ Golongan Jenis Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Tol yang Sudah Beroperasi. **KEPMEN PU No 370/KPTS/M/2007**. Menteri Pekerjaan Umum, 2007

- Indeks untuk sedan, jip, pick up/truk kecil, dan bus.
- 2. Golongan II
Indeks untuk truk dengan dua gandar.
- 3. Golongan III
Indeks untuk truk dengan tiga gandar.
- 4. Golongan IV
Indeks untuk truk dengan empat gandar.
- 5. Golongan V
Indeks untuk truk dengan lima gandar.
- 6. Golongan VI
Indeks untuk kendaraan bermotor roda dua.

Tabel 2.1 adalah lalu lintas harian untuk ruas jalan Pasuruan – Nguling harus diubah menjadi penggolongan jenis kendaraan berdasarkan ketentuan yang berlaku di Bina Marga. Contoh,

- Golongan I adalah total dari volume sedan, jeep, st wagon, angkutan umum kecil, bus $\frac{3}{4}$, bus besar, dan box kecil hantaran
 - Gol. I = 6226 + 140 + 14 + 536 + 1713
 - = 8629 kend/hari(pada Tabel 2.2)
- Golongan II adalah total dari volume truk kecil 2 gandar dan truk sedang 2 gandar
 - Gol. II = 2432 + 1045
 - = 3477 kend/hari(pada Tabel 2.2)
- Golongan III adalah total volume truk 3 gandar
 - Gol. III = 718 kend/hari (pada Tabel 2.2)
- Golongan IV adalah total volume truk 4 gandar
 - Gol. IV = 347 kend/hari(pada Tabel 2.2)
- Golongan V adalah total volume truk ≥ 5 gandar
 - Gol. V = 145 kend/hari(pada Tabel 2.2)
- Golongan VI adalah total volume sepeda motor
 - Gol. VI = 12308 kend/hari(pada Tabel 2.2)

Adapun dalam Tabel 2.2 tersebut, volume kendaraan dalam 6 golongan tersedia dalam arah Pasuruan – Nguling dan Nguling – Pasuruan. Jalan nasional pada ruas Pasuruan – Nguling adalah jalan 4 lajur 2 arah tak terbagi sehingga analisis perhitungan nantinya akan didasarkan atas volume lalu lintas total 2 arah², yaitu total dari volume lalu lintas arah Pasuruan – Nguling dan arah Nguling – Pasuruan.

b. Peramalan Volume Lalu Lintas

Peramalan volume lalu lintas bertujuan untuk memperkirakan jumlah volume kendaraan pada tahun-tahun mendatang, dalam studi ini yaitu tahun 2019 – 2063. Data lalu lintas tahun sebelumnya serta pertumbuhan laju kendaraan perlu diketahui untuk memperkirakan volume lalu lintas. Data lalu lintas yang dipakai untuk menjadi dasar dalam meramalkan volume lalu lintas mendatang adalah data volume lalu lintas tahun 2016 yang dapat dilihat pada Tabel 2.2

² Kapasitas Jalan Luar Kota. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia**. Kementerian Pekerjaan Umum, 2014.

Tabel 2. 1 Lalu Lintas Harian Hasil Survei Pos R5 (Segmen Grati - Tongas)

HARI & ARAH	KENDARAAN											TOTAL KEND. BERMOTOR	TOTAL (≥ 4 Roda)
	SEPEDA MOTOR	SEDAN, JEEP, ST. WAGON, DLL	ANGK. UMUM KECIL	BUS 3/4	BUS BESAR	BOX KECIL HANTARAN	TRUK KECIL 2 GANDAR	TRUK SEDANG 2 GANDAR	TRUK 3 GANDAR	TRUK 4 GANDAR	TRUK ≥ 5 GANDAR		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
RABU													
Pasuruan - Nguling	12308	6228	140	14	536	1713	2432	1045	718	347	145	25624	13316
Nguling - Pasuruan	10561	4755	150	25	457	1452	2211	900	630	348	225	21714	11153
TOTAL	22869	10981	290	39	993	3165	4643	1945	1348	695	370	47338	24469
KAMIS													
Pasuruan - Nguling	13255	5700	159	11	458	1476	1983	1163	671	310	156	25342	12087
Nguling - Pasuruan	13999	6754	155	26	515	1444	2174	907	634	314	167	27059	13090
TOTAL	27224	12454	314	37	973	2920	4157	2070	1305	624	323	52401	25177
SABTU													
Pasuruan - Nguling	18464	9037	150	10	563	1486	1606	755	578	246	116	33011	14547
Nguling - Pasuruan	14797	7215	276	67	597	1830	2221	643	755	331	210	28942	14145
TOTAL	33261	16252	426	77	1160	3316	3827	1398	1333	577	326	61953	28692
RATA-RATA													
Pasuruan - Nguling	14676	6988	150	12	519	1558	2007	988	656	301	139	27962	13317
Nguling - Pasuruan	13106	6241	194	39	523	1575	2202	817	673	331	201	25605	12796
TOTAL	27785	13229	343	51	1042	3134	4209	1804	1329	632	340	53897	26113

Sumber : Data konsultan PT. Multi Phi Bet

Tabel 2. 2 Data Volume Lalu Lintas Harian (2016) Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas

Hari & Arah	Golongan Kendaraan (kend/hari)					
	I	II	III	IV	V	VI
Rabu						
Pasuruan -Nguling	8629	3477	718	347	145	12308
Nguling-Pasuruan	6839	3111	630	348	225	10561
Total	15468	6588	1348	695	370	24469
Kamis						
Pasuruan -Nguling	7804	3146	671	310	156	13255
Nguling-Pasuruan	8894	3081	634	314	167	13969
Total	16698	6227	1305	624	323	25177
Sabtu						
Pasuruan -Nguling	11246	2361	578	246	116	18464
Nguling-Pasuruan	9985	2864	755	331	210	14797
Total	21231	5225	1333	577	326	28692
Rata-rata						
Pasuruan -Nguling	9226	2995	656	301	139	14676
Nguling-Pasuruan	8573	3019	673	331	201	13109
Total	17799	6013	1329	632	340	26113

Sumber : Hasil perhitungan

Laju pertumbuhan lalu lintas dapat ditentukan dari data pertumbuhan ekonomi di wilayah tersebut³. Data pertumbuhan ekonomi suatu daerah dapat dilihat dari pendapatan perkapitanya, melalui Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) daerah tersebut⁴. PDRB adalah jumlah nilai tambah barang dan jasa yang dihasilkan dari seluruh kegiatan perekonomian suatu daerah. Oleh sebab itu, PDRB yang disajikan secara berkala dapat menggambarkan perkembangan ekonomi suatu daerah dan juga dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam mengevaluasi dan merencanakan pembangunan regional⁵.

Penggunaan PDRB untuk mencari laju pertumbuhan lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.3. Pertumbuhan laju kendaraan golongan I didapatkan dari hasil pertumbuhan data PDRB perkapita. Pertumbuhan laju kendaraan golongan II – V didapatkan dari hasil pertumbuhan data PDRB. Laju pertumbuhan bus berdasarkan Tabel 2.3 didapatkan dari angka pertumbuhan penduduk, tetapi karena bus digolongkan kedalam kendaraan golongan I pada studi ini, maka angka pertumbuhannya menggunakan PDRB perkapita.

³ Pra Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan. **Pedoman Konstruksi dan Bangunan**. Departemen Pekerjaan Umum, 2007

⁴ Wahab, W., Sentosa, L., dan Sebayang, M., Feb. 1990. "Analisis Nilai Pertumbuhan Lalu Lintas dan Perkiraan Volume Lalu Lintas Dimasa Mendatang Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata". **JOM FTEKNIK**, Vol.2 no.1

⁵ Malau, B.C., Mar. 2012. **PDRB (Produk Domestik Regional Bruto)**, <URL: <https://andre239.wordpress.com/2012/03/09/pdrb-produk-domestik-regional-bruto.html>>

Tabel 2. 3 Penetapan Angka Pertumbuhan Lalu Lintas

Jenis Kendaraan	Angka Pertumbuhan Lalu Lintas
Sepeda Motor	PDRB perkapita
Mobil Penumpang	PDRB perkapita
Bus	Angka pertumbuhan penduduk
Truk dan Angkutan Barang	PDRB

Sumber : Modul Jalan Raya (2000)

Data PDRB yang dipakai dalam studi ini merupakan PDRB Kabupaten Pasuruan dan Probolinggo. Data nilai PDRB untuk kendaraan golongan I dapat dilihat pada Tabel 2.4 serta untuk kendaraan golongan II – V dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut. Data dari Tabel 2.4 dan 2.5 tersebut dihitung persen pertumbuhan / penurunan setiap tahunnya. Hasil persen tersebut kemudian dirata-rata untuk dapat mewakili pertumbuhan laju lalu lintas. Hasil persen pertumbuhan / penurunan nilai PDRB setiap tahun serta nilai rata-rata pertumbuhannya dapat dilihat pada Tabel 2.6 untuk kendaraan golongan I dan Tabel 2.7 untuk kendaraan golongan II - V. Berdasarkan Tabel 2.6 didapatkan laju pertumbuhan lalu lintas untuk kendaraan golongan I adalah 4,73% seta berdasarkan Tabel 2.7 didapatkan laju pertumbuhan lalu lintas kendaraan golongan II – V sebesar 5,51%.

Tabel 2. 4 PDRB Per Kapita Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Kabupaten/Kota, 2012-2016 (Ribu Rupiah)

Kabupaten / Kota	2012	2013	2014	2015*	2016**
Kab. Pasuruan	45453.8	48207.1	51038.8	53366.9	55851.9
Kab. Probolinggo	15170.9	15855.5	16493.5	17160	17860.7

*) Angka sementara

***) Angka sangat sementara

Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur

Tabel 2. 5 Tabel 4. 3 PDRB Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Kabupaten/Kota, 2012-2016 (Miliar Rupiah)

Kabupaten / Kota	2012	2013	2014	2015*	2016**
Kab. Pasuruan	70167.1	75044	80105.4	84415.7	89011.2
Kab. Probolinggo	16936.8	17808.9	18682.2	19571	20504.1

*) Angka sementara

***) Angka sangat sementara

Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur

Tabel 2. 6 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan I dan IV

Tahun	Kabupaten		Laju PDRB (%)		Laju PDRB rata-rata (%)
	Pasuruan	Probolinggo	Pasuruan	Probolinggo	
2012	45453.8	15170.9			
2013	48207.1	15855.5	6.06	4.51	5.28
2014	51038.8	16493.5	5.87	4.02	4.95
2015	53366.9	17160	4.56	4.04	4.30
2016	55851.9	17860.7	4.66	4.08	4.37
Laju PDRB per kapita atas dasar harga konstan					4.73

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2. 7 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Golongan II - V

Tahun	Kabupaten		Laju PDRB (%)		Laju PDRB rata-rata (%)
	Pasuruan	Probolinggo	Pasuruan	Probolinggo	
2012	70167.1	16936.8			
2013	75044	17808.9	6.95	5.15	6.05
2014	80105.4	18682.2	6.74	4.90	5.82
2015	84415.7	19571	5.38	4.76	5.07
2016	89011.2	20504.1	5.44	4.77	5.11
Laju PDRB per kapita atas dasar harga konstan					5.51

Sumber : Hasil Perhitungan

Data pada Tabel 2.6 dan 2.7 dipergunakan sebagai data basis untuk melakukan perkiraan jumlah lalu lintas dari tahun 2017 sampai 2019. Asumsi yang dipergunakan adalah regresi linier dengan rumus (2.1).

$$P_n = P_0(1 + r)^n \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

P_0 : data pada tahun terakhir yang diketahui

P_n : data pada tahun ke-n dari tahun terakhir

n : selisih tahun ke-n dari tahun yang diketahui
(dihitung untuk tahun 2019 sampai 2063)

r : laju pertumbuhan lalu lintas

Berdasarkan ketentuan Tabel 2.3 r kendaraan golongan I dan VI didapat dari angka PDRB per kapita dan kendaraan golongan II, III, IV, dan V didapatkan dari angka PDRB. r kendaraan golongan I dan VI telah dihitung pada Tabel 2.6. r kendaraan golongan II – V telah dihitung dalam Tabel 2.7. Angka r yang telah dihitung dari Tabel 2.6 dan 2.7 tersebut kemudian direkap menurut golongan masing-masing dalam Tabel 2.8, dimana r untuk golongan I dan VI dalah 4,73% dan r untuk golongan II – V adalah 5,51%.

Tabel 2. 8 Laju Pertumbuhan Lalu Lintas Berdasarkan Golongan Kendaraan

Golongan Kendaraan	r	Keterangan
Golongan I	4,73%	r didapat dari Tabel 2.6
Golongan II	5,51%	r didapat dari Tabel 2.7
Golongan III	5,51%	r didapat dari Tabel 2.7
Golongan IV	5,51%	r didapat dari Tabel 2.7
Golongan V	5,51%	r didapat dari Tabel 2.7
Golongan VI	4,73%	r didapat dari Tabel 2.6

Sumber : Hasil perhitungan

2.1.2 Perpindahan Rute

Sub bab perpindahan rute meliputi dua komponen. Komponen pertama adalah penentuan prosentase perpindahan kendaraan. Komponen kedua adalah penentuan volume kendaraan di jalan nasional dan jalan tol.



Gambar 2. 1 Peta Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Terhadap Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 1, 2, dan 3

Gambar 2.1 menyajikan letak jalan nasional Pasuruan – Probolinggo yang dibagi menjadi tiga seksi, serta jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 1, 2, dan 3. Jalan nasional digambarkan dengan garis berwarna kuning, sedangkan jalan tol digambarkan dengan garis berwarna merah.

a. Penentuan Prosentase Perpindahan Kendaraan

Jalan tol Pasuruan Probolinggo merupakan alternatif baru bagi pengguna jalan nasional Pasuruan Probolinggo. Jalan alternatif tersebut akan memberikan pilihan rute baru kepada pengendara, dimana akan ada pengendara yang berpindah ke jalan alternatif tersebut. Pengendara yang akan berpindah ke jalan alternatif dapat dihitung besar prosentasenya. Kasus seperti yang telah dijelaskan di atas,

prosentase perpindahan kendaraannya sebaiknya dihitung menggunakan kurva diversifikasi⁶.

Kurva diversifikasi yang digunakan dalam studi ini adalah kurva diversifikasi model logit binomial selisih waktu perjalanan yang dihemat (WPH). Kurva diversifikasi model tersebut menggunakan peubah bebas berdasarkan waktu perjalanan. Data lain yang digunakan adalah data prosentase perpindahan yang diambil dari hasil Origin Destination (OD) survai.

1. Data Waktu Tempuh Perjalanan

Data waktu tempuh perjalanan didapatkan dari pengolahan data kecepatan / *running speed* dan panjang jalan. Data kecepatan yang dibutuhkan adalah data kecepatan pada jalan nasional dan pada jalan tol. Data panjang jalan yang dibutuhkan adalah panjang jalan nasional dan jalan tol. Data panjang jalan dibagi dengan data kecepatan sehingga menghasilkan waktu tempuh.

Data kecepatan jalan nasional didapatkan dari hasil survai kecepatan kendaraan yang telah dilakukan pada studi “Model Pemilihan Rute Antara Jalan Tol Dengan Jalan Nasional Pasuruan-Probolinggo Menggunakan Kurva Diversifikasi” pada 2017 lalu oleh Almira Mili Rizkia. Data tersebut tersaji pada Tabel 2.11 dan 2.12. Tabel 2.11 menyajikan kecepatan untuk jalan nasional seksi 1 (segmen Grati – Tongas), yaitu kendaraan golongan I sebesar 45,24 km/jam, golongan IIA (mewakili kendaraan golongan II pada ketentuan Bina Marga) sebesar 37,83 km/jam, dan golongan IIB (mewakili kendaraan golongan III, IV, dan V pada ketentuan Bina Marga) sebesar 34,67 km/jam. Tabel 2.12 menyajikan

⁶ Tamin, Ofyar. **Perencanaan dan Permodelan Transportasi**. Penerbit ITB, 2000.

kecepatan untuk jalan nasional seksi 2 (segmen Tongas – Probolinggo Barat) dan seksi 3 (segmen Probolinggo Barat – Probolinggo Timur), yaitu kendaraan golongan I sebesar 48,27 km/jam, golongan IIA sebesar 38,57 km/jam, dan golongan IIB sebesar 26,10 km/jam.

Data kecepatan jalan tol ditentukan berdasarkan kecepatan optimum dalam perhitungan Biaya Operasi Kendaraan (BOK)⁷. Kecepatan optimum yang didapatkan adalah 80 km/jam untuk kendaraan golongan I, 70 km/jam untuk kendaraan golongan II, dan 60 km/jam untuk kendaraan golongan III, IV, dan V. Kecepatan pada jalan tol seksi 1, 2, dan 3 dianggap sama.

Data panjang jalan nasional didapatkan melalui pengukuran jarak pada *website* www.google.com/maps. Data panjang jalan tol didapatkan melalui data *owner* proyek jalan tol Pasuruan – Probolinggo, yaitu PT Trans Jawa Paspro.

Data panjang jalan, kecepatan, dan waktu tempuh pada jalan nasional dapat dilihat pada Tabel 2.9. Data panjang jalan, kecepatan, dan waktu tempuh pada jalan tol dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2. 9 Data Panjang Jalan,Kecepatan, dan Waktu Tempuh di Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo

(1)	Seksi	1	2	3
(2)	Panjang jalan (km)	12,15	6,2	10,9
(3)	Running speed (km/jam) :			
	Gol I	45,24	48,27	48,27
	Gol II	37,83	38,57	38,57

⁷ Tjokroadiredjo, R. E. **Ekonomi Rekayasa Transport (Transport Engineering Economics)**. ITB, 1990.

	Gol III	34,67	26,10	26,10
	Gol IV	34,67	26,10	26,10
	Gol V	34,67	26,10	26,10
(4) = (2)/(3)	Waktu Tempuh (menit) :			
	Gol I	16,11	7,71	13,55
	Gol II	19,27	9,65	16,96
	Gol III	21,03	14,25	25,06
	Gol IV	21,03	14,25	25,06
	Gol V	21,03	14,25	25,06

Sumber : Hasil analisa dan data

Tabel 2. 10 Data Panjang Jalan,Kecepatan, dan Waktu Tempuh di Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo

(1)	Seksi	1	2	3
(2)	Panjang jalan (km)	13,5	6,9	10,9
(3)	Running speed (km/jam) :			
	Gol I	80,00	75,00	75,00
	Gol II	60,00	60,00	60,00
	Gol III	60,00	60,00	60,00
	Gol IV	60,00	60,00	60,00
	Gol V	60,00	60,00	60,00
(4) = (2)/(3)	Waktu Tempuh (menit) :			
	Gol I	10,13	5,52	8,72
	Gol II	13,50	6,90	10,90
	Gol III	13,50	6,90	10,90
	Gol IV	13,50	6,90	10,90
	Gol V	13,50	6,90	10,90

Sumber : Hasil analisa dan data

2. Perhitungan Perkiraan Perpindahan Kendaraan

Perkiraan perpindahan kendaraan didapatkan dari data OD survai yang telah dilakukan dan diolah oleh konsultan proyek jalan tol Pasuruan Probolinggo, yaitu

PT Waskita Karya. Prosentase perpindahan kendaraan dari hasil OD survai tersaji dalam Tabel 2.13, 2.14, dan 2.15.

Tabel 2.13 menyajikan data OD survai pada jalan nasional Pasuruan Probolinggo seksi 1. Prosentase rata-rata potensi perpindahan kendaraan ke jalan tol adalah sebesar 83,63% untuk golongan I, 83,74% untuk golongan II, 91,03% untuk golongan III, 93,75% untuk golongan IV, dan 96,9% untuk golongan V.

Tabel 2.14 menyajikan data yang sama dengan Tabel 2.13, tetapi untuk jalan nasional seksi Tongas – Probolinggo Barat. Prosentase perpindahan kendaraan pada Tabel 2.14 adalah sebesar 86,39% untuk golongan I, 77,5% untuk golongan II, 81,27% untuk golongan III, 84,68% untuk golongan IV, dan 84,96% untuk golongan V.

Tabel 2.15 menyajikan prosentase rata-rata potensi kendaraan pindah ke jalan tol untuk jalan nasional seksi Probolinggo Barat – Probolinggo Timur. Prosentase perpindahan kendaraan pada Tabel 2.15 adalah sebesar 45,47% untuk golongan I, 54,99% untuk golongan II, 72,12% untuk golongan III, 74,82% untuk golongan IV, dan 82,08% untuk golongan V.

3. Perhitungan parameter a dan b

Parameter a dan b dapat dihitung dengan analisis regresi linier dengan menyederhanakan persamaan penentuan prodentase kendaraan (2.2) menjadi persamaan (2.8)

$$P = \frac{\exp(a+b(WPH))}{1+\exp(a+b(WPH))} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$P\{1 + \exp(a + b(WPH))\} = \exp(a + b(WPH)) \dots\dots(2.3)$$

$$P + P \cdot \exp(a + b(WPH)) = \exp(a + b(WPH)) \dots\dots\dots(2.4)$$

$$P = \exp(a + b(WPH)) - P \cdot \exp(a + b(WPH)) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$P = (1 - P)(\exp(a + b(WPH))) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\frac{P}{1-P} = \exp(a + b(WPH)) \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\log_e \left(\frac{P}{1-P} \right) = a + b(WPH) \dots\dots\dots(2.8)$$

Persamaan (2.8) tersebut dapat dimodelkan sebagai persamaan linier dengan mengasumsikan :

- Y = $\log_e \left(\frac{P}{1-P} \right)$
- *Nilai P dalam persamaan $Y = \log_e \left(\frac{P}{1-P} \right)$ adalah nilai P dari data hasil OD survai*
- X = WPH
- a = intersep atau konstanta regresi
- b = koefisien regresi

Parameter a dan b dapat diperkirakan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Nilai hasil parameter a didapatkan dari persamaan (2.9), dan nilai parameter a didapatkan dari persamaan (2.10).

$$b = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i)}{N \sum_{i=1}^N (X_i^2) - (\sum_{i=1}^N (X_i))^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \dots\dots\dots(2.10)$$

Untuk dapat menghitung nilai parameter a dan b, maka dibutuhkan jumlah data X dan P lebih dari 1. Penulis menggunakan data X dan P sebanyak 3, yaitu pada masing-masing seksi jalan tol (seksi 1, 2, 3). Melalui hal

tersebut, maka nilai N pada persamaan (2.9) dan (2.10), yang merupakan jumlah data, adalah 3

4. Menentukan P yang dicari

Prosentase perpindahan kendaraan (P) dihitung dengan metode kurva diversi model logit binomial selisih waktu perjalanan yang dihemat (WPH). Persamaan yang digunakan untuk menghitung P tertulis pada persamaan (2.x)

$$P = \frac{\exp(a+b(WPH))}{1+\exp(a+b(WPH))} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

P : tingkat diversi (%)

WPH : waktu perjalanan yang dihemat (menit)

a dan b : parameter yang harus dikalibrasi

b. Penentuan Volume Kendaraan di Jalan Nasional dan Jalan Tol

Perkiraan jumlah volume kendaraan dari tahun 2019 sampai 2063 dihitung untuk tiga kondisi jalan. Kondisi yang pertama adalah kondisi *without project*. Kondisi jalan yang kedua kondisi *with project*. Kondisi yang terakhir adalah kondisi jalan nasional *with project*.

Perkiraan volume lalu lintas pada kondisi *without project* adalah perkiraan dengan kondisi dimana jalan yang beroperasi hanyalah jalan nasional. Hasil perkiraan volume lalu lintas pada kondisi ini adalah volume lalu lintas pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo. Perkiraan jumlah volume lalu lintas pada kondisi ini dihitung menggunakan regresi linier dengan rumus (2.1).

Perkiraan volume lalu lintas yang kedua, pada kondisi *with project* adalah perkiraan dengan kondisi dimana jalan

yang beroperasi adalah jalan nasional dan jalan tol. Hasil perkiraan volume lalu lintas pada kondisi ini adalah volume lalu lintas pada jalan tol Pasuruan – Probolinggo. Perkiraan jumlah volume lalu lintas pada kondisi ini dihitung menggunakan dengan rumus (2.12).

$$\text{Vol kend.}_{\text{with project}} = \text{Vol kend.}_{\text{without project}} \times P \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

$\text{Vol kend.}_{\text{with project}}$ = volume kend pada jalan tol saat jalan yang beroperasi adalah jalan tol dan nasional

$\text{Vol kend.}_{\text{without project}}$ = volume kendaraan pada jalan nasional saat jalan yang beroperasi hanya jalan nasional

P = prosentase perpindahan kendaraan hasil perhitungan dari kurva diversifikasi (rumus 2.11)

Perkiraan volume lalu lintas yang kedua, pada kondisi jalan nasional *with project* adalah perkiraan dengan kondisi dimana jalan yang beroperasi adalah jalan nasional dan jalan tol. Hasil perkiraan volume lalu lintas pada kondisi ini adalah volume lalu lintas pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo. Perkiraan jumlah volume lalu lintas pada kondisi ini dihitung menggunakan rumus (2.13).

$$\text{Vol ked.}_{\text{jln nas with project}} = \text{Vol kend.}_{\text{without project}} - \text{Vol kend.}_{\text{with project}} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

$\text{Vol kend.}_{\text{jln nas with project}}$ = volume kend pada jalan nasional saat jalan yang beroperasi adalah jalan tol dan nasional

Vol kend._{without project} = volume kendaraan pada jalan nasional saat jalan yang beroperasi hanya jalan nasional (dari rumus 2.1)

Vol kend._{with project} = volume kend pada jalan tol saat jalan yang beroperasi adalah jalan tol dan nasional (dari rumus 2.12)

Tabel 2. 11 Kecepatan Bergerak Kendaraan Golongan I, IIA, dan IIB pada Jalan Nasional Pasuruan- Probolinggo Segmen Grati-Tongas

No	Nopol Kendaraan	Jenis Kendaraan	Golongan	Jarak (m)	Waktu Tempuh (detik)	Kecepatan (km/jam)	Rata-rata (km/jam)
1	L 1139 YA	Mobil penumpang	I	150	10	54.00	45.24
2	N 7380 U	Mobil penumpang	I	150	10	54.00	
3	N 7613 UG	Bus	I	150	13	41.54	
4	W 1287 YZ	Mobil penumpang	I	150	14	38.57	
5	S 8419 J	Pick up	I	150	14	38.57	
6	N 589 UW	Elf	I	150	12	45.00	
7	N 8340 GB	Pick up	I	150	12	45.00	
8	P 8755 UV	Truk 2 gandar	IIA	150	14	38.57	37.83
9	N 8033 R	Truk 2 gandar	IIA	150	16	33.75	
10	AG 978 UJ	Truk 2 gandar	IIA	150	14	38.57	
11	AG 9022 AC	Truk 2 gandar	IIA	150	14	38.57	
12	N 8147 UR	Truk 2 gandar	IIA	150	13	41.54	
13	DK 9584 HK	Truk 2 gandar	IIA	150	15	36.00	

14	H 1847 F	Truk 3 gandar	IIB	150	15	36.00	34.67
15	N 8782 UY	Truk 3 gandar	IIB	150	16	33.75	
16	N 8277 UW	Truk 3 gandar	IIB	150	12	45.00	
17	N 9527 UR	Truk 3 gandar	IIB	150	16	33.75	
18	B 9045 JK	Truk 4 gandar	IIB	150	21	25.71	
19	B 9734 GA	Truk 4 gandar	IIB	150	12	45.00	
20	P 8784 UK	Truk gandeng	IIB	150	23	23.48	

Sumber : “Model Pemilihan Rute Antara Jalan Tol dan Jalan Nasional Pasuruan-Probolinggo Menggunakan Kurva Diversi” oleh Almira Mili Rizkia (2017)

Tabel 2. 12 Kecepatan Bergerak Kendaraan Golongan I, IIA, dan IIB pada Jalan Nasional Pasuruan- Probolinggo Segmen Tongas - Probolinggo Barat

No	Nopol Kendaraan	Jenis Kendaraan	Golongan	Jarak (m)	Waktu Tempuh (detik)	Kecepatan (km/jam)	Rata-rata (km/jam)
1	N 577 XE	Mobil penumpang	I	150	11	49.09	48.27
2	B 1845 FOS	Mobil penumpang	I	150	10	54.00	
3	N 804 RE	Mobil Penumpang	I	150	12	45.00	
4	N 7027 UR	Elf	I	150	12	45.00	
5	W 9062 XA	Truk 2 gandar	IIA	150	14	38.57	38.57
6	S 9246 S	Truk 2 gandar	IIA	150	14	38.57	
7	B 9610 UO	Truk 3 gandar	IIB	150	19	28.42	26.10
8	L 8092 GT	Truk 3 gandar	IIB	150	21	25.71	
9	B 9431 CU	Truk 4 gandar	IIB	150	21	25.71	
10	L 8098 UZ	Truk 4 gandar	IIB	150	22	24.55	

Sumber : “Model Pemilihan Rute Antara Jalan Tol dan Jalan Nasional Pasuruan- Probolinggo Menggunakan Kurva Diversi” oleh Almira Mili Rizkia (2017)

Tabel 2. 13 Data OD Survey Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas Tahun 2015

Uraian	Jenis				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
Hari 1					
Potensi pindah ke jalan tol	311	122	86	46	76
Tidak potensi pindah ke jalan tol	67	17	10	2	1
Jumlah kendaraan asal tersampling	378	139	96	48	77
Prosentase potensi pindah ke jl tol (%)	82.28	87.77	89.58	95.83	98.70
Hari 2					
Potensi pindah ke jalan tol	575	185	100	58	86
Tidak potensi pindah ke jalan tol	103	29	8	3	2
Jumlah kendaraan asal tersampling	678	214	108	61	88
Prosentase potensi pindah ke jl tol (%)	84.81	86.45	92.59	95.08	97.73
Hari 3					
Potensi pindah ke jalan tol	492	134	200	56	99
Tidak potensi pindah ke jalan tol	95	40	20	6	6
Jumlah kendaraan asal tersampling	587	174	220	62	105
Prosentase potensi pindah ke jl tol (%)	83.82	77.01	90.91	90.32	94.29
Prosentase rata-rata potensi kendaraan pindah ke jalan tol (%)	83.63	83.74	91.03	93.75	96.90

Sumber : Data Konsultan PT Waskita Karya

Tabel 2. 14 Data OD Survey Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Tongas - Probolinggo Barat Tahun 2015

Uraian	Jenis				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
Hari 1					
Potensi pindah ke jalan tol	542	122	134	70	137
Tidak potensi pindah ke jalan tol	41	15	5	9	9
Jumlah kendaraan asal tersampling	583	137	139	79	146
Prosentase potensi pindah ke jl tol	92.97	89.05	96.40	88.61	93.84
Hari 2					
Potensi pindah ke jalan tol	717	92	114	69	68
Tidak potensi pindah ke jalan tol	98	7	17	12	1
Jumlah kendaraan asal tersampling	815	99	131	81	69
Prosentase potensi pindah ke jl tol	87.98	92.93	87.02	85.19	98.55
Hari 3					
Potensi pindah ke jalan tol	600	48	64	130	40
Tidak potensi pindah ke jalan tol	167	47	42	32	24
Jumlah kendaraan asal tersampling	767	95	106	162	64
Prosentase potensi pindah ke jl tol	78.23	50.53	60.38	80.25	62.50
Prosentase rata-rata potensi kendaraan pindah ke jalan tol	86.39	77.50	81.27	84.68	84.96

Sumber : Data Konsultan PT Waskita Karya

Tabel 2. 15 Data OD Survey Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Probolinggo Barat - Probolinggo Timur

Uraian	Jenis				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
Hari 1					
Potensi pindah ke jalan tol	281	60	103	57	106
Tidak potensi pindah ke jalan tol	328	61	42	17	27
Jumlah kendaraan asal tersampling	609	121	145	74	133
Prosentase potensi pindah ke jl tol	46.14	49.59	71.03	77.03	79.70
Hari 2					
Potensi pindah ke jalan tol	247	87	145	75	163
Tidak potensi pindah ke jalan tol	253	62	78	42	41
Jumlah kendaraan asal tersampling	500	149	223	117	204
Prosentase potensi pindah ke jl tol	49.40	58.39	65.02	64.10	79.90
Hari 3					
Potensi pindah ke jalan tol	152	102	155	125	253
Tidak potensi pindah ke jalan tol	220	77	38	25	39
Jumlah kendaraan asal tersampling	372	179	193	150	292
Prosentase potensi pindah ke jl tol	40.86	56.98	80.31	83.33	86.64
Prosentase rata-rata potensi kendaraan pindah ke jalan tol	45.47	54.99	72.12	74.82	82.08

Sumber : Data Konsultan PT Waskita Karya

2.1.3 Penilaian Kinerja Jalan

Penilaian kinerja jalan menyajikan hasil kinerja jalan nasional tanpa dan dengan adanya pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo. Penilaian kinerja jalan dinilai terhadap nilai derajat kejenuhan (DJ) nya. Kinerja jalan nasional Pasuruan – Probolinggo akan dikatakan meningkat jika nilai DJ jalan nasional *without project* > DJ jalan nasional *with project*. Kinerja jalan juga akan dikatakan baik jika nilai $DJ < 0,75^8$.

Penilaian kinerja jalan nasional meliputi tiga komponen. Komponen yang pertama adalah arus lalu lintas jalan nasional *without project*, dan *with project*. Komponen yang kedua yaitu ekivalensi kendaraan ringan (EKR). Komponen yang ketiga adalah kapasitas jalan. Komponen yang terakhir yaitu nilai DJ.

a. Arus Lalu Lintas Jalan Nasional *Without Project* dan *With Project*

Perhitungan arus lalu lintas jalan nasional *without project* dan *with project* meliputi tiga langkah perhitungan. Langkah tersebut adalah :

a1. Arus Kendaraan

Untuk menghitung DJ, perlu diketahui arus kendaraan yang lewat dalam kendaraan/jam⁹. Arus kendaraan akan dihitung dari data rata-rata volume lalu lintas harian yang tersaji pada Tabel 2.1 (dimana kendaraan belum

⁸ Kapasitas Jalan Luar Kota. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia**. Kementrian Pekerjaan Umum, 2014. Halaman 63.

⁹ Kapasitas Jalan Luar Kota. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia**. Kementrian Pekerjaan Umum, 2014. Halaman 14.

dikelompokkan menjadi 6 golongan menurut ketentuan Bina Marga) dan dikalikan dengan faktor k untuk jalan luar kota, yaitu sebesar $0,11^{10}$. Contoh perhitungan :

- Sepeda Motor = $14676 \text{ kend/hari} \times 0,11$
= 1614 kend/jam(pada Tabel 2.16)
- Sedan, jeep, dll = $8988 \text{ kend/hari} \times 0,11$
= 769 kend/jam(pada Tabel 2.16)

dan seterusnya dengan langkah yang sama untuk kendaraan angkutan umum kecil, bus $\frac{3}{4}$, bus besar, box kecil hantaran, truk kecil 2 gandar, truk sedang 2 gandar, truk 3 gandar, truk 4 gandar, dan truk ≥ 5 gandar.

¹⁰ Kapasitas Jalan Luar Kota. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia**. Kementerian Pekerjaan Umum, 2014. Halaman 37.

Tabel 2. 16 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas dalam Kendaraan/jam Tahun 2016

Arah	SM	Sedan, jeep, st wagon, dll	Angk. Umum kecil	Bus 3/4	Bus besar	Box kecil hantaran	Truk kecil 2 gandar	Truk sedang 2 gandar	Truk 3 gandar	Truk 4 gandar	Truk ≥ 5 gandar	Total Kend. Bermotor
Pasuruan - Nguling	1614	769	17	1	57	171	221	109	72	33	15	3079
Nguling - Paasuruan	1442	687	21	4	58	173	242	90	74	36	22	2850
Total 2 arah	3056	1455	38	6	115	345	463	199	146	70	37	5929

Sumber : Hasil perhitungan

Pada tabel 2.16 tersebut menunjukkan arus total kendaraan pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo segmen Grati – Tongas adalah sebesar 5929 kendaraan/jam.

a2. Ekivalensi Kendaraan Ringan (EKR)

Arus kendaraan perlu diubah dari kendaraan/jam menjadi satuan kendaraan ringan (skr)/jam. Sepeda motor, bus, dan truk perlu dikonversi menjadi satuan kendaraan ringan. Nilai EKR dapat mengubah masing-masing kendaraan tersebut setara dengan kendaraan ringan.

Nilai EKR ditentukan dalam PKJI 2014. Nilai EKR tersebut dikelompokkan dalam lima kelas kendaraan. Kelas kendaraan tersebut mewakili sebelas jenis kendaraan yang ada pada Tabel 2.16. Lima kelas kendaraan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.17.

Tabel 2. 17 Kelas Kendaraan dalam Penentuan Nilai EKR

Kelas Kendaraan	Jenis Kendaraan
KBM	Bus $\frac{3}{4}$, truk kecil 2 gandar, truk sedang 2 gandar,
BB	Bus besar
TB	Truk 3 gandar, truk 4 gandar, truk ≥ 5 gandar
SM	Sepeda motor
KR	Sedan, jeep, st wagon, angkutan umum kecil, box kecil hantaran

Sumber : Hasil analisa PKJI 2014

Berdasarkan PKJI 2014, nilai EKR berbagai jenis kendaraan tergantung pada tipe jalan yang dilalui, alinyemen jalan, serta jumlah arus total kendaraan. Jalan nasional Pasuruan – Probolinggo pada segmen Grati – Tongas adalah tipe jalan 4 lajur 2 arah tanpa median (tak terbagi) dengan alinyemen datar. Arus total kendaraan yang melewati jalan tersebut sebesar 5929 kend/jam (lihat Tabel 2.16). Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka

nilai EKR dapat ditetapkan pada Tabel 2.17, yaitu 1,3 untuk KBM, 1,5 untuk BB, 2,0 untuk TB, dan 0,5 untuk SM.

Tabel 2. 18 EKR untuk Jalan 4/2T dan 4/2TT

Tipe alinyemen	Arus total (kend./jam)		EKR			
	Arus total pada jalan 4/2T (kend./jam)	Arus total pada jalan 4/2TT (kend./jam)	KBM	BB	TB	SM
Datar	0	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1000	1700	1,4	1,4	2,0	0,6
	1800	3250	1,6	1,7	2,5	0,8
	≥ 2150	≥ 3950	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	750	1350	2,0	2,0	4,6	0,5
	1400	1250	2,2	2,3	4,3	0,7
	≥ 1750	≥ 3150	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	550	1000	2,9	2,6	5,1	0,4
	110	2000	2,6	2,9	4,8	0,6
	≥ 1500	≥ 2700	2,0	2,4	3,8	0,3

Sumber : PKJI 2014

Nilai EKR pada Tabel 2.18 masih merupakan nilai EKR untuk lima kelas kendaraan, sedangkan data jenis kendaraan yang akan dipakai terbagi dalam 11 jenis kendaraan. Tabel 2.19 menyajikan nilai EKR dari Tabel 2.17 untuk 11 jenis kendaraan yang kelasnya telah dibagi dalam Tabel Tabel 2.17.

Tabel 2. 19 Nilai Ekuivalensi Kendaraan Ringan

Kelas Kendaraan	Jenis Kendaraan	Nilai EKR
KBM	Bus $\frac{3}{4}$, truk kecil 2 gandar, truk sedang 2 gandar,	1,3
BB	Bus besar	1,5
TB	Truk 3 gandar, truk 4 gandar, truk ≥ 5 gandar	2
SM	Sepeda motor	0,5
KR	Sedan, jeep, st wagon, angkutan umum kecil, box kecil hantaran	1,0

Sumber : Hasil analisa PKJI 2014

Nilai arus kendaraan masing-masing jenis kendaraan yang tersaji pada Tabel 2.16 perlu diubah kedalam skr/jam. Konversi nilai arus lalu lintas tersebut dilakukan dengan mengalikan arus lalu lintas dengan nilai EKR seperti yang tersaji dalam Tabel 2.19. Berikut adalah contoh pengkonversian tersebut,

Arus Lalu Lintas Arah Pasuruan – Nguling :

Sepeda Motor	= 1614 kend/jam x 0,5	= 807 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Sedan, jeep, st wagon	= 769 kend/jam x 1,0	= 769 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Angk. Umum kecil	= 17 kend/jam x 1,0	= 17 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Bus $\frac{3}{4}$	= 1 kend/jam x 1,3	= 2 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Bus besar	= 57 kend/jam x 1,5	= 86 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Box kecil hantaran	= 171 kend/jam x 1,0	

	= 171 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Truk kecil 2 gandar	= 221 kend/jam x 1,3
	= 287 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Truk sedang 2 gandar	= 109 kend/jam x 1,3
	= 141 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Truk 3 gandar	= 72 kend/jam x 2,0
	= 144 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Truk 4 gandar	= 33 kend/jam x 2,0
	= 66 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)
Truk 5 gandar	= 15 kend/jam x 2,0
	= 30 skr/jam.....(pada Tabel 2.20)

Tabel 2. 20 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Seksi Grati - Tongas dalam Skr/jam Tahun 2016

	Arah	SM	Sedan, jeep, st wagon , dll	Angk. Umum kecil	Bus 3/4	Bus besar	Box kecil hantar an	Truk kecil 2 ganda r	Truk sedang 2 ganda r	Truk 3 ganda r	Truk 4 ganda r	Truk > 5 ganda r	Total Kend. Berm otor
(1)	Pasuruan – Nguling (kend/jam)	1614	769	17	1	57	171	221	109	72	33	15	3079
(2)	Nguling – Paasuruan (kend/jam)	1442	687	21	4	58	173	242	90	74	36	22	2850
(3)	EKR	0,5	1	1	1,3	1,5	1	1,3	1,3	2	2	2	-
(4) =(1)(3)	Pasuruan – Nguling (skr/jam)	807	769	17	2	86	171	287	141	144	66	31	2520
(5) =(2)(3)	Nguling – Paasuruan (skr/jam)	721	687	21	6	86	173	315	117	148	73	44	2391
(6) =(4)+(5)	Total 2 arah	1528	1455	38	7	172	345	602	258	292	139	75	4911

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel 2.20 hasil konversi arus lalu lintas kedalam skr/jam mempunyai arus total lalu lintas 2 arah sebesar 4911 skr/jam.

Arus lalu lintas pada Tabel 2.20 perlu dikelompokkan kedalam 6 golongan kendaraan menurut Bina Marga. Golongan kendaraan menurut Bina Marga dapat dilihat pada pembahasan bab 2.1.1a. Hal ini dilakukan karena langkah selanjutnya adalah proyeksi lalu lintas arus kendaraan untuk masa-masa mendatang.

Tabel 2. 21 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo Segmen Grati - Tongas (*without project*) Tahun 2016

Arah	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Gol. VI
	(skr/jam)					
Pasuruan - Nguling	1044	428	144	66	31	807
Nguling - Paasuruan	973	432	148	73	44	721
Total 2 arah	2017	860	292	139	75	1528

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 2.21 menyajikan arus total 2 arah masing-masing golongan kendaraan I – VI. Arus total kendaraan golongan I adalah 2017 skr/jam, kendaraan golongan II 860 skr/jam, kendaraan golongan III 292 skr/jam, kendaraan golongan IV 139 skr/jam, kendaraan golongan V 75 skr/jam, dan kendaraan golongan VI 1528 skr/jam.

a3. Peramalan Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas perlu diramalkan untuk tahun-tahun mendatang. Tahun-tahun mendatang yang dimaksud adalah saat jalan tol mulai beroperasi, yaitu tahun 2019, sampai akhir masa konsesi jalan tol, yaitu tahun 2063.

Peramalan arus lalu lintas dilakukan untuk dua kondisi jalan. Kondisi jalan tersebut adalah :

1. Kondisi Jalan Nasional *Without Project*

Peramalan arus lalu lintas dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1). Persamaan tersebut membutuhkan empat data yang harus diketahui. Data-data tersebut, dalam perhitungan ini, adalah :

P_0 : data arus lalu lintas jalan nasional *without project* pada tahun 2016 per golongan kendaraan (tersaji pada Tabel 2.21)

P_n : arus lalu lintas yang diramalkan dari tahun 2019 sampai tahun 2063 (per golongan kendaraan)

n : selisih tahun P_0 dan P_n
misal, untuk P_n saat jalan tol dibuka (tahun 2019), maka
 $n = 2019 - 2016 = 3$

r : laju pertumbuhan lalu lintas per golongan kendaraan (tersaji pada Tabel 2.8)
misal untuk kendaraan golongan I, maka $r = 4,73\%$

Langkah perhitungan peramalan arus lalu lintas dilakukan sama dengan langkah perhitungan peramalan volume kendaraan yang sebelumnya telah dibahas pada bab 2.1.1b.

2. Kondisi Jalan Nasional *With Project*

Peramalan arus lalu lintas juga dihitung menggunakan persamaan (2.14).

$$P_n = Q_{Jn \text{ nas without project}} \times (100\% - P) \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

- P_n : arus lalu lintas jalan nasional *with project* tahun 2016-2063 (per golongan kendaraan per tahun)
- $Q_{jln\ nas\ without\ project}$: Arus lalu lintas jalan nasional *without project* tahun 2016-2063 per golongan kendaraan dalam skr/jam per tahun (hasil peramalan arus lalu lintas jalan nasional *without project*)
- P : Prosentase perpindahan kendaraan dari jalan nasional ke jalan tol (per golongan kendaraan). Hasil persamaan (2.11)

b. Kapasitas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu ruas jalan tersebut dalam satuan jam¹¹. Kapasitas suatu jalan dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu lebar jalan, pemisah arah pada jalan, dan hambatan samping serta bahu jalan. Adapun persamaan untuk menentukan kapasitas jalan dapat dilihat pada persamaan (2.15) sebagai berikut,

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{PA} \times FC_{HS} \text{ (skr/jam)} \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana :

- C : kapasitas (skr/jam)
- C₀ : kapasitas dasar (skr/jam)
- FC_W : faktor penyesuaian lebar jalan
- FC_{PA} : faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
- FC_{HS} : faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

Untuk kapasitas dasar jalan nasional Pasuruan – Probolinggo yang bertipe jalan 4/2TT dan beralinyemen datar, ditentukan seperti pada Tabel 2.22 berikut, yaitu sebesar 1700 smp/jam/lajur.

¹¹ Kapasitas Jalan Luar Kota. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia**. Kementrian Pekerjaan Umum, 2014. Halaman 22

Tabel 2. 22 Kapasitas Dasar Tipe Jalan 4/2

Tipe Jalan	Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar (smp/jam/lajur)
4/2T	Datar	1900
	Bukit	1850
	Gunung	1800
4/2TT	Datar	1700
	Bukit	1650
	Gunung	1600

Sumber : PKJI 2014

Untuk faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo dengan lebar lajur 3,5m dapat ditentukan seperti pada Tabel 2.23, yaitu 1,00.

Tabel 2. 23 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_{LJ})

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas (L_{LJ-E}), m		FC_{LJ}
4/2T dan 6/2T	Per Lajur	3,00	0,91
		3,25	0,96
		3,50	1,00
		3,75	1,03
4/2TT	Per Lajur	3,00	0,91
		3,25	0,96
		3,50	1,00
		3,75	1,03
2/2TT	Total Dua Arah	5,00	0,69
		6,00	0,91
		7,00	1,00
		8,00	1,08
		9,00	1,15
		10,00	1,21
		11,00	1,27

Sumber : PKJI 2014

Untuk faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo 4L2A (4 lajur 2 arah) dengan pemisah SP 50-50 ditentukan seperti pada Tabel 2.24 berikut, yaitu 1,00.

Tabel 2. 24 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FC_{PA})

Pemisah Arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	2L2A	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	4L2A	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber : PKJI 2014

Untuk faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo dengan hambatan samping sedang dan lebar bahu jalan 2m, ditentukan seperti pada Tabel 2.25 berikut, yaitu 0,98.

Tabel 2. 25 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{HS})

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping (FC_{HS})			
		Lebar Bahu Efektif (L_{BE}) (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	Sangat Rendah	0,99	1,00	1,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01
	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,88	0,90	0,83	0,96
2/2TT dan 4/2T T	Sangat Rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat Tinggi	0,80	0,80	0,88	0,93

Sumber : PKJI 2014

c. Derajat Kejenuhan

Derajat (DJ) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas. DJ biasanya digunakan untuk mengevaluasi kinerja suatu jalan, apakah jalan tersebut mempunyai masalah dalam kapasitasnya atau tidak. Nilai DJ yang dapat diterima biasanya tidak boleh melampaui 0,75¹².

Persamaan untuk menghitung derajat kejenuhan menurut PKJI 2014 dapat dilihat pada persamaan (2.16) :

¹² Kapasitas Jalan Luar Kota. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia**. Kementerian Pekerjaan Umum, 2014. Halaman 32.

$$D_j = \frac{Q}{C} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

D_j : derajat kejenuhan

Q : arus lalu lintas (skr/jam)

C : kapasitas (skr/jam)

Besarnya arus lalu lintas (Q), berasal dari perhitungan arus kendaraan. Perhitungan arus kendaraan telah dijelaskan pada bab 2.1.3a. Arus kendaraan/lalu lintas yang akan dipakai adalah arus kendaraan yang telah dikonversikan kedalam skr (bab 2.1.3b).

Perhitungan derajat kejenuhan dalam tugas akhir ini dilakukan pada dua kondisi, yaitu :

a. Derajat Kejenuhan Pada Jalan Nasional *Without Project*

Perhitungan DJ ini menggunakan persamaan (2.16).

Data-data yang digunakan adalah :

Q : total arus lalu lintas kendaraan golongan I-VI pada jalan nasional *without project* (skr/jam). Didapatkan dari hasil perhitungan pada bab 2.1.3 poin a3.

C : kapasitas jalan nasional (skr/jam). Didapatkan dari hasil perhitungan bab 2.1.3 poin b.

b. Derajat Kejenuhan Pada Jalan Nasional *With Project*

Perhitungan DJ ini menggunakan persamaan (2.16).

Data-data yang digunakan adalah :

Q : total arus lalu lintas kendaraan golongan I-VI pada jalan nasional *with project* (skr/jam). Didapatkan dari hasil perhitungan pada bab 2.1.3 poin a3.

C : kapasitas jalan nasional (skr/jam). Didapatkan dari hasil perhitungan bab 2.1.3 poin b.

2.2 Analisa Kelayakan Teknik

Analisa kelayakan teknik pada studi ini dilakukan dengan melakukan pengecekan pada alinyemen horizontal pada tikungan yang terdapat pada jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I. Peraturan dan acuan yang digunakan terhadap pengecekan tersebut adalah Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009 tentang Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol. Standar tersebut, jika ketentuannya dipenuhi, maka akan menunjukkan bahwa tikungan dapat memberi kenyamanan dan tidak membahayakan pengemudi pada batas kecepatan tertentu.

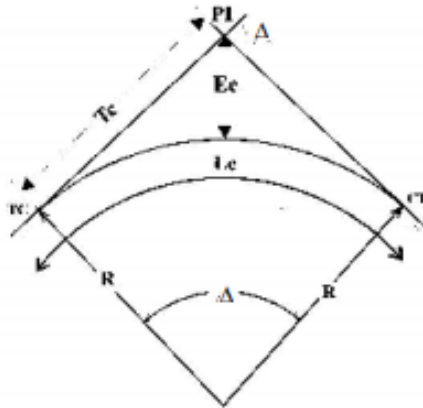
Analisa kelayakan teknik dilakukan meliputi dua hal :

2.2.1 Kontrol Standar Bentuk Tikungan

Standar bentuk tikungan menurut Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009, terdiri atas tiga bentuk secara umum, yaitu :

a. Full Circle (FC)

Tikungan full circle berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu pusat titik lingkaran dengan jari-jari yang seragam. Gambar 2.2 menampilkan bentuk tikungan full circle beserta komponen-komponennya yang dapat dihitung menggunakan persamaan (2.17) sampai (2.20).



Gambar 2. 2 Tikungan Full Circle
 Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009

$$Tc = R + \tan \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots (2.17)$$

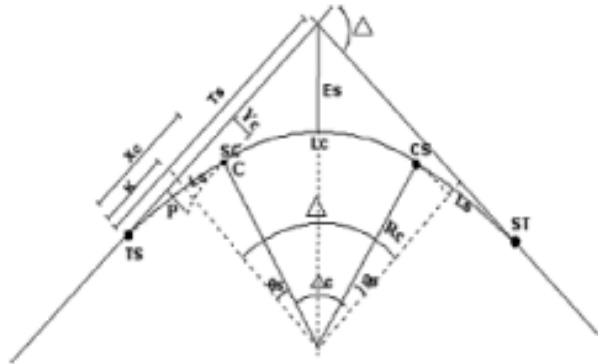
$$Lc = \frac{\Delta}{360^\circ} 2\pi R \dots \dots \dots (2.18)$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \Delta \dots \dots \dots (2.19)$$

Kontrol standar bentuk tikungan Full Circle :
 $Lc < 2Tc \dots \dots \dots (2.20)$

b. Spiral-Circle-Spiral (SCS)

Tikungan SCS memiliki satu lengkung lingkaran dan dua lengkung spiral. Gambar 2.3 menampilkan bentuk tikungan SCS beserta komponen-komponennya yang dapat dihitung menggunakan persamaan (2.21) sampai (2.29).



Gambar 2. 3 Tikungan Spiral-Circle-Spiral
 Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009

$$\theta_s = \frac{Ls}{2R} \cdot \frac{360}{2\pi} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s \dots\dots\dots(2.22)$$

$$Lc = \frac{\Delta c}{360} 2\pi R \dots\dots\dots(2.23)$$

$$p = \frac{(Ls)^2}{6R} - R(1 - \cos\theta_s) \dots\dots\dots(2.24)$$

$$k = \left(Ls - \frac{(Ls)^3}{40R^2} \right) - R \sin\theta_s \dots\dots\dots(2.25)$$

$$Ts = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots(2.26)$$

$$Ec = \frac{(R+p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \dots\dots\dots(2.27)$$

$$Ltotal = Lc + 2Ls \dots\dots\dots(2.28)$$

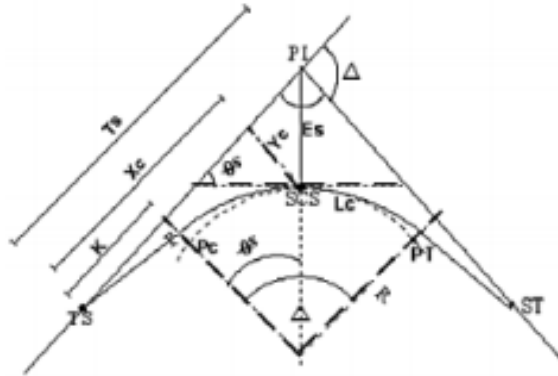
Kontrol standar bentuk tikungan S-C-S :

$$Ltotal < 2Ts \dots\dots\dots(2.29)$$

c. Spiral Spiral (SS)

Tikungan SS memiliki dua lengkung spiral dan tidak memiliki lengkung lingkaran. Gambar 2.4 menampilkan bentuk tikungan SS beserta komponen-

komponennya yang dapat dihitung menggunakan persamaan (2.30) sampai (2.34).



Gambar 2. 4 Tikungan Spira-Spiral
 Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009

$$Ls = \frac{\Delta}{360} 2\pi R \dots\dots\dots(2.30)$$

$$Ts = (R + p)\tan\frac{\Delta}{2} + k \dots\dots\dots(2.31)$$

$$Es = (R + p)\sec\frac{\Delta}{2} - R \dots\dots\dots(2.32)$$

$$Ltotal = Lc + 2Ls \dots\dots\dots(2.33)$$

$$Lc = 0 \dots\dots\dots(2.34)$$

Tikungan pada jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I berjumlah lima tikungan. Lima tikungan tersebut adalah tiga tikungan full circle dan dua tikungan SCS. Data terkait tikungan-tikungan tersebut disajikan pada Lampiran 1.

2.2.2 Cek Jari-jari Tikungan

Jari-jari tikungan (R) harus dibuat sedemikian rupa sehingga memberikan kenyamanan bagi pengguna

jalan. Kenyamanan tidak akan didapatkan pengguna jalan pada tikungan dengan kondisi superelevasi maksimum (e_{max}) jika tikungan tersebut menggunakan nilai R minimum, maka dari itu R yang dipakai diharuskan lebih besar daripada R_{min}^{13} . R_{min} dihitung menggunakan persamaan (2.35).

$$R_{min} = \frac{(V_R)^2}{127(e_{max} + f_{max})} \dots \dots \dots (2.35)$$

Dimana :

R_{min} : jari-jari tikungan minimum (m)

V_R : kecepatan rencana (km/jam)

Berdasarkan Berita Acara Kesepakatan Penerusan Pengusahaan Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo, kecepatan rencana adalah 120 km/jam

e_{max} : superelevasi maksimum (%)

Berdasarkan Berita Acara Kesepakatan Penerusan Pengusahaan Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo, superelevasi maksimum adalah 10%

f_{max} : koefisien gesek maksimum

Nilai f_{max} dapat dilihat pada Tabel 2.26. Nilai f_{max} pada studi ini, dengan kecepatan rencana di jalan tol adalah 120 km/jam, nilai f_{max} adalah 0,092.

¹³ Standar Konstruksi dan Bangunan. **Geometri Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol**. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2009.

Tabel 2. 26 Koefisien Gesek Maksimum Berdasarkan V_R

V_R (km/jam)	Koefisien Gesek Maksimum (f_{max})
120	0,092
100	0,116
80	0,140
60	0,152

Sumber : Standar Konstruksi dan Bangunan No.007/BM/2009

2.3 Analisa Kelayakan Ekonomi

Analisa kelayakan ekonomi meninjau bagaimana dampak yang diberikan oleh proyek tersebut kepada penggunaannya, apakah menguntungkan atau tidak¹⁴. Penentuan menguntungkan tidaknya pembangunan proyek tersebut dilakukan dengan menghitung lima hal. Lima hal tersebut adalah manfaat (benefit), biaya (cost), perbandingan manfaat dan biaya atau Benefit Cost Ratio (BCRe), *Net Present Value* (NPVe), dan *Economic Internal Rate of Return* (EIRR).

2.3.1 *Benefit* (Manfaat)

Nilai benefit dalam analisa kelayakan ekonomi didapatkan dari dua hal¹⁵. Dua hal tersebut adalah :

- a. Penghematan Biaya Operasi Kendaraan (BOK)
- b. Penghematan Nilai Waktu Perjalanan (VOT)

a. Penghematan Biaya Operasi Kendaraan (BOK)

Jalan nasional Pasuruan Probolinggo tentunya berbeda dengan jalan tol Pasuruan Probolinggo. Perbedaan kedua jalan ini tidak hanya terletak pada panjang jalannya. Kecepatan kendaraan pada kedua jalan tersebut juga berbeda. Perbedaan kedua jalan ini akan menghasilkan nilai BOK yang juga berbeda. Selisih perbedaan nilai BOK inilah yang nantinya disebut sebagai penghematan BOK.

¹⁴ Jumingan. **Studi Kelayakan Bisnis : Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan**. Bumi Aksara, 2014.

¹⁵ Tjokroadiredjo, R. E. **Ekonomi Rekayasa Transport (Transport Engineering Economics)**. ITB, 1990.

1. BOK Jalan Nasional

Data dasar yang digunakan dalam perhitungan BOK adalah sebagai berikut :

1.1 Data Kecepatan Kendaraan (S)

Kecepatan pada perhitungan BOK jalan nasional Pasuruan Probolinggo didapatkan dari data kecepatan hasil survai lapangan. Kecepatan hasil survai tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 menyajikan kecepatan kendaraan golongan I sebesar 45,24 km/jam. Kecepatan kendaraan golongan IIA (mewakili kendaraan golongan II pada ketentuan Bina Marga) sebesar 37,83 km/jam. Kecepatan kendaraan golongan IIB (mewakili kendaraan golongan III, IV, dan V pada ketentuan Bina Marga) sebesar 34,67 km/jam.

1.2 Data Harga Komponen BOK

Harga komponen BOK antara lain adalah harga kendaraan, ban, bahan bakar, pelumas, dan upah awak kendaraan. Harga-harga tersebut didapatkan melalui survai lapangan yang dilakukan pada tahun 2018. Harga komponen BOK dapat dilihat pada Tabel 2.27.

Tabel 2. 27 Harga Komponen BOK

Komponen	Golongan	Merk	Harga
Bahan Bakar	I	Pertalite	Rp 7800.00
	II	Solar	Rp 5150.00
	III	Solar	Rp 5150.00
	IV	Solar	Rp 5150.00
	V	Solar	Rp 5150.00
Minyak Pelumas	I	Castrol Magnatec 10W-40 SN	Rp 85000.00
	II	Meditran SX Diesel 15W-40 CH-4	Rp 50000.00
	III	Meditran SX Diesel 15W-40 CH-4	Rp 50000.00
	IV	Meditran SX Diesel 15W-40 CH-4	Rp 50000.00
	V	Meditran SX Diesel 15W-40 CH-4	Rp 50000.00
Ban	I	Dunlop SP Touring R1 (185/70 R14)	Rp 488000.00
	II	Bridgestone MRN 750/16-14PR MRN Light Truck	Rp 1430000.00
	III	Bridgestone 10.00-20 16PR EMSA	Rp 2675000.00
	IV	Bridgestone 11.00-20 16PR	Rp 2900000.00
	V	Bridgestone 11.00-20 16PR	Rp 2900000.00
Kendaraan	I	Toyota Grand New Avanza 1.5 Veloz M/T	Rp 235383000.00

	II	Hino Dutro New 130 HD Cargo	Rp	311000000.00
	III	Hino Ranger FL 235 JN	Rp	721000000.00
	IV	Hino Ranger GY 350 PU	Rp	1215000000.00
	V	Hino Ranger FM 350 TH + Semi Trailer Suny SY9108	Rp	1317000000.00
Upah		Kab. Pasuruan dan Kab. Probolinggo (per jam)	Rp	15958.49

Sumber : Survai Lapangan 2018

Komponen BOK, upah, dalam Tabel 2.27 didapatkan dari UMR Tahun 2018 Kab. Pasuruan dan Kab. Probolinggo. UMR masing-masing kabupaten dengan satuan Rupiah/bulan perlu dijadikan Rupiah/jam dengan membagi harga UMR dengan jumlah jam kerja dalam setahun. Jumlah jam kerja dalam sehari dihitung sebesar 8 jam. Hari kerja per bulan dihitung sebesar 22 hari. Jam kerja dalam satu bulan dapat dihitung sebagai berikut, kemudian UMR kedua kabupaten tersebut dirata-rata.

$$\begin{aligned} \text{Jam kerja/bulan} &= 8 \text{ jam} \times 22 \text{ hari} \\ &= 176 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 2.28 menyajikan data UMR Kab. Pasuruan /Probolinggo. Upah per jam masyarakat Kab. Pasuruan/Probolinggo tersaji di Tabel 2.28 kolom 3. Kolom 4 menyajikan rata-rata upah per jam masyarakat Kab. Pasuruan dan Probolinggo yang digunakan sebagai komponen biaya upah dalam BOK.

Tabel 2. 28 Rata-rata UMR Kab. Pasuruan dan Probolinggo Tahun 2018

Kabupaten	UMR 2018 (per bulan)	UMR 2018 (per jam)	Rata-rata (per jam)
Pasuruan	Rp 3,574,486.72	Rp 20,309.58	Rp 15,958.49
Probolinggo	Rp 2,042,900.06	Rp 11,607.39	

Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur

1.3 Perhitungan BOK Jalan Nasional

BOK terdiri dari dua komponen utama, yaitu sebagai berikut¹⁶ :

- a. Biaya tidak tetap / *variable cost / running cost*
 - 1) Biaya konsumsi bahan bakar
 - 2) Biaya konsumsi oli
 - 3) Biaya konsumsi suku cadang
 - 4) Biaya upah tenaga pemeliharaan
 - 5) Biaya konsumsi ban
- b. Biaya tetap / *standing cost / fixed cost*
 - 1) Biaya depresiasi
 - 2) Biaya bunga modal (*interest cost*)
 - 3) Biaya asuransi

Metode yang dipakai dalam perhitungan BOK ini adalah metode PCI (*Pacific Consultants International*). Persamaan untuk menghitung BOK dasar di jalan non tol dengan metode PCI dapat dilihat pada Tabel 2.29.

¹⁶ Muchsin, Hilman. **Investasi Jalan Tol**. Fakultas Hukum Indonesia, 2007.

Tabel 2. 29 Persamaan untuk Perhitungan Biaya Tetap dan Tidak Tetap pada Jalan Non Tol

No	Uraian	Persamaan	Faktor BOK		Ket
			S	Y	
1	Bahan Bakar				
	- Golongan I	$Y = 0,05693S^2 - 6,42593S + 269,18576$	45,24	94,9927	Y = konsumsi bahan bakar (/1000km) S = kecepatan (km/jam)
	- Golongan IIA	$Y = 0,21692S^2 - 24,1549S + 954,78824$	37,83	352,9062	
- Golongan IIB	$Y = 0,21557S^2 - 24,17699 + 947,80882$	34,67	368,7063		
2	Minyak Pelumas				
	- Golongan I	$Y = 0,00037S^2 - 0,04070S + 2,20403$	45,24	1,1200	Y = konsumsi oli (/1000km) S = kecepatan (km/jam)
	- Golongan IIA	$Y = 0,00209S^2 - 0,24413S + 13,29445$	37,83	7,0497	
- Golongan IIB	$Y = 0,00186S^2 - 0,22035S + 12,06486$	34,67	6,6610		
3	Ban				
	- Golongan I	$Y = 0,0008848S - 0,0045333$	45,24	0,0355	Y = konsumsi ban (/1000km) S = kecepatan (km/jam)
	- Golongan IIA	$Y = 0,0012356S - 0,0065667$	37,83	0,0402	
- Golongan IIB	$Y = 0,0015553S - 0,0059333$	34,67	0,0480		
4	Suku Cadang				
	- Golongan I	$Y = 0,0000064S + 0,0005567$	45,24	0,0008	Y = konsumsi suku cadang (/1000km) S = kecepatan (km/jam)
	- Golongan IIA	$Y = 0,0000332S + 0,0020891$	37,83	0,0033	
- Golongan IIB	$Y = 0,0000191S + 0,00154$	34,67	0,0022		
5	Mekanik				
	- Golongan I	$Y = 0,00362S + 0,36267$	45,24	0,5264	Y = jasa mekanik (/1000km)
- Golongan IIA	$Y = 0,02311S + 1,97733$	37,83	2,8517		

6	- Golongan IIB	$Y = 0,01511S + 1,2120$	34,67	1,7359	S = kecepatan (km/jam)
	Depresiasi / Penyusutan				
	- Golongan I	$Y = 1/(2,5S + 100)$	45,24	0,0047	Y = depresiasi (/1000km)
	- Golongan IIA	$Y = 1/(9,0S + 315)$	37,83	0,0015	S = kecepatan (km/jam)
7	- Golongan IIB	$Y = 1/(6,0S + 210)$	34,67	0,0024	
	Suku Bunga				
	- Golongan I	$Y = 150/500S$	45,24	0,0066	Y = suku bunga
	- Golongan IIA	$Y = 150/2571,42857S$	37,83	0,0015	S = kecepatan (km/jam)
8	- Golongan IIB	$Y = 150/1714,28571S$	34,67	0,0025	
	Asuransi				
	- Golongan I	$Y = 38/500S$	45,24	0,0017	Y = biaya asuransi (/1000km)
	- Golongan IIA	$Y = 60/2571,42857S$	37,83	0,00062	S = kecepatan (km/jam)
9	- Golongan IIB	$Y = 61/1714,28571S$	34,67	0,0010	
	Overhead				
	- Golongan I	-			
	- Golongan IIA	10% dari total 1 s/d 8			
	- Golongan IIB	10% dari total 1 s/d 8			

Sumber : PCI (*Pacific Consultants International*)

Hasil persamaan (Y) yang tersaji dalam Tabel 2.29 digunakan untuk menghitung biaya tetap dan tidak tetap sebagai berikut,

Biaya Tidak Tetap (Rupiah/1000 km) = 1 + 2 + 3 + 4 + 5

1. Biaya konsumsi bahan bakar = Y x harga bahan bakar
2. Biaya konsumsi oli = Y x harga minyak pelumas
3. Biaya konsumsi suku cadang = Y x harga kendaraan
4. Biaya upah tenaga pemeliharaan = Y x UMR per jam
5. Biaya konsumsi ban = Y x harga ban x jumlah ban

Biaya Tetap (Rupiah/1000 km) = 1 + 2 + 3 + 4

1. Biaya depresiasi = Y x harga kendaraan
2. Biaya suku bunga = Y x harga kendaraan
3. Biaya asuransi = Y x harga kendaraan
4. Biaya overhead

Biaya tidak tetap dan biaya tetap tersebut kemudian akan digunakan untuk menghitung BOK dasar dengan persamaan (2.36).

$$BOK_{\text{dasar}} = \text{Biaya tetap} + \text{Biaya tidak tetap} \dots\dots\dots(2.36)$$

BOK dasar kemudian digunakan untuk menghitung BOK setiap tahun dengan menggunakan persamaan (2.37).

$$BOK_{\text{tiap tahun}} = \frac{BOK_{\text{dasar}} \times LHRT \times \text{panjang jalan}}{1000} \dots\dots(2.37)$$

Dimana :

$BOK_{\text{tiap tahun}}$: dihitung untuk jalan nasional (Rupiah). BOK dihitung setiap tahun mulai dari beroperasinya jalan tol, 2019, sampai akhir masa konsesi, 2063.

BOK_{dasar} : BOK hasil dari persamaan (2.36) (Rupiah/1000km)

LHRT : volume lalu lintas tahunan jalan nasional
without project (kendaraan/tahun)
Panjang jalan : panjang jalan nasional = 12,15 km
(tersaji dalam Tabel 2.9)

2. BOK Jalan Tol

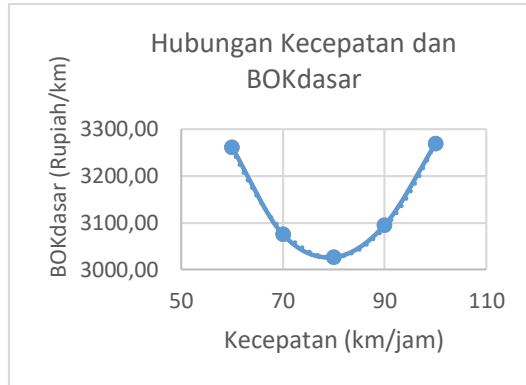
Data dasar yang digunakan dalam perhitungan BOK pada jalan tol adalah sebagai berikut :

2.1 Data Kecepatan Kendaraan (S)

Persamaan BOK pada jalan tol disajikan berupa persamaan regresi dengan variabel bebas kecepatan gerak dari kendaraan. Kecepatan gerak pada jalan tol ini dicari sampai menghasilkan nilai BOK_{dasar} jalan tol yang terkecil. Rentang kecepatan yang digunakan adalah batas kecepatan pada jalan tol, yaitu antara 60 km/jam sampai 100 km/jam.

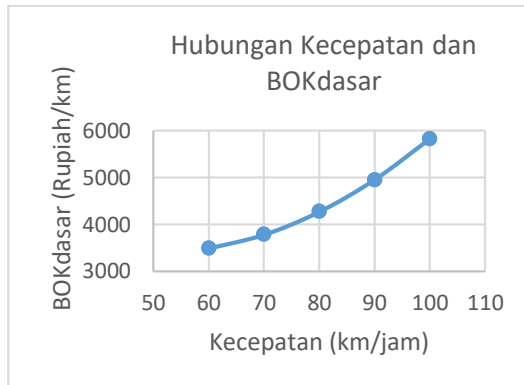
Langkah perhitungan nilai BOK_{dasar} disini sama dengan langkah perhitungan BOK_{dasar} pada jalan nasional. Persamaan regresi (Y) untuk jalan tol ini menggunakan persamaan pada Tabel 2.29. Harga komponen kendaraan yang digunakan sama dengan yang terdapat pada Tabel 2.27.

Gambar 2.5 sampai Gambar 2.9 berikut menyajikan hubungan antara kecepatan dengan nilai BOK_{dasar} pada kendaraan golongan I – V. Gambar 2.5 memperlihatkan bahwa pada kecepatan 80 km/jam didapatkan nilai BOK_{dasar} yang paling minimum. Hal tersebut menandakan bahwa kecepatan optimum pada jalan tol untuk kendaraan golongan I adalah 80 km/jam.



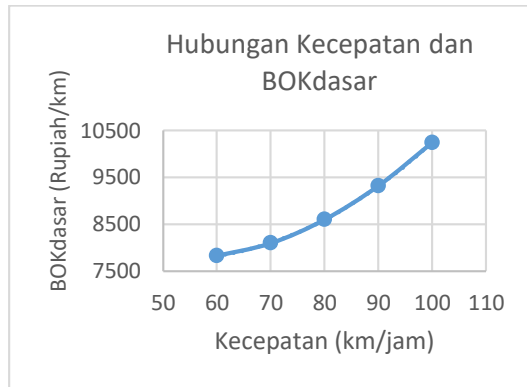
Gambar 2. 5 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan I

Gambar 2.6 memperlihatkan bahwa pada kecepatan 60 km/jam didapatkan nilai BOKdasar yang paling minimum. Hal tersebut menandakan bahwa kecepatan optimum pada jalan tol untuk kendaraan golongan II adalah 60 km/jam.



Gambar 2. 6 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan II

Gambar 2.7 memperlihatkan bahwa pada kecepatan 60 km/jam didapatkan nilai BOKdasar yang paling minimum. Hal tersebut menandakan bahwa kecepatan optimum pada jalan tol untuk kendaraan golongan III adalah 60 km/jam.



Gambar 2. 7 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan III

Gambar 2.8 memperlihatkan bahwa pada kecepatan 60 km/jam didapatkan nilai BOKdasar yang paling minimum. Hal tersebut menandakan bahwa kecepatan optimum pada jalan tol untuk kendaraan golongan IV adalah 60 km/jam.



Gambar 2. 8 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan IV

Gambar 2.9 memperlihatkan bahwa pada kecepatan 60 km/jam didapatkan nilai BOKdasar yang paling minimum. Hal tersebut menandakan bahwa kecepatan optimum pada jalan tol untuk kendaraan golongan V adalah 60 km/jam.



Gambar 2. 9 Hubungan Kecepatan dan BOKdasar Kendaraan Golongan V

2.2 Data Harga Komponen BOK

Harga komponen BOK pada jalan tol sama dengan data harga komponen BOK pada jalan nasional. Harga komponen BOK dapat dilihat pada Tabel 2.27.

2.3 Perhitungan BOK Jalan Tol

Metode yang dipakai dalam perhitungan BOK ini adalah metode PCI (*Pacific Consultants International*). Persamaan untuk menghitung BOK dasar di jalan tol dengan metode PCI dapat dilihat pada Tabel 2.30.

Tabel 2. 30 Persamaan untuk Perhitungan Biaya Tetap dan Tidak Tetap pada Jalan Non Tol

No	Uraian	Persamaan	Faktor BOK		Ket
			S	Y	
1	Bahan Bakar				
	- Golongan I	$Y = 0,04376S^2 - 4,94078S + 207,0484$	80,00	91,85	Y = konsumsi bahan bakar (/1000km) S = kecepatan (km/jam)
	- Golongan IIA	$Y = 0,14461S^2 - 16,1028S + 636,50343$	60,00	190,9284	
- Golongan IIB	$Y = 0,13485S^2 - 15,1246S + 592,60931$	60,00	170,5915		
2	Minyak Pelumas				
	- Golongan I	$Y = 0,00029S^2 - 0,03134S + 1,69613$	80,00	1,0449	Y = konsumsi oli (/1000km) S = kecepatan (km/jam)
	- Golongan IIA	$Y = 0,00131S^2 - 0,15257S + 8,30869$	60,00	3,8705	
- Golongan IIB	$Y = 0,00118S^2 - 0,13770S + 7,54073$	60,00	3,5267		
3	Ban				
	- Golongan I	$Y = 0,0008848S - 0,0045333$	80,00	0,0662	Y = konsumsi ban (/1000km) S = kecepatan (km/jam)
	- Golongan IIA	$Y = 0,0012356S - 0,0065667$	60,00	0,0676	
- Golongan IIB	$Y = 0,0015553S - 0,0059333$	60,00	0,0874		
4	Suku Cadang				
	- Golongan I	$Y = 0,0000064S + 0,0005567$	80,00	0,0011	Y = konsumsi suku cadang (/1000km) S = kecepatan (km/jam)
	- Golongan IIA	$Y = 0,0000332S + 0,0020891$	60,00	0,0022	
- Golongan IIB	$Y = 0,0000191S + 0,00154$	60,00	0,0027		
5	Mekanik				
	- Golongan I	$Y = 0,00362S + 0,36267$	80,00	0,6523	Y = jasa mekanik (/1000km)
- Golongan IIA	$Y = 0,02311S + 1,97733$	60,00	3,3639		

6	- Golongan IIB	$Y = 0,01511S + 1,2120$	60,00	2,1186	S = kecepatan (km/jam)
	Depresiasi / Penyusutan				
	- Golongan I	$Y = 1/(2,5S + 125)$	80,00	0,0031	Y = depresiasi (/1000km)
	- Golongan IIA	$Y = 1/(9,0S + 315)$	60,00	0,0010	S = kecepatan (km/jam)
7	- Golongan IIB	$Y = 1/(6,0S + 210)$	60,00	0,0015	
	Suku Bunga				
	- Golongan I	$Y = 150/500S$	80,00	0,0037	Y = suku bunga
	- Golongan IIA	$Y = 150/2571,42857S$	60,00	0,0010	S = kecepatan (km/jam)
8	- Golongan IIB	$Y = 150/1714,28571S$	60,00	0,0015	
	Asuransi				
	- Golongan I	$Y = 38/500S$	80,00	0,0009	Y = biaya asuransi (/1000km)
	- Golongan IIA	$Y = 60/2571,42857S$	60,00	0,0004	S = kecepatan (km/jam)
9	- Golongan IIB	$Y = 61/1714,28571S$	60,00	0,0006	
	Overhead				
	- Golongan I	-			
	- Golongan IIA	10% dari total 1 s/d 8			
	- Golongan IIB	10% dari total 1 s/d 8			

Sumber : PCI (*Pacific Consultants International*)

Hasil persamaan (Y) yang tersaji dalam Tabel 2.30 digunakan untuk menghitung biaya tetap dan tidak tetap. Perhitungan biaya tetap dan tidak tetap pada jalan tol sama dengan perhitungan biaya tetap dan tidak tetap pada jalan nasional. Biaya tidak tetap dan biaya tetap tersebut kemudian akan digunakan untuk menghitung BOK dasar dengan persamaan (2.36)

BOK dasar kemudian digunakan untuk menghitung BOK setiap tahun dengan menggunakan persamaan (2.38).

$$BOK_{\text{tiap tahun}} = \frac{BOK_{\text{dasar}} \times LHRT \times \text{panjang jalan}}{1000} \dots (2.38)$$

Dimana :

$BOK_{\text{tiap tahun}}$: dihitung untuk jalan tol (Rupiah). BOK dihitung setiap tahun mulai dari beroperasinya jalan tol, 2019, sampai akhir masa konsesi, 2063.

BOK_{dasar} : BOK hasil dari persamaan (2.36) (Rupiah/1000km)

LHRT : volume lalu lintas tahunan jalan tol (kendaraan/tahun)

Panjang jalan : panjang jalan tol = 13,5 km (tersaji dalam Tabel 2.10)

3. Perhitungan Penghematan BOK

Penghematan BOK atau saving BOK dihitung menggunakan persamaan (2.39).

$$\text{Saving BOK} = BOK_{\text{tiap thn jl nas without project}} - BOK_{\text{tiap thn jl tol}} \dots (2.39)$$

b. Penghematan Nilai Waktu Perjalanan / *Saving Value of Time (VOT)*

Sub bab ini meliputi empat tahap perhitungan. Perhitungan yang pertama adalah perhitungan nilai waktu. Perhitungan kedua adalah perhitungan nilai waktu tahunan pada jalan nasional *without project*. Perhitungan ketiga adalah perhitungan nilai waktu tahunan pada jalan tol. Perhitungan yang terakhir adalah perhitungan penghematan nilai waktu perjalan.

1. Penentuan Nilai Waktu

Di Indonesia, sampai saat ini belum didapatkan besaran nilai waktu yang berlaku¹⁷, tetapi tujuh kajian terdahulu telah dilakukan untuk dapat digunakan sebagai rujukan. Tujuh kajian tersebut menyajikan nilai waktu dasar yang tertulis dalam Tabel 2.31. Kajian dalam Tabel 2.31 tidak memuat rujukan untuk daerah Pasuruan/Probolinggo, maka dari itu, rujukan yang digunakan dalam studi ini adalah rujukan berdasarkan PT Jasa Marga (1990-1996). Rujukan PT Jasa Marga dalam Tabel 2.31 menyajikan nilai waktu dasar untuk kendaraan gol. I sebesar Rp 12.287 /jam/kend. Nilai waktu dasar kendaraan gol. IIA (kend. gol. II menurut Bina Marga) sebesar Rp 18.534 /jam/kend. Nilai waktu dasar kendaraan gol. IIB (kend. gol. III-V menurut Bina Marga) sebesar Rp 9.188 /jam/kend.

¹⁷Tamin, Ofyar. **Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Edisi Kedua**. Penerbit ITB, 2000.

Tabel 2. 31 Nilai Waktu Dasar dari Berbagai Studi untuk Setiap Golongan Kendaraan

Rujukan	Nilai Waktu (Rp/jam/kendaraan)		
	Gol. I	Gol. IIA	Gol. IIB
PT Jasa Marga (1990-1996)	12.287	18.534	13.768
Padalarang-Cileunyi (1996)	3.385-5.425	3.827-38.344	5.716
Semarang (1996)	3.411-6.221	14.541	1.506
IHCM (1995)	3.281	18.212	4.971
PCI (1979)	1.341	3.827	3.152
JIUTR Northern Extension (PCI, 1989)	7.060	14.670	3.659
Surabaya-Mojokerto (JICA, 1991)	8.880	7.960	7.980

Sumber : LAPI-ITB (1997)

Nilai waktu dasar pada Tabel 2.31 masih harus dikoreksi menurut lokasi dan dibandingkan dengan nilai waktu minimum. Nilai waktu akan dipilih yang lebih besar antara nilai waktu dasar yang dikoreksi atau nilai waktu minimum seperti pada persamaan (2.40).

Nilai waktu = maksimum {(k x nilai waktu dasar), nilai waktu minimum}.....(2.40)

Dimana :

k : nilai koreksi (tersaji dalam Tabel 2.32)

Nilai waktu dasar : (tersaji dalam Tabel. 2.31)

Nilai waktu minimum : (tersaji dalam Tabel 2.32)

Nilai koreksi untuk nilai waktu dasar dapat dilihat pada Tabel 2.32. Pada Tabel 2.32, untuk lokasi Pasuruan/Probolinggo, yang mana merupakan lokasi

pada provinsi Jawa Timur, didapatkan nilai koreksi adalah 0,25.

Tabel 2. 32 Nilai Koreksi Berdasarkan PDRB Atas Dasar Harga Konstan Tahun 1996

No	Lokasi	PDRB (juta rupiah)	Jumlah Penduduk	PDRB per Kapita (juta rupiah)	Nilai Koreksi
1	DKI-Jakarta	60.638.217	9.113.000	6,65	1,00
2	Jawa Barat	60.940.114	39.207.000	1,55	0,23
3	Kodya Bandung	6.097.380	2.356.120	2,59	0,39
4	Jawa Tengah	39.125.323	29.653.000	1,32	0,21
5	Kodya Semarang	4.682.002	1.346.352	3,48	0,52
6	Jawa Timur	57.047.812	33.844.000	1,69	0,25
7	Kodya Surabaya	13.231.986	2.694.554	4,91	0,74
8	Sumatera Utara	21.802.508	11.115.000	1,96	0,29
9	Kodya Medan	5.478.924	1.800.000	3,04	0,46

Sumber : LAPI-ITB (1997)

Nilai waktu minimum dapat dilihat pada Tabel 2.33. Nilai waktu minimum untuk Kabupaten Pasuruan dan Probolinggo yang bukan merupakan wilayah DKI-Jakarta adalah sebesar Rp 6.000 untuk kendaraan gol. I, Rp 9.051 untuk kendaraan gol. IIA, dan Rp 6.723 untuk kendaraan gol. IIB menurut rujukan dari Jasa Marga.

Tabel 2. 33 Nilai Waktu Minimum (Rupiah/jam/kendaraan)

No	Kabupaten/Kodya	Jasa Marga			JIUTR		
		Gol. I	Gol. IIA	Gol. IIB	Gol. I	Gol. IIA	Gol. IIB
1	DKI-Jakarta	8.200	12.369	9.188	8.200	17.022	4.246
2	selain DKI-Jakarta	6.000	9.051	6.723	6.000	12.455	3.107

Sumber : LAPI-ITB (1997)

2. Nilai Waktu Tahunan Jalan Nasional *Without Project*

Nilai waktu tahunan pada jalan nasional *without project* dihitung mulai awal tahun jalan tol beroperasi, yaitu tahun 2019, sampai akhir masa konsesi, 2063. Perhitungan nilai waktu tahunan ini dihitung menggunakan persamaan (2.41).

$$VOT_n = (VOT \times (1 + i)^n) \times \frac{L}{V_R} \times V \dots \dots \dots (2.41)$$

Dimana :

- VOT_n : nilai waktu per tahun (dihitung mulai 2019 sampai 2063)
- VOT : nilai waktu hasil persamaan (2.40)
- i : rata-rata inflasi (tersaji dalam Tabel 2.34)
- n : selisih tahun nilai waktu dasar (1996) dengan tahun VOT_n yang dicari
- V : volume kendaraan jalan nasional *without project* per tahun
- V_R : kecepatan tempuh di jalan nasional (km/jam). Tersaji pada Tabel 2.11, yaitu :
- | | |
|--------------|----------------|
| Gol. I | = 45,24 km/jam |
| Gol. II | = 37,83 km/jam |
| Gol. III – V | = 34,67 km/jam |
- L : panjang jalan nasional = 12,15 km (tersaji dalam Tabel 2.9)

Data inflasi untuk persamaan (2.41) didapatkan dari Bank Indonesia. Data inflasi yang dipakai adalah inflasi rata-rata dari data inflasi yang tersedia, yaitu tahun 2003 sampai 2017. Data inflasi tahun 2003 – 2017 serta nilai rata-ratanya dapat dilihat pada Tabel

2.34. Tabel 2.34 menampilkan nilai rata-rata inflasi dari tahun 2003 – 2017 adalah 6,68%.

Tabel 2. 34 Data Inflasi dan Inflasi Rata-rata Tahun 2003 – 2017 dalam Persen (%)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Rata2
2003	8.68	7.6	7.17	7.62	7.15	6.98	6.27	6.51	6.33	6.48	5.53	5.16	6.79
2004	5.82	4.6	5.11	5.92	6.47	6.83	7.2	6.67	6.27	6.22	6.18	6.4	6.14
2005	7.32	7.15	8.81	8.12	7.4	7.42	7.84	8.33	9.06	17.89	18.38	17.11	10.40
2006	17.03	17.92	15.74	15.4	15.6	15.53	15.15	14.9	14.55	6.29	5.27	6.6	13.33
2007	6.26	6.3	6.52	6.29	6.01	5.77	6.06	6.51	6.95	6.88	6.71	6.59	6.40
2008	7.36	7.4	8.17	8.96	10.38	11.03	11.9	11.85	12.14	11.77	11.68	11.06	10.31
2009	9.17	8.6	7.92	7.31	6.04	3.65	2.71	2.75	2.83	2.57	2.41	2.78	4.90
2010	3.72	3.81	3.43	3.91	4.16	5.05	6.22	6.44	5.8	5.67	6.33	6.96	5.13
2011	7.02	6.84	6.65	6.16	5.98	5.54	4.61	4.79	4.61	4.42	4.15	3.79	5.38
2012	3.65	3.56	3.97	4.5	4.45	4.53	4.56	4.58	4.31	4.61	4.32	4.3	4.28
2013	4.57	5.31	5.9	5.57	5.47	5.9	8.61	8.79	8.4	8.32	8.37	8.38	6.97
2014	8.22	7.75	7.32	7.25	7.32	6.7	4.53	3.99	4.53	4.83	6.23	8.36	6.42
2015	6.96	6.29	6.38	6.79	7.15	7.26	7.26	7.18	6.83	6.25	4.89	3.35	6.38
2016	4.14	4.42	4.45	3.6	3.33	3.45	3.21	2.79	3.07	3.31	3.58	3.02	3.53
2017	3.49	3.83	3.61	4.17	4.33	4.37	3.88	3.82	3.72	3.58	3.3	3.61	3.81
Rata-rata inflasi (2003-2017)													6.68

Sumber : Bank Indonesia, diolah

3. Nilai Waktu Tahunan Jalan Tol

Nilai waktu tahunan pada jalan tol dihitung mulai awal tahun jalan tol beroperasi, yaitu tahun 2019, sampai akhir masa konsesi, 2063. Perhitungan nilai waktu tahunan ini dihitung menggunakan persamaan (2.42).

$$VOT_n = (VOT \times (1 + i)^n) \times \frac{L}{V_R} \times V \dots \dots \dots (2.42)$$

Dimana :

VOT_n : nilai waktu per tahun (dihitung mulai 2019 sampai 2063)

VOT : nilai waktu hasil persamaan (2.40)

i : rata-rata inflasi (tersaji dalam Tabel 2.34)

n	:	selisih tahun nilai waktu dasar (1996) dengan tahun VOT _n yang dicari
V	:	volume kendaraan jalan tol per tahun
V _R	:	kecepatan tempuh di jalan tol (km/jam). Didapatkan dari kecepatan optimum pada perhitungan BOK, yaitu :
		Gol. I = 80,00 km/jam
		Gol. II (IIA) = 60,00 km/jam
		Gol. III – V (IIB) = 60,00 km/jam
L	:	panjang jalan tol = 13,5 km (tersaji dalam Tabel 2.10)

4. Penghematan Nilai Waktu Perjalanan

Penghematan nilai waktu perjalanan atau saving VOT dihitung menggunakan persamaan (2.43).

$$\text{Saving VOT} = \text{VOT}_{\text{Jln nas without project}} - \text{VOT}_{\text{Jln tol}} \dots (2.43)$$

2.3.2 Cost (Biaya)

Biaya yang dikeluarkan pada proyek pembangunan jalan tol Pasuruan Probolinggo secara garis besar terdiri dari dua macam biaya. Biaya yang pertama adalah biaya investasi. Biaya lainnya adalah biaya operasi dan pemeliharaan.

Biaya investasi pada jalan tol Pasuruan Probolinggo terdiri dari sebelas uraian biaya. Uraian biaya-biaya serta besarnya biaya tersebut pada proyek jalan tol Pasuruan Probolinggo tersaji pada Tabel 2.35. Total biaya investasi jalan tol Pasuruan Probolinggo berdasarkan Tabel 2.35 adalah Rp 2.988.707.000.000,00 pada tahun 2011.

Tabel 2. 35 Total Biaya Investasi Jalan Tol Pasuruan Probolinggo (31,3 Km)

Uraian Biaya	Biaya (31,30 Km)
Konstruksi	Rp 1.565.163.000.000,00
Peralatan Tol	Rp 31.728.000.000,00
Desain + Amdal	Rp 15.353.000.000,00
Supervisi	Rp 27.822.000.000,00
Eskalasi	Rp 570.750.000.000,00
Kontingensi	Rp 65.016.000.000,00
PPN (10%)	Rp 227.566.000.000,00
Overhead	Rp 33.830.000.000,00
Pengadaan Tanah	Rp 163.337.000.000,00
Bunga Masa Konstruksi	Rp 199.850.000.000,00
Biaya Finansial	Rp 88.291.000.000,00
Total Biaya Investasi	Rp 2.988.707.000.000,00

Sumber : Berita Acara Kesepakatan Penerusan Pengusahaan Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo (2011)

Total biaya pada Tabel 2.35 tersebut adalah total biaya untuk jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I – III sepanjang 31,3 km. Studi ini hanya membahas jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I sepanjang 13,5 km, oleh karena itu, masing-masing biaya pada Tabel 2.35 akan dikalikan dengan dengan panjang jalan tol seksi I (13,5 km) terhadap panjang jalan keseluruhan (31,3 km). Harga biaya konstruksi seksi I tidak dikalikan dengan dengan panjang jalan tol seksi I terhadap panjang jalan keseluruhan, karena menurut Berita Acara Kesepakatan Penerusan Pengusahaan Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo (2011) harga konstruksi jalan tol seksi I adalah sebesar Rp 602.185.000.000,00.

Total biaya investasi jalan tol Pasuruan Probolinggo untuk seksi I dapat dilihat pada Tabel 2.36. Tabel 2.36 tersebut menyajikan besaran total biaya investasi untuk jalan tol seksi I sebesar Rp 1.216.173.194.888,18.

Tabel 2. 36 Total Biaya Investasi Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I (13,5 Km)

Uraian Biaya	Biaya (31,3 Km)		Biaya Seksi I (13,5 Km)
(1)	(2)	(3)	(4) = (2)(3)
Konstruksi	Rp 1.565.163.000.000,00	-	Rp 602,185,000,000.00
Peralatan Tol	Rp 31.728.000.000,00	$\frac{13,5 \text{ Km}}{31,3 \text{ Km}}$	Rp 13,684,600,638.98
Desain + Amdal	Rp 15.353.000.000,00		Rp 6,621,900,958.47
Supervisi	Rp 27.822.000.000,00		Rp 11,999,904,153.35
Eskalasi	Rp 570.750.000.000,00		Rp 246,170,127,795.53
Kontingensi	Rp 65.016.000.000,00		Rp 28,042,044,728.43
PPN (10%)	Rp 227.566.000.000,00		Rp 98,151,469,648.56
Overhead	Rp 33.830.000.000,00		Rp 14,591,214,057.51
Pengadaan Tanah	Rp 163.337.000.000,00		Rp 70,448,865,814.70
Bunga Masa Konstruksi	Rp 199.850.000.000,00		Rp 86,197,284,345.05
Biaya Finansial	Rp 88.291.000.000,00		Rp 38,080,782,747.60
Total Biaya Investasi Seksi I			Rp 1,216,173,194,888.18

Sumber : Berita Acara Kesepakatan Penerusan Pengusahaan Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo (2011), diolah

Biaya operasi dan pemeliharaan pada jalan tol Pasuruan Probolinggo terdiri atas biaya operasi dan pemeliharaan secara rutin serta biaya operasi dan pemeliharaan secara berkala. Biaya operasi dan pemeliharaan secara rutin dilakukan setiap tahun. Nilai biaya operasi dan pemeliharaan secara rutin diasumsikan sebesar 1% dari total biaya investasi¹⁸. Biaya operasi dan pemeliharaan secara berkala dilakukan setiap lima tahun sekali. Nilai biaya operasi dan pemeliharaan berkala diasumsikan sebesar 3% dari total biaya investasi. Biaya Tabel 2.37 menyajikan total biaya operasi dan pemeliharaan, baik secara rutin dan berkala, pada jalan tol seksi I. Besar total biaya operasi dan pemeliharaan secara rutin adalah Rp 12.161.731.948,88. Besar biaya operasi dan pemeliharaan berkala yang dilakukan setiap lima tahun sekali adalah Rp 36.485.195.846,65.

Tabel 2. 37 Total Biaya Operasi dan Pemeliharaan Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2011

	Uraian Biaya	Biaya
(1)	Biaya Investasi	Rp 1,216,173,194,888.18
(2)	Asumsi Biaya O&P Rutin	1%
(3)	Asumsi Biaya O&P Berkala	3%
(4)=(1)*(2)	Biaya O&P Rutin	Rp 12,161,731,948.88
(5)=(1)*(3)	Biaya O&P Berkala	Rp 36,485,195,846.65

Sumber : Rencana Teknik Akhir Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo (2011)

Total biaya investasi serta total biaya operasi dan pemeliharaan yang disajikan pada Tabel 2.36 dan

¹⁸ Nugraha, Aditya Budi. “**Studi Kelayakan Jalan Tol Bawen-Salatiga Ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi**”. Dokumen Karya Ilmiah. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.

Tabel 2.37 perlu didiskonto kedalam nilai sekarang (tahun 2017). Diskonto nilai biaya dari tahun 2011 ke tahun 2017 dihitung menggunakan persamaan bunga majemuk yang tertulis dalam persamaan (2.44).

$$P_n = P_0 \times (1 + i)^n \dots \dots \dots (2.44)$$

Dimana :

P_n : nilai pada tahun yang dicari

P_0 : nilai pada tahun yang diketahui

n : selisih tahun dicari dengan tahun diketahui

i : inflasi (%)

Nilai inflasi untuk menghitung persamaan (2.44) didapatkan dari Bank Indonesia. Nilai inflasi yang dipakai adalah inflasi per tahun mulai tahun 2012 sampai tahun 2017. Nilai inflasi tersebut tersaji pada Tabel 2.38. Tabel 2.38 menyajikan nilai inflasi tahun 2012 sebesar 4,28%, tahun 2013 sebesar 6,97%, tahun 2014 sebesar 6,42%, tahun 2015 sebesar 6,38%, tahun 2016 sebesar 3,53% dan tahun 2017 sebesar 3,81%.

Tabel 2. 38 Data Inflasi Tahun 2012 - 2017 dalam Persen (%)

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Rata2
2012	3.65	3.56	3.97	4.5	4.45	4.53	4.56	4.58	4.31	4.61	4.32	4.3	4.28
2013	4.57	5.31	5.9	5.57	5.47	5.9	8.61	8.79	8.4	8.32	8.37	8.38	6.97
2014	8.22	7.75	7.32	7.25	7.32	6.7	4.53	3.99	4.53	4.83	6.23	8.36	6.42
2015	6.96	6.29	6.38	6.79	7.15	7.26	7.26	7.18	6.83	6.25	4.89	3.35	6.38
2016	4.14	4.42	4.45	3.6	3.33	3.45	3.21	2.79	3.07	3.31	3.58	3.02	3.53
2017	3.49	3.83	3.61	4.17	4.33	4.37	3.88	3.82	3.72	3.58	3.3	3.61	3.81

Sumber : Bank Indonesia, diolah

Total biaya investasi serta biaya operasi dan pemeliharaan baik rutin secara berkala perlu dihitung lagi untuk tahun-tahun selanjutnya. Total biaya investasi perlu dihitung untuk tahun pembangunan terakhir proyek jalan tol tersebut, yaitu 2018. Total biaya operasi dan pemeliharaan secara rutin perlu

dihitung dari tahun awal jalan tol beroperasi, 2019, sampai akhir masa konsesi, 2063. Total biaya operasi dan pemeliharaan secara berkala perlu dihitung setiap lima tahun sekali sejak pengoperasian jalan tol (mulai dihitung tahun 2023). Perhitungan tersebut menggunakan rumus (2.23) dengan Pn yang diketahui adalah tahun 2017 dan nilai inflasi yang dipakai adalah rata-rata nilai inflasi dari tahun 2012 sampai 2017, yaitu 5,23% (tersaji pada Tabel 2.39).

Tabel 2. 39 Rata-rata Inflasi Tahun 2012-2017 dalam Persen (%)

Tahun	Nilai Inflasi
2012	4,28%
2013	6,97%
2014	6,42%
2015	6,38%
2016	3,53%
2017	3,81%
Rata-rata Inflasi (2012-2017)	5,23%

Sumber : Bank Indonesia, diolah

2.3.3 Net Present Value (NPVe)

NPVe digunakan untuk menentukan apakah proyek mempunyai keuntungan dalam periode waktunya¹⁹. Keuntungan proyek dicari dengan menentukan selisih total manfaat (*benefit*) dengan total biaya (*cost*) selama masa proyek. Nilai benefit dan cost selama proyek tersebut didiskonto kedalam nilai sekarang menjadi *Present Worth Benefit* (PWB) dan *Present Worth Cost* (PWC).

¹⁹ Pedoman Konstruksi dan Bangunan. **Pra Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan**. Departemen Pekerjaan Umum, 2005.

PWB dihitung menggunakan persamaan (2.45) dan PWC dihitung menggunakan persamaan (2.46)

$$PWB = \frac{\text{Total Benefit}}{(1+r)^n} \dots\dots\dots(2.45)$$

Dimana :

Total Benefit : saving BOK + saving VOT
 n : selisih tahun dicari dengan tahun sekarang. Tahun sekarang adalah 2018
 r : suku bunga diskonto

$$PWC = \frac{B.\text{investasi}+B.O\&P\text{ rutin}+B.O\&P\text{ berkala}}{(1+r)^n} \dots\dots\dots(2.46)$$

Dimana :

B. investasi : total biaya investasi. Biaya investasi hanya terjadi pada tahun ke-0 / tahun 2018 saat jalan tol Pasuruan – Probolinggo belum beroperasi
 B. O&P rutin : total biaya operasi dan pemeliharaan rutin. Biaya O&P rutin dihitung dari awal pengoperasian jalan tol, 2019, sampai akhir masa konsesi, 2063. Biaya O&P rutin diasumsikan 1% dari total biaya investasi
 B. O&P berkala : total biaya O&P berkala. Biaya O&P berkala dihitung mulai tahun ke-5 dari tol beroperasi, yaitu tahun 2023, kemudian biaya O&P dihitung setiap 5 tahun sekali sampai akhir masa konsesi jalan tol. Biaya O&P berkala diasumsikan 3% dari biaya total investasi
 n : selisih tahun dicari dengan tahun sekarang. Tahun sekarang adalah 2018

r : suku bunga diskonto

Suku bunga diskonto dalam persamaan (2.45) dan (2.46) didapatkan dari rata-rata suku bunga Bank Indonesia dari Januari 2006 sampai Juli 2016. Tabel 2.40 menyajikan rata-rata suku bunga tersebut, yang mana nilainya adalah 7,58%. Suku bunga rata-rata tersebut dianggap sebagai suku bunga yang berlaku.

Tabel 2. 40 Suku Bunga Tahun 2006-2016 dan Suku Bunga Berlaku

Tahun	Tanggal-Bulan												Rata-rata	
	9-Jan	7-Feb	7-Mar	5-Apr	9-Mei	6-Jun	6-Jul	8-Agst	5-Sep	5-Okt	7-Nov	7-Des		
2006	12.75	12.75	12.75	12.75	12.5	12.5	12.25	11.75	11.25	10.75	10.25	9.75	11.83	
	9.50	9.25	9	9	8.75	8.5	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8		
2007	4-Jan	6-Feb	6-Mar	5-Apr	8-Mei	7-Jun	7-Agst	6-Sep	8-Okt	6-Nov	6-Dec		8.60	
	9.50	9.25	9	9	8.75	8.5	8.25	8.25	8.25	8.25	8			
2008	8-Jan	6-Feb	6-Mar	3-Apr	6-Mei	5-Jun	3-Jul	5-Agst	4-Sep	7-Okt	6-Nov	4-Dec	8.67	
	8	8	8	8	8.25	8.5	8.75	9	9.25	9.5	9.5	9.25		
2009	7-Jan	4-Feb	4-Mar	3-Apr	5-Mei	3-Jun	3-Jul	5-Agst	3-Sep	5-Okt	4-Nov	3-Dec	7.15	
	8.75	8.25	7.75	7.5	7.25	7	6.75	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5		
2010	6-Jan	4-Feb	4-Mar	6-Apr	5-Mei	3-Jun	5-Jul	4-Agst	3-Sep	5-Okt	4-Nov	3-Dec	6.5	
	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5		
2011	5-Jan	4-Feb	4-Mar	12-Apr	12-Mei	9-Jun	12-Jul	9-Agst	8-Sep	11-Okt	10-Nov	8-Dec	6.58	
	6.5	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.5	6	6		
2012	12-Jan	9-Feb	8-Mar	12-Apr	10-Mei	12-Jun	12-Jul	9-Agst	13-Sep	11-Okt	8-Nov	11-Dec	5.77	
	6	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75		
2013	10-Jan	12-Feb	7-Mar	11-Apr	14-Mei	13-Jun	11-Jul	15-Agst	29-Agst	12-Sep	8-Okt	12-Nov	12-Dec	6.48
	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	6	6.5	6.5	7	7.25	7.25	7.5	7.5	
2014	9-Jan	13-Feb	13-Mar	8-Apr	8-Mei	12-Jun	10-Jul	14-Agst	11-Sep	7-Okt	13-Nov	18-Nov	11-Dec	7.54
	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.75	7.75	
2015	15-Jan	17-Mar	17-Mar	14-Apr	19-Mei	18-Jun	14-Jul	18-Agst	17-Sep	15-Okt	17-Nov	17-Dec	7.52	
	7.75	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5		
2016	14-Jan	18-Feb	17-Mar	21-Apr	19-Mei	16-Jun	21-Jul						6.79	
	7.25	7	6.75	6.75	6.75	6.5	6.5							
Suku bunga berlaku												7.58		

Sumber : Bank Indonesia, diolah

Nilai NPVe dihitung dengan menggunakan persamaan (2.47). PWB dan PWC dalam persamaan (2.47) didapatkan dari persamaan (2.45) dan (2.46) yang telah dibahas

sebelumnya. NPVe akan dikatakan layak apabila nilainya positif atau lebih dari satu²⁰.

$$NPVe = \sum_{i=0}^{n-1} (PWB - PWC) \dots \dots \dots (2.47)$$

2.3.4 *Benefit Cost Ratio (BCRe)*

BCR adalah perbandingan antara PWB dengan PWC²¹. Hasil BCR akan dikatakan layak secara ekonomi bila nilai BCR adalah lebih besar dari satu. Perhitungan BCRe dilakukan menggunakan persamaan (2.48).

$$BCRe = \sum_{i=0}^n \frac{PWB}{PWC} \dots \dots \dots (2.48)$$

Dimana :

BCRe : Perbandingan PWB dan PWC

PWB : Present Worth Benefit atau total manfaat yang telah didiskonto kedalam nilai sekarang. Nilai PWB ini adalah sama dengan nilai PWB pada perhitungan NPVe

PWC : Present Worth Cost atau total biaya yang telah didiskonto kedalam nilai sekarang. Nilai PWC ini adalah sama dengan nilai PWC pada perhitungan NPVe

2.3.5 *Economic Internal Rate of Return (EIRR)*

EIRR merupakan tingkat pengembalian berdasarkan pada penentuan nilai suku bunga diskonto (*discount rate*)²².

²⁰ Pedoman Konstruksi dan Bangunan. **Pra Studi Kelayakan Jalan dan Jembatan**. Departemen Pekerjaan Umum, 2005. Halaman 13.

²¹ Pedoman Konstruksi dan Bangunan. **Pra Studi Kelayakan Jalan dan Jembatan**. Departemen Pekerjaan Umum, 2005. Halaman 12.

²² Pedoman Konstruksi dan Bangunan. **Pra Studi Kelayakan Jalan dan Jembatan**. Departemen Pekerjaan Umum, 2005. Halaman 13.

Suku bunga diskonto yaitu suku bunga yang dikenakan oleh bank sentral atas pinjaman ke bank komersial, atau suku bunga yang dipakai untuk menghitung nilai sekarang dari berbagai aset²³.

Perhitungan nilai EIRR dilakukan dengan cara mencoba beberapa suku bunga. Suku bunga dicari dengan cara trial and error sampai ditemukan nilai NPV positif dan NPV negatif terkecil. Setelah didapatkan suku bunga, selanjutnya dihitung interpolasi dengan persamaan (2.49).

$$EIRR = r_1 + (r_2 - r_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \dots \dots \dots (2.49)$$

Dimana :

- EIRR : economic internal rate of return
 i_1 : suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV negatif terkecil
 i_2 : suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV positif terkecil
 NPV_1 : nilai sekarang dengan menggunakan i_1
 NPV_2 : nilai sekarang dengan menggunakan i_2

²³ Yanida, A. “Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Krian-Legundi-Bunder-Manyar Seksi III dan IV”. Dokumen Karya Ilmiah. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.

2.4 Analisa Kelayakan Finansial

Analisa kelayakan finansial akan meninjau suksesnya investasi jalan tol tersebut, sehingga dapat diketahui apakah akan menguntungkan jika dilihat dari sisi investor²⁴. Penentuan menguntungkan tidaknya pembangunan proyek tersebut dilakukan dengan menghitung lima hal. Lima hal tersebut adalah manfaat (benefit), biaya (cost), perbandingan manfaat dan biaya atau *Benefit Cost Ratio* (BCRe), *Net Present Value* (NPVe), dan *Economic Internal Rate of Return* (EIRR).

2.4.1 *Benefit* (Manfaat)

Nilai *benefit* dalam analisa kelayakan finansial didapatkan dari hasil pendapatan tarif tol. Pendapatan tarif tol akan dihitung mulai dari tahun awal tol beroperasi, yaitu 2019, sampai dengan akhir masa konsesi, 2063. Penentuan besarnya tarif tol serta perhitungan pendapatan tarif tol akan dihitung sebagai berikut :

1. Penentuan Harga Tarif Tol

Penentuan harga tarif tol akan dihitung untuk setiap jenis golongan kendaraan menurut ketentuan Bina Marga. Harga tarif tol dihitung menggunakan persamaan (2.50)²⁵.

$$\begin{aligned} \text{Tarif tol} &= \max. 70\% \times \Delta \text{Biaya Operasi} \dots (2.50) \\ \Delta \text{Biaya Operasi} &= (L_{\text{jl.nas}} \times \text{BOK}_{\text{jl.nas}} + \text{VOT}_{\text{jl.nas}} \times t_{\text{jl.nas}}) - \\ &\quad (L_{\text{jl.tol}} \times \text{BOK}_{\text{jl.tol}} + \text{VOT}_{\text{jl.tol}} \times t_{\text{jl.tol}}) \dots \dots \dots (2.51) \end{aligned}$$

Dimana :

²⁴ Muchsin, Hilman. **Investasi Jalan Tol**. Fakultas Hukum Indonesia, 2007.

²⁵ Tjokroadiredjo, R. E. **Ekonomi Rekayasa Transport (Transport Engineering Economics)**. ITB, 1990.

- $L_{jl.nas}$: panjang jalan nasional = 12,15 km (tersaji dalam Tabel 2.9)
- $BOK_{jl.nas}$: Biaya operasi kendaraan dasar pada jalan nasional hasil dari persamaan (2.36) dalam Rupiah per km
- $T_{jl.nas}$: waktu tempuh jalan nasional (tersaji dalam Tabel 2.9) dalam jam
- $VOT_{jl.nas}$: nilai waktu jalan nasional tahun 2019
- $L_{jl.tol}$: panjang jalan tol = 13,5 km (tersaji dalam Tabel 2.10)
- $BOK_{jl.tol}$: Biaya operasi kendaraan dasar pada jalan tol hasil dari persamaan (2.36) dalam Rupiah per km
- $T_{jl.tol}$: waktu tempuh jalan tol (tersaji dalam Tabel 2.10) dalam jam
- $VOT_{jl.tol}$: nilai waktu jalan tol tahun 2019 sama dengan nilai waktu jalan nasional tahun 2019

Perhitungan nilai tarif tol pada studi ini akan dicoba untuk tiga kondisi berikut :

1. Tarif tol sebesar 70% Δ Biaya Operasi
2. Tarif tol sebesar 60% Δ Biaya Operasi
3. Tarif tol sebesar 50% Δ Biaya Operasi

2. Perhitungan Pendapatan Tarif Tol Tahun 2019-2063

Pendapatan tarif tol akan dihitung dari tahun awal tol beroperasi, 2019, sampai akhir masa konsesi, 2063. Harga tarif tol selama masa 45 tahun tersebut akan diasumsikan mengalami kenaikan sebesar suku bunga berlaku, yaitu 7% per tahun untuk semua golongan kendaraan. Pendapatan tarif tol dihitung menggunakan persamaan (2.52).

$$P_n = (\text{Tarif tol} \times (1+r)^{n-2019}) \times \text{Vol kend tahun } n \dots (2.52)$$

Dimana :

P_n : pendapatan tarif tol pada tahun n

Tarif tol	: tariff tol tahun 2019 (hasil persamaan (2.50))
r	: suku bunga/kenaikan tarif tol (diasumsikan 7%)
n	: tahun yang ditinjau
Vol. kend tahun n:	perkiraan volume kendaraan pada jalan tol setiap tahun (hasil persamaan 2.12)

2.4.2 Cost (Biaya)

Jumlah biaya untuk perhitungan analisa kelayakan finansial dalam studi ini adalah sama dengan jumlah biaya dalam perhitungan analisa kelayakan ekonomi yang telah dibahas pada bab 2.3.2.

2.4.3 Net Present Value (NPVf) dan Benefit Cost Ratio (BCRf)

NPVf dan BCRf digunakan untuk menentukan apakah proyek mempunyai keuntugan dalam periode waktunya²⁶. Keuntungan proyek dicari dengan menentukan selisih total manfaat (*benefit*) dengan total biaya (*cost*) selama masa proyek. Nilai benefit dan cost selama proyek tersebut didiskonto kedalam nilai sekarang menjadi *Present Worth Benefit* (PWB) dan *Present Worth Cost* (PWC).

PWB dihitung menggunakan persamaan (2.53) dan PWC dihitung menggunakan persamaan (2.54)

$$PWB = \frac{\text{Total Benefit}}{(1+r)^n} \dots\dots\dots(2.53)$$

Dimana :

Total Benefit	: pendapatan tarif tol (2019-2063)
n	: selisih tahun dicari dengan tahun sekarang. Tahun sekarang adalah 2018

²⁶ Pedoman Konstruksi dan Bangunan. **Pra Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan**. Departemen Pekerjaan Umum, 2005.

r : suku bunga diskonto

$$PWC = \frac{B.investasi+B.O\&P\ rutin+B.O\&P\ berkala}{(1+r)^n} \dots\dots\dots(2.54)$$

Dimana :

B. investasi : total biaya investasi. Biaya investasi hanya terjadi pada tahun ke-0 / tahun 2018 saat jalan tol Pasuruan – Probolinggo belum beroperasi

B. O&P rutin : total biaya operasi dan pemeliharaan rutin. Biaya O&P rutin dihitung dari awal pengoperasian jalan tol, 2019, sampai akhir masa konsesi, 2063. Biaya O&P rutin diasumsikan 1% dari total biaya investasi

B. O&P berkala : total biaya O&P berkala. Biaya O&P berkala dihitung mulai tahun ke-5 dari tol beroperasi, yaitu tahun 2023, kemudian biaya O&P dihitung setiap 5 tahun sekali sampai akhir masa konsesi jalan tol. Biaya O&P berkala diasumsikan 3% dari total biaya investasi

n : selisih tahun dicari dengan tahun sekarang. Tahun sekarang adalah 2018

r : suku bunga diskonto

Suku bunga diskonto dalam persamaan (2.53) dan (2.54) didapatkan dari rata-rata suku bunga Bank Indonesia dari Januari 2006 sampai Juli 2016, yaitu 7,58% (tersaji pada Tabel 2.40).

Nilai NPVf dihitung dengan menggunakan persamaan (2.55). PWB dan PWC dalam persamaan (2.55) didapatkan dari persamaan (2.53) dan (2.54) yang telah dibahas

sebelumnya. NPVf akan dikatakan layak apabila nilainya positif atau lebih dari satu²⁷.

$$NPVf = \sum_{i=0}^{n-1} (PWB - PWC) \dots \dots \dots (2.55)$$

Nilai BCRf dihitung dengan menggunakan persamaan (2.56). PWB dan PWC dalam persamaan (2.55) didapatkan dari persamaan (2.53) dan (2.54) yang telah dibahas sebelumnya. BCRf akan dikatakan layak apabila nilainya lebih dari satu.

$$BCRf = \sum_{i=0}^n \frac{PWB}{PWC} \dots \dots \dots (2.56)$$

2.4.4 Financial Internal Rate of Return (FIRR)

FIRR merupakan tingkat pengembalian berdasarkan pada penentuan nilai suku bunga diskonto (*discount rate*)²⁸. Suku bunga diskonto yaitu suku bunga yang dikenakan oleh bank sentral atas pinjaman ke bank komersial, atau suku bunga yang dipakai untuk menghitung nilai sekarang dari berbagai aset²⁹.

Perhitungan nilai FIRR dilakukan dengan cara mencoba beberapa suku bunga. Suku bunga dicari dengan cara trial and error sampai ditemukan nilai NPV positif dan NPV negatif terkecil. Setelah didapatkan suku bunga, selanjutnya dihitung interpolasi dengan persamaan (2.57).

²⁷ Pedoman Konstruksi dan Bangunan. **Pra Studi Kelayakan Jalan dan Jembatan**. Departemen Pekerjaan Umum, 2005. Halaman 13.

²⁸ Pedoman Konstruksi dan Bangunan. **Pra Studi Kelayakan Jalan dan Jembatan**. Departemen Pekerjaan Umum, 2005. Halaman 13.

²⁹ Yanida, A. “**Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Krian-Legundi-Bunder-Manyar Seksi III dan IV**”. Dokumen Karya Ilmiah. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.

$$FIRR = r_1 + (r_2 - r_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \dots \dots \dots (2.57)$$

Dimana :

FIRR : financial internal rate of return

i_1 : suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV negatif terkecil

i_2 : suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV positif terkecil

NPV_1 : nilai sekarang dengan menggunakan i_1

NPV_2 : nilai sekarang dengan menggunakan i_2

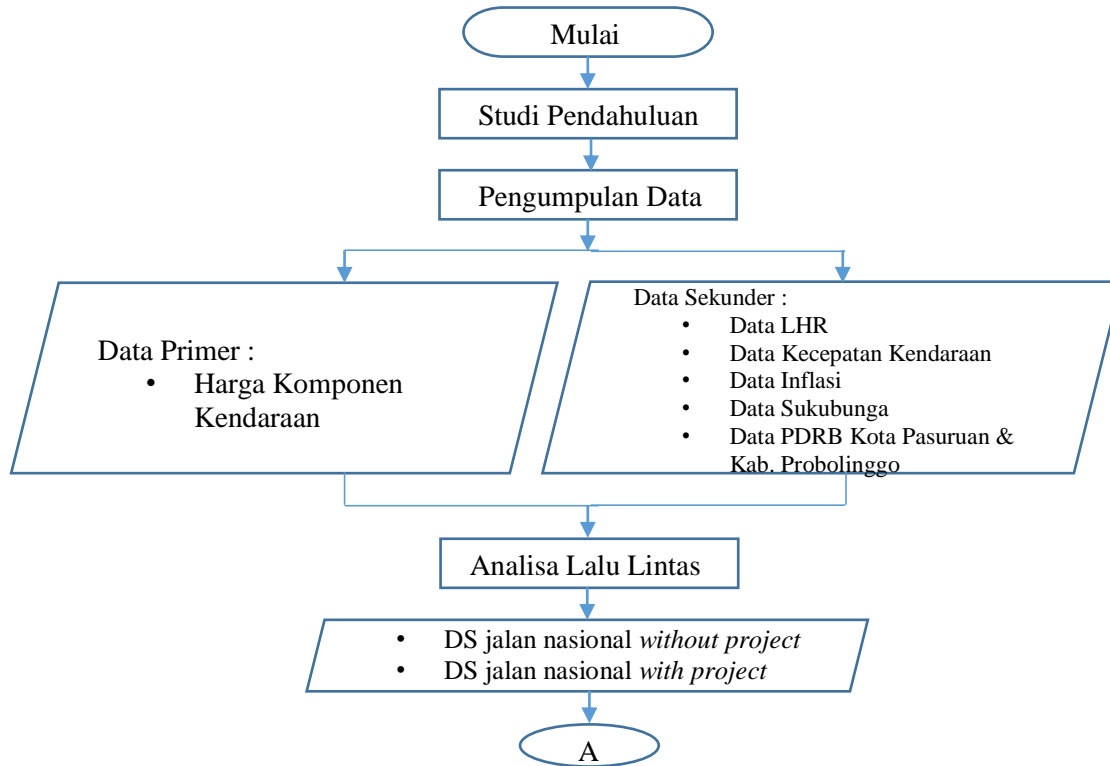
BAB III

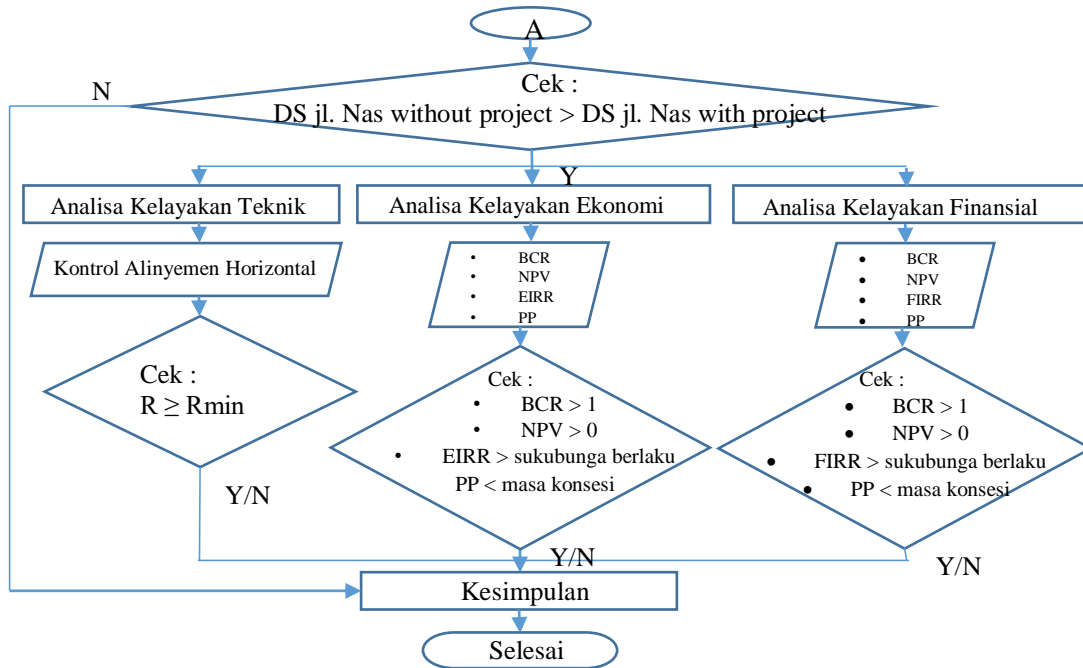
METODOLOGI

Dalam menyusun studi ini penulis menyusun bab metodologi agar proses pembahasan dapat dilakukan dengan terstruktur dan terarah. Metodologi mencakup kerangka pemikiran, diagram alir, metode pengumpulan data, serta metode analisis yang digunakan dalam pembahasan materi.

3.1 Bagan Alir

Bagan alir pelaksanaan Sudi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo, tepatnya pada seksi I terdapat pada Gambar 3.1 berikut,





Gambar 3. 1 Bagan Alir

3.2 Tahap Pengerjaan

3.2.1 Identifikasi Masalah

Dalam tahapan ini membahas tentang permasalahan pada BAB I, yaitu pengaruh jalan tol terhadap kinerja jalan nasional serta analisa kelayakan jalan tol dari aspek teknis, ekonomi, dan finansial yang diangkat pada proyek pembangunan Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I.

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur yang diperlukan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut dapat diperoleh dari buku teks, jurnal-jurnal, peraturan-peraturan terkait, dan laporan penelitian terdahulu (tugas akhir) yang berkaitan dengan studi ini, antara lain mengenai :

1. Pra Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan Pd T-18-2005-B
2. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014
3. Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009
4. Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-15-2005-B
5. Silvia Sukirman dalam bukunya Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan

3.2.3 Pengumpulan Data

1. Data Sekunder

Dalam pengerjaan studi ini, ada enam data sekunder yang diperlukan yaitu, data sekunder yang digunakan adalah data yang didapat dari owner pembangunan proyek Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo, yaitu PT Trans Jawa Paspro Jalan Tol. Jenis data sekunder yang dibutuhkan sebagai berikut :

- a. PDRB dan jumlah penduduk Kabupaten Pasuruan 2012 – 2016 yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Pasuruan
 - b. PDRB dan jumlah penduduk Kabupaten Probolinggo 2012 – 2016 yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Probolinggo
 - c. PDRB dan jumlah penduduk Kota Pasuruan 2012 – 2016 yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Pasuruan
 - d. PDRB dan jumlah penduduk Kota Probolinggo 2012 – 2016 yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Probolinggo
 - e. Data LHR tahunan asal Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo yang didapatkan dari PT Trans Jawa Paspro Jalan Tol
 - f. Data survai kecepatan kendaraan pada Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo yang didapatkan dari “Model Pemilihan Rute Antara Jalan Tol dan Jalan Nasional Pasuruan-Probolinggo Menggunakan Kurva Diversi” oleh Almira Mili Rizkia (2017)
 - g. Data inflasi dan data suku bunga yang didapatkan dari Bank Indonesia
2. Data Primer
- Data primer ini diperoleh dari hasil survai lapangan. Data yang disurvei antara lain :
- a. Harga – harga yang digunakan untuk menghitung Biaya Operasional Kendaraan :
 - Harga satuan bahan bakar premium
 - Harga satuan bahan bakar pertalite
 - Harga satuan bahan bakar solar

- Harga satuan pelumas / oli
- Harga satuan ban baru
- Upah mekanik
- Harga kendaraan baru

Adapun prosedur survai lapangan yang dilakukan untuk mendapatkan harga-harga tersebut adalah dengan melakukan wawancara secara langsung mengenai harga-harga tersebut kepada pihak dealer penjual kendaraan (masing-masing untuk kendaraan probadi, bus, dan truk).

3.2.4 Analisa Perhitungan Lalu Lintas

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui kinerja jalan nasional sebelum dan sesudah adanya jalan tol Pasuruan – Probolinggo. Adapun prosedur perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan volume lalu lintas seperti tertulis pada sub bab 2.1.1
2. Penentuan prosentase perpindahan kendaraan dari jalan nasional ke jalan tol seperti tertulis pada sub bab 2.1.2
3. Penilaian kinerja jalan seperti tertulis pada sub bab 2.1.3

3.2.5 Analisa Kelayakan

1. Kelayakan Teknik

Analisa ini mencakup dua langkah berikut :

- a. Pengecekan jari-jari tikungan menurut Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009 seperti tertulis pada sub bab 2.2.1

- b. Pengecekan standar bentuk tikungan menurut Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009 seperti tertulis pada sub bab 2.2.3
2. Kelayakan Ekonomi
- Analisa ini mencakup perhitungan pada :
- a. Penghematan biaya operasional kendaraan (BOK) seperti tertulis pada sub bab 2.3.1
 - b. Penghematan nilai waktu (VOT) seperti tertulis pada sub bab 2.3.1
 - c. Nilai *Net Present Value* (NPV) seperti tertulis pada sub bab 2.3.3
 - d. Nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) seperti tertulis pada sub bab 2.3.4
 - e. Nilai *Economic Internal Rate of Return* (EIRR) seperti tertulis pada sub bab 2.3.5
3. Kelayakan Finansial
- Analisa ini mencakup perhitungan :
- a. Harga tarif tol untuk mengetahui keuntungan dari hasil pendapatan tarif tol. Perhitungan dapat dilihat seperti tertulis pada sub bab 2.4.1. Harga tarif tol yang digunakan untuk menghitung pendapatan adalah 50%, 60%, dan 70% dari tarif tol maksimum
 - b. Nilai *Net Present Value* (NPV) dan *Benenfit Cost Ratio* (BCR) seperti tertulis pada sub bab 2.4.3
 - c. Nilai *Financial Internal Rate of Return* (FIRR) seperti tertulis pada sub bab 2.4.4

3.2.6 Kesimpulan

1. Berdasarkan analisa yang dilakukan pada tahap Analisa Lalu Lintas, akan dapat ditarik kesimpulan bagaimana pengaruh jalan tol terhadap kinerja jalan nasional dengan melihat perubahan nilai derajat

- kejenuhan (DS) jalan nasional sebelum adanya jalan tol dan setelah adanya jalan tol.
2. Berdasarkan analisa yang dilakukan pada tahap Analisa Kelayakan Teknis, akan dapat ditarik kesimpulan layak tidaknya perencanaan geometri jalan tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I dengan mengacu pada Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009.
 3. Berdasarkan analisa yang dilakukan pada tahap Analisa Kelayakan Ekonomi, akan dapat ditarik kesimpulan layak tidaknya perencanaan jalan tol Pasuruan – Probolinggo ditinjau dari aspek ekonominya dengan melihat nilai EIRR nya.
 4. Berdasarkan analisa yang dilakukan pada tahap Analisa Kelayakan Finansial, akan dapat ditarik kesimpulan layak tidaknya perencanaan jalan tol Pasuruan – Probolinggo ditinjau dari aspek finansialnya dengan melihat nilai FIRR nya.

3.2.7 Selesai

Dengan adanya kesimpulan tersebut, maka tahapan pengerjaan tugas akhir telah selesai dengan adanya hasil layak atau tidaknya pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo seksi I.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Analisa Lalu Lintas

4.1.1 Volume Lalu Lintas

a. Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas harian jalan nasional Pasuruan – Probolinggo dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut,

Tabel 4. 1 Data Volume Lalu Lintas Harian (2016) Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas

Arah	Golongan Kendaraan (kend/hari)					
	I	II	III	IV	V	VI
Pasuruan -Nguling	9226	2995	565	301	139	14676
Nguling-Pasuruan	8573	3019	673	331	201	13109
Total	17799	6013	1329	632	340	26113

Sumber : Hasil Perhitungan

b. Peramalan Volume Lalu Lintas

Data dalam peramalan volume lalu lintas yang akan digunakan adalah total volume lalu lintas (2016) jalan nasional Pasuruan – Probolinggo arah Pasuruan – Nguling dan Nguling – Pasuruan (lihat Tabel 4.1) serta laju pertumbuhan lalu lintas. Data tersebut akan digunakan sebagai dasar perhitungan perkiraan volume lalu lintas. Laju pertumbuhan lalu lintas diproyeksikan mulai tahun awal perencanaan 2019 sampai dengan akhir masa konsesi tahun 2063.

Peramalan volume lalu lintas dihitung menggunakan persamaan (2.1) seperti dijelaskan pada bab 2.1.1b.

Perhitungan volume lalu lintas ini dibagi sesuai dengan 6 penggolongan kendaraan menurut Jasa Marga. Berikut adalah contoh peramalan volume lalu lintas untuk tahun 2019,

- Golongan I (sedan, jip, pick up/truk kecil, dan bus)

$$P_{2019} = (17799 \times 365)(1 + 0,0486)^3$$

$$= 7461998 \text{ kend/tahun} \dots \dots \dots (\text{pada Tabel 4.2})$$
- Golongan II (truk dengan dua gandar)

$$P_{2019} = (6013 \times 365)(1 + 0,0572)^3$$

$$= 2521011 \text{ kend/tahun} \dots \dots \dots (\text{pada Tabel 4.2})$$
- Golongan III (truk dengan tiga gandar)

$$P_{2019} = (1329 \times 365)(1 + 0,0572)^3$$

$$= 557026 \text{ kend/tahun} \dots \dots \dots (\text{pada Tabel 4.2})$$
- Golongan IV (truk dengan empat gandar)

$$P_{2019} = (632 \times 365)(1 + 0,0572)^3$$

$$= 263958 \text{ kend/tahun} \dots \dots \dots (\text{pada Tabel 4.2})$$
- Golongan V (truk dengan lima gandar atau lebih)

$$P_{2019} = (340 \times 365)(1 + 0,0572)^3$$

$$= 142401 \text{ kend/tahun} \dots \dots \dots (\text{pada Tabel 4.2})$$
- Golongan VI (sepeda motor)

$$P_{2019} = (26113 \times 365)(1 + 0,0486)^3$$

$$= 10947394 \text{ kend/tahun} \dots \dots \dots (\text{pada Tabel 4.2})$$

Perhitungan pada tahun-tahun berikutnya dilakukan dengan langkah yang sama dan nilai n yang berbeda-beda. Hasil peramalan volume lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut,

Tabel 4. 2 Proyeksi Lalu Lintas Tahunan Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas (*without project*)

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2019	7461998	2521011	557026	264958	142401	10947394
2020	7814671	2640161	583353	277480	149131	11464796
2021	8184012	2764941	610923	290595	156179	12006651
2022	8570809	2895620	639797	304329	163561	12574115
2023	8975887	3032474	670036	318712	171291	13168400
2024	9400110	3175796	701703	333775	179387	13790772
2025	9844383	3325892	734867	349551	187865	14442558
2026	10309653	3483082	769599	366071	196744	15125150
2027	10796913	3647702	805972	383373	206043	15840002
2028	11307203	3820101	844064	401492	215781	16588641
2029	11841610	4000649	883957	420467	225979	17372662
2030	12401274	4189729	925735	440340	236659	18193737
2031	12987389	4387747	969488	461151	247844	19053619
2032	13601206	4595122	1015308	482946	259558	19954141
2033	14244033	4812300	1063294	505772	271826	20897224
2034	14917242	5039741	1113548	529676	284673	21884879
2035	15622268	5277932	1166177	554709	298127	22919214
2036	16360616	5527380	1221294	580926	312217	24002433
2037	17133860	5788618	1279015	608382	326973	25136849
2038	17943649	6062203	1339464	637136	342427	26324880

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2039	18791711	6348718	1402771	667249	358611	27569060
2040	19679855	6648774	1469069	698785	375560	28872043
2041	20609974	6963012	1538501	731811	393310	30236608
2042	21584053	7292101	1611215	766398	411899	31665666
2043	22604170	7636744	1687365	802620	431366	33162265
2044	23672500	7997676	1767114	840554	451753	34729597
2045	24791322	8375666	1850632	880281	473104	36371005
2046	25963022	8771521	1938098	921885	495465	38089991
2047	27190100	9186085	2029697	965456	518881	39890219
2048	28475172	9620243	2125626	1011085	543405	41775532
2049	29820981	10074920	2226088	1058872	569088	43749948
2050	31230395	10551086	2331299	1108917	595984	45817681
2051	32706422	11049757	2441482	1161327	624152	47983140
2052	34252210	11571996	2556872	1216214	653651	50250944
2053	35871056	12118918	2677717	1273696	684544	52625930
2054	37566412	12691688	2804272	1333894	716897	55113163
2055	39341895	13291529	2936809	1396937	750780	57717950
2056	41201292	13919720	3075610	1462960	786264	60445846
2057	43148569	14577601	3220971	1532103	823424	63302668
2058	45187879	15266576	3373202	1604514	862341	66294512
2059	47323572	15988112	3532628	1680347	903098	69427757
2060	49560203	16743751	3699589	1759764	945781	72709088
2061	51902542	17535102	3874441	1842935	990481	76145502

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2062	54355587	18363856	4057557	1930037	1037293	79744330
2063	56924569	19231778	4249327	2021256	1086318	83513248

Sumber : Hasil perhitungan

Seperti pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa volume lalu lintas pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo segmen Grati – Tongas terus meningkat dalam waktu 45 tahun tersebut. Peningkatan volume lalu lintas untuk kendaraan golongan I adalah 7461998 kend/tahun menjadi 56924569 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan II adalah 2521011 kend/tahun menjadi 19231778 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan III adalah 557026 kend/tahun menjadi 4249327 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan IV adalah 264988 kend/tahun menjadi 2021256 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan V adalah 142401 kend/tahun menjadi 1086318 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan VI adalah 10947394 kend/tahun menjadi 83513248 kend/tahun.

4.1.2 Perpindahan Rute

a. Penentuan Prosentase Perpindahan Kendaraan

1. Selisih Waktu Tempuh Perjalanan (WPH)

Selisih waktu tempuh perjalanan didapatkan dari selisih waktu perjalanan di jalan nasional dengan jalan tol. Waktu tempuh perjalanan pada jalan nasional tersaji pada Tabel 2.9. Waktu tempuh di jalan tol tersaji pada Tabel 2.10.

Tabel 4. 3 Selisih Waktu Tempuh Jalan Nasional dan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo (WPH)

(1)	Seksi	1	2	3
(2)	Waktu Tempuh Jalan Tol (menit) :			
	Gol I	10,13	5,52	8,72
	Gol II	13,50	6,90	10,90
	Gol III	13,50	6,90	10,90

	Gol IV	13,50	6,90	10,90
	Gol V	13,50	6,90	10,90
(3)	Waktu Tempuh Jalan Nasional (menit) :			
	Gol I	16,11	7,71	13,55
	Gol II	19,27	9,65	16,96
	Gol III	21,03	14,25	25,06
	Gol IV	21,03	14,25	25,06
	Gol V	21,03	14,25	25,06
(4) = (3)-(2)	Selisih Waktu Tempuh :			
	Gol I	5,99	2,19	4,83
	Gol II	5,77	2,74	6,06
	Gol III	7,53	7,35	14,16
	Gol IV	7,53	7,35	14,16
	Gol V	7,53	7,35	14,16

Sumber : Hasil perhitungan

2. Perhitungan Perkiraan Perpindahan Kendaraan

Perkiraan perpindahan kendaraan didapatkan dari hasil OD survai. Lampiran hasil OD survai dapat dilihat pada Tabel 2.13, 2.14, dan 2.15. Tabel 4.4 berikut menyajikan rekapitan data hasil OD survai dari Tabel 2.13, 2.14, dan 2.15.

Tabel 4. 4 Perkiraan Prosentase Perpindahan Kendaraan

Prosentase Perpindahan Kendaraan ke Jalan Tol (%)			
Golongan	Seksi 1	Seksi 2	Seksi 3
Golongan I	83,63	86,39	45,47
Golongan II	83,74	77,50	54,99
Golongan III	91,03	81,27	72,12
Golongan IV	93,75	84,68	74,82
Golongan V	96,90	84,96	82,08

Sumber : Data Konsultan PT Waskita Karya

3. Perhitungan Parameter a dan b

Parameter b dihitung menggunakan persamaan (2.9) dan parameter a dihitung menggunakan persamaan (2.10). Berikut adalah contoh perhitungan parameter a dan b untuk kendaraan golongan I.

Tabel 4. 5 Perhitungan Parameter a dan b

Seksi	X	P	Y	X.Y	X ²
	(1)	(2)	(3)= $\log_e\left(\frac{P}{1-P}\right)$	(4)=(1)(3)	(5)=(1) ²
1	5.99	0.84	1.63	9.77	35.87
2	2.19	0.86	1.85	4.04	4.78
3	4.83	0.45	-0.18	-0.88	23.31
Total	13.00		3.30	12.93	63.96

Sumber : Hasil perhitungan

$$b = \frac{3 \times 12,93 - 13,00 \times 3,3}{3 \times 63,96 - 13,00^2}$$

$$b = -0,18$$

$$a = \frac{3,3}{3} - 0,18 \times \frac{13,00}{3}$$

$$a = 1,88$$

4. Menentukan P yang Dicari

Nilai P dihitung menggunakan persamaan (2.11). Berikut adalah perhitungan P untuk kendaraan golongan I pada jalan seksi 1.

$$P = \frac{\exp(1,88 + (-0,18)(5,99))}{1 + \exp((1,88) + (-0,18)(5,99))}$$

$$P = 0,6906$$

$$P = 69,06\%$$

Maka besarnya prosentase kendaraan golongan I yang akan beralih dari jalan nasional Pasuruan – Probolinggo ke jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi I adalah sebesar 69,06%. Prosentase perpindahan kendaraan golongan II, III, IV, dan V dihitung dengan langkah yang sama seperti pada perhitungan P untuk kendaraan golongan I tersebut.

Perkiraan prosentase kendaraan golongan I, II, III, IV, dan V pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo segmen Grati – Tongas yang akan berpindah ke jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi I disajikan dalam Tabel 4.6. Kendaraan golongan I berpindah ke jalan tol sebanyak 69,06%. Kendaraan golongan II berpindah ke jalan tol sebanyak 71,23%. Kendaraan golongan III berpindah ke jalan tol sebanyak 86,70%. Kendaraan golongan IV berpindah ke jalan tol sebanyak 89,91%. Kendaraan golongan V berpindah ke jalan tol sebanyak 92,85%.

Tabel 4. 6 Prosentase Perpindahan Kendaraan ke Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi I

Golongan	I	II	III	IV	V
P (%)	69,06	71,23	86,70	89,91	92,85

Sumber : Hasil perhitungan

Gambar 4.1 merupakan gambar kurva diversifikasi model logit-binomial WPH kendaraan golongan I yang menyajikan hubungan selisih waktu tempuh (X) antara jalan nasional dan tol dengan prosentase kendaraan yang beralih ke jalan tol. Berdasarkan gambar 4.1 tersebut, saat waktu tempuh jalan nasional sama dengan waktu tempuh jalan tol, terdapat sekitar 87% pengguna kendaraan golongan I yang berminat untuk berpindah ke jalan tol. 100% pengguna kendaraan

golongan I akan berpindah ke jalan tol jika selisih waktu tempuhnya sudah mencapai 20 menit atau lebih.



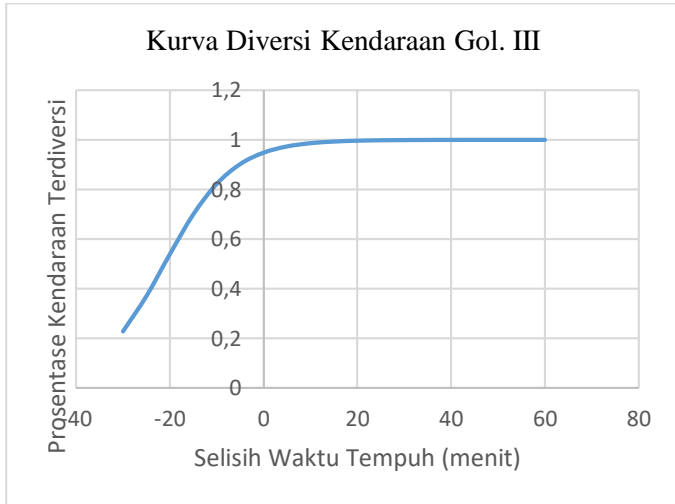
Gambar 4. 1 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH) Kendaraan Golongan I

Gambar 4.2 merupakan gambar kurva diversi model logit-binomial WPH kendaraan golongan II yang menyajikan hubungan selisih waktu tempuh (X) antara jalan nasional dan tol dengan prosentase kendaraan yang beralih ke jalan tol. Berdasarkan gambar 4.2 tersebut, saat waktu tempuh jalan nasional sama dengan waktu tempuh jalan tol, ada sekitar 84% pengguna kendaraan golongan II yang berminat untuk berpindah ke jalan tol. 100% pengguna kendaraan golongan II akan berpindah ke jalan tol jika selisih waktu tempuhnya sudah mencapai 25 menit atau lebih.



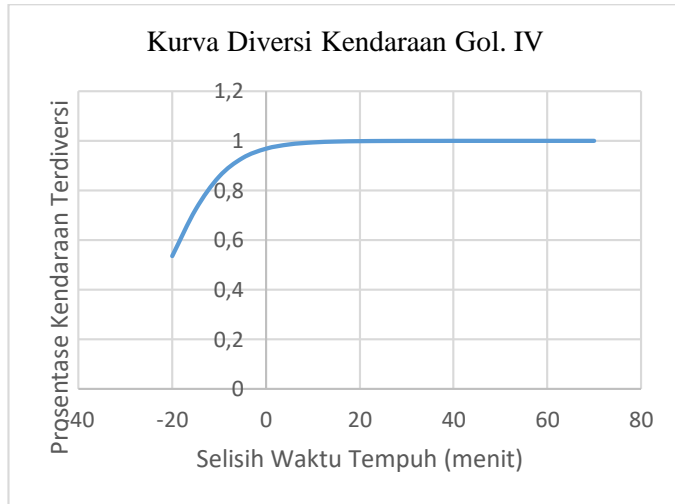
**Gambar 4. 2 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH)
Kendaraan Golongan II**

Gambar 4.3 merupakan gambar kurva diversi model logit-binomial WPH kendaraan golongan III yang menyajikan hubungan selisih waktu tempuh (X) antara jalan nasional dan tol dengan prosentase kendaraan yang beralih ke jalan tol. Berdasarkan gambar 4.3 tersebut, saat waktu tempuh jalan nasional sama dengan waktu tempuh jalan tol, terdapat sekitar 95% pengguna kendaraan golongan III yang berminat untuk berpindah ke jalan tol. 100% pengguna kendaraan golongan III akan berpindah ke jalan tol jika selisih waktu tempuhnya sudah mencapai 15 menit atau lebih.



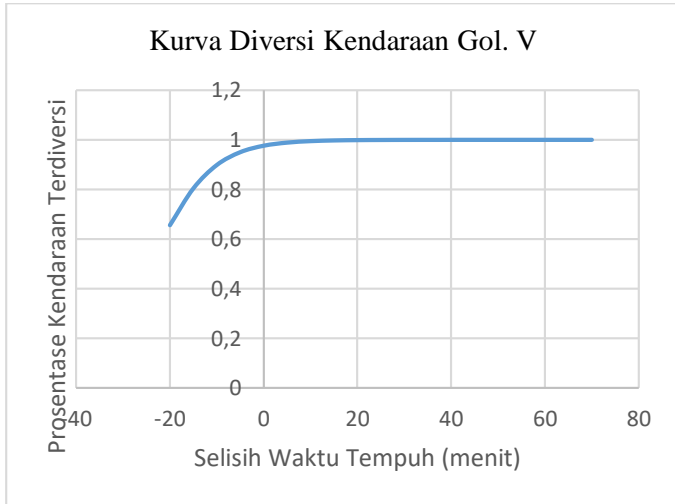
**Gambar 4. 3 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH)
Kendaraan Golongan III**

Gambar 4.4 merupakan gambar kurva diversi model logit-binomial WPH kendaraan golongan IV yang menyajikan hubungan selisih waktu tempuh (X) antara jalan nasional dan tol dengan prosentase kendaraan yang beralih ke jalan tol. Berdasarkan gambar 4.4 tersebut, saat waktu tempuh jalan nasional sama dengan waktu tempuh jalan tol, terdapat sekitar 97% pengguna kendaraan golongan IV yang berminat untuk berpindah ke jalan tol. 100% pengguna kendaraan golongan IV akan berpindah ke jalan tol jika selisih waktu tempuhnya sudah mencapai 10 menit atau lebih.



Gambar 4. 4 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH) Kendaraan Golongan IV

Gambar 4.5 merupakan gambar kurva diversifikasi model logit-binomial WPH kendaraan golongan V yang menyajikan hubungan selisih waktu tempuh (X) antara jalan nasional dan tol dengan prosentase kendaraan yang beralih ke jalan tol. Berdasarkan gambar 4.5 tersebut, saat waktu tempuh jalan nasional sama dengan waktu tempuh jalan tol, terdapat sekitar 98% pengguna kendaraan golongan V yang berminat untuk berpindah ke jalan tol



Gambar 4. 5 Kurva Diversi Model Logit Binomial (WPH)
Kendaraan Golongan V

b. Penentuan Volume Kendaraan di Jalan Nasional dan Jalan Tol

1. Kondisi *Without Project*

Volume kendaraan pada kondisi ini dihitung menggunakan regresi linier dengan rumus (2.1). Perhitungan dengan rumus (2.1) tersebut telah dilakukan pada bab 2.1.1 sebelumnya. Hasil perhitungan volume kendaraan dengan rumus (2.1) dapat dilihat pada Tabel 4.2.

2. Kondisi *With Project*

Volume kendaraan pada kondisi ini dihitung menggunakan rumus (2.12) dan dijumlahkan dengan volume dari jalan tol seksi sebelumnya, yaitu jalan tol Gempol – Pasuruan Seksi 3 yang terlampir pada lampiran 1 sampai lampiran 2. Volume kendaraan kondisi ini juga dihitung mulai dari umur rencana 2019 sampai akhir masa konsesi

2063. Contoh perhitungan volume kendaraan dengan rumus (2.12) dapat dilihat seperti berikut.

Volume kendaraan pada jalan tol (Tahun 2019) :

Golongan I	= 7461998 kend/tahun x 69,06% + 1323955 kend/tahun = 6078712 kend/tahun.....(pada Tabel 4.7)
Golongan II	= 2521011 kend/tahun x 71,23% + 116136 kend/tahun = 1865418 kend/tahun.....(pada Tabel 4.7)
Golongan III	= 557026 kend/tahun x 86,70% + 46455 kend/tahun = 509492 kend/tahun.....(pada Tabel 4.7)
Golongan IV	= 264958 kend/tahun x 89,91% + 96227 kend/tahun = 334463 kend/tahun.....(pada Tabel 4.7)
Golongan V	= 142401 kend/tahun x 92,85% + 13273 kend/tahun = 145486 kend/tahun.....(pada Tabel 4.7)

Tabel 4.7 menyajikan bahwa volume lalu lintas pada jalan tol Pasuruan – Probolinggo seksi 1 terus meningkat dalam waktu 45 tahun tersebut. Peningkatan volume lalu lintas untuk kendaraan golongan I adalah 6078712 kend/tahun menjadi 47562998 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan II adalah 1865418 kend/tahun menjadi 14696868 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan III adalah 509492 kend/tahun menjadi 4083373 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan IV adalah 334463 kend/tahun menjadi 2978643 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan V adalah 145486 kend/tahun menjadi 1168773 kend/tahun.

Tabel 4. 7 Proyeksi Lalu Lintas Tahunan Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi I

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2019	6078712	1865418	509492	334463	145486
2020	6378662	1956925	535635	351326	152508
2021	6693440	2052444	562858	369048	159870
2022	7026910	2155481	591210	387673	167589
2023	7373003	2259600	620745	407247	175682
2024	7738953	2371644	651519	427818	184168
2025	8122068	2485195	683591	449439	193065
2026	8508682	2603926	716409	472164	202395
2027	8913705	2728343	750807	496049	212177
2028	9338012	2858718	786863	521154	222434
2029	9782522	2995338	824657	547543	233189
2030	10248197	3138504	864271	575281	244467
2031	10736045	3288529	905795	604438	256292

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2032	11247122	3445743	949321	635088	268692
2033	11782536	3610491	994946	667308	281695
2034	12343443	3783136	1042772	701178	295331
2035	12931060	3964058	1092904	736786	309629
2036	13546658	4153654	1145455	774220	324623
2037	14191570	4352341	1200543	813576	340347
2038	14867193	4560557	1258289	854952	356836
2039	15574988	4778760	1318822	898455	374128
2040	16316488	5007431	1382279	944193	392262
2041	17093300	5247074	1448801	992284	411280
2042	17907105	5498216	1518536	1042850	431224
2043	18759665	5761411	1591640	1096020	452140
2044	19652826	6037240	1668277	1151928	474076
2045	20588522	6326311	1748618	1210718	497081

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2046	21568780	6629261	1832843	1272540	521209
2047	22595722	6946760	1921141	1337551	546514
2048	23671572	7279509	2013710	1405919	573054
2049	24798661	7628241	2110757	1477818	600890
2050	25979428	7993729	2212500	1553432	630086
2051	27216432	8376779	2319166	1632956	660707
2052	28512352	8778238	2430997	1716594	692825
2053	29869993	9198995	2548242	1804561	726512
2054	31292297	9639980	2671165	1897084	761847
2055	32782344	10102169	2800043	1994401	798910
2056	34343362	10586586	2935165	2096764	837786
2057	35978732	11094302	3076836	2204436	878564
2058	37691997	11626444	3225373	2317696	921339
2059	39486867	12184190	3381113	2436838	966208

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2060	41367231	12768777	3544406	2562169	1013275
2061	43337162	13381502	3715619	2694016	1062648
2062	45400927	14023724	3895140	2832721	1114441
2063	47562998	14696868	4083373	2978643	1168773

Sumber : Hasil perhitungan

3. Kondisi Jalan Nasional With Project

Volume kendaraan pada kondisi ini dihitung menggunakan rumus (2.13). Volume kendaraan kondisi ini juga dihitung mulai dari umur rencana 2019 sampai akhir masa konsesi 2063. Contoh perhitungan volume kendaraan dengan rumus (2.13) dapat dilihat seperti berikut.

Volume kendaraan pada jalan nasional *with project* (Tahun 2019) :

Golongan I	= 7461998 kend/tahun - 5152939 kend/tahun = 2309059 kend/tahun.....(pada Tabel 4.8)
Golongan II	= 2521011 kend/tahun - 1795736 kend/tahun = 725276 kend/tahun.....(pada Tabel 4.8)
Golongan III	= 557026 kend/tahun - 482946 kend/tahun = 74080 kend/tahun.....(pada Tabel 4.8)
Golongan IV	= 264958 kend/tahun - 238236 kend/tahun = 26722 kend/tahun.....(pada Tabel 4.8)
Golongan V	= 142401 kend/tahun - 132213 kend/tahun = 10187 kend/tahun.....(pada Tabel 4.8)
Golongan VI	= 10947394 kend/tahun - 0 kend/tahun = 10947394 kend/tahun.....(pada Tabel 4.8)

Tabel 4. 8 Proyeksi Lalu Lintas Tahunan Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo (*with project*)

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2019	2309059	725276	74080	26722	10187	10947394
2020	2418191	759554	77581	27985	10669	11464796
2021	2532481	795452	81248	29308	11173	12006651
2022	2652172	833047	85088	30693	11701	12574115
2023	2777520	872419	89109	32144	12254	13168400
2024	2908793	913652	93321	33663	12833	13790772
2025	3046270	956834	97731	35254	13440	14442558
2026	3190244	1002056	102350	36920	14075	15125150
2027	3341023	1049416	107187	38665	14740	15840002
2028	3498928	1099014	112253	40492	15437	16588641
2029	3664297	1150956	117559	42406	16167	17372662
2030	3837480	1205353	123115	44410	16931	18193737
2031	4018849	1262321	128934	46509	17731	19053619

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2032	4208790	1321981	135027	48707	18569	19954141
2033	4407708	1384462	141409	51009	19447	20897224
2034	4616028	1449895	148092	53420	20366	21884879
2035	4834193	1518420	155092	55945	21328	22919214
2036	5062669	1590185	162422	58589	22336	24002433
2037	5301943	1665341	170098	61358	23392	25136849
2038	5552527	1744049	178137	64258	24498	26324880
2039	5814953	1826477	186557	67295	25655	27569060
2040	6089782	1912801	195374	70475	26868	28872043
2041	6377601	2003205	204608	73806	28138	30236608
2042	6679022	2097881	214278	77295	29468	31665666
2043	6994690	2197033	224405	80948	30860	33162265
2044	7325276	2300870	235011	84774	32319	34729597
2045	7671487	2409615	246118	88780	33846	36371005

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2046	8034061	2523499	257750	92976	35446	38089991
2047	8413771	2642766	269932	97370	37121	39890219
2048	8811427	2767670	282690	101972	38876	41775532
2049	9227877	2898477	296051	106792	40713	43749948
2050	9664010	3035466	310043	111839	42637	45817681
2051	10120755	3178930	324696	117125	44652	47983140
2052	10599088	3329174	340042	122660	46763	50250944
2053	11100027	3486520	356113	128458	48973	52625930
2054	11624642	3651301	372944	134529	51288	55113163
2055	12174052	3823871	390570	140887	53711	57717950
2056	12749429	4004597	409030	147546	56250	60445846
2057	13351999	4193864	428362	154519	58909	63302668
2058	13983048	4392077	448607	161822	61693	66294512
2059	14643922	4599657	469809	169470	64608	69427757

Tahun	Jenis Kendaraan (kendaraan/tahun)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2060	15336030	4817048	492014	177480	67662	72709088
2061	16060850	5044714	515268	185868	70860	76145502
2062	16819926	5283140	539620	194653	74209	79744330
2063	17614878	5532835	565124	203852	77716	83513248

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.8 menyajikan bahwa volume lalu lintas pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo segmen Grati – Tongas *with project* terus meningkat dalam waktu 45 tahun tersebut. Peningkatan volume lalu lintas untuk kendaraan golongan I adalah 2309059 kend/tahun menjadi 17614878 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan II adalah 72576 kend/tahun menjadi 5532835 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan III adalah 74080 kend/tahun menjadi 565124 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan IV adalah 26722 kend/tahun menjadi 203852 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan V adalah 10187 kend/tahun menjadi 77716 kend/tahun. Peningkatan volume kendaraan golongan VI adalah 10947394 kend/tahun menjadi 83513248 kend/tahun.

4.1.3 Penilaian Kinerja Jalan

a. Arus Lalu Lintas Jalan Nasional *Without Project* dan *With Project*

a1. Arus Kendaraan

Tabel 4. 9 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati – Tongas (Dua Arah) dalam Kendaraan/jam Tahun 2016

Segmen	SM	Sedan, jeep, st wagon, dll	Angk. Umum kecil	Bus $\frac{3}{4}$	Bus besar	Box kecil hantaran	Truk kecil 2 gandar	Truk sedang 2 gandar	Truk 3 gandar	Truk 4 gandar	Truk ≥ 5 gandar	Total Kend. Bermotor
Grati – Tongas	3056	1455	38	6	115	345	463	199	146	70	37	5929

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.9 tersebut menunjukkan arus total kendaraan pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo segmen Grati – Tongas adalah sebesar 5929 kendaraan/jam.

a2. Ekuivalensi Kendaraan Ringan (EKR)

Arus lalu lintas pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo perlu dijadikan kedalam skr/jam. Faktor konversi EKR dapat dilihat pada Tabel 2.14. Tabel 4.10 berikut menyajikan arus lalu lintas jalan nasional Pasuruan – Probolinggo yang telah dikonversikan kedalam skr dan telah dikelompokkan kedalam 6 golongan menurut ketentuan Bina Marga.

Tabel 4. 10 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan – Probolinggo Dua Arah (*without project*) Tahun 2016

Segmen	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Gol. VI
	(skr/jam)					
Grati - Tongas	2017	860	292	139	75	1528

Sumber : Hasil perhitungan

a3. Peramalan Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas jalan nasional Pasuruan – Probolinggo yang tersaji pada Tabel 4.10 kemudian diproyeksikan untuk tahun 2019 – 2063. Proyeksi arus lalu lintas dihitung untuk dua kondisi jalan :

1. Kondisi Jalan Nasional *Without Project*
Kondisi ini dihitung menggunakan persamaan (2.1). Tabel 4.11 adalah contoh perhitungan untuk peramalan arus lalu lintas kendaraan golongan I tahun 2019 :

Tabel 4. 11 Contoh Perhitungan Peramalan Arus Lalu Lintas Kendaraan Golongan I pada Jalan Nasional *Without Project* Tahun 2019

	Uraian	Nilai	Keterangan
(1)= P_0	Arus lalu lintas kend. Gol I jalan nasional <i>without project</i> (2016)	2017 skr/jam	Tersaji dalam Tabel 4.10
(2)= r	Pertumbuhan lalu lintas kend. Gol. I	4,73%	Tersaji dalam Tabel 2.8
(3)= n	Selisih tahun data P_0 dengan tahun yang ingin diramalkan	$n = 2019-2016$ =3	
(4)= P_n = $(1+(2))^{(3)}$	Arus lalu lintas jalan nasional <i>without project</i> tahun 2019 (yang diramalkan)	P_n = $2017(1+4,73\%)^3$ = 2317 skr/jam	Dihitung dengan persamaan (2.1)

Sumber : Hasil perhitungan

Perhitungan untuk golongan kendaraan lainnya serta tahun-tahun berikutnya dilakukan sama seperti contoh perhitungan pada Tabel 4.11 berikut. Hasil peramalan arus lalu lintas jalan nasional *without project* tahun 2019 – 2063 disajikan pada Tabel 4.12 di bawah.

Tabel 4. 12 Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Segmen Grati - Tongas (*without project*) 2019 - 2063

Tahun	Jenis Kendaraan (skr/jam)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2019	2317	1010	343	163	88	1755
2020	2426	1066	362	172	93	1838
2021	2541	1125	382	182	98	1925
2022	2661	1187	403	192	103	2016
2023	2787	1252	426	202	109	2111
2024	2918	1321	449	214	115	2211
2025	3056	1394	474	225	121	2316
2026	3201	1471	500	238	128	2425
2027	3352	1552	528	251	135	2540
2028	3510	1637	557	265	142	2660
2029	3676	1728	587	279	150	2785
2030	3850	1823	620	295	159	2917
2031	4032	1923	654	311	167	3055
2032	4222	2029	690	328	177	3199
2033	4422	2141	728	346	186	3351
2034	4631	2259	768	365	196	3509
2035	4850	2384	810	385	207	3675
2036	5079	2515	855	407	219	3848

Tahun	Jenis Kendaraan (skr/jam)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2037	5319	2654	902	429	231	4030
2038	5571	2800	952	453	244	4221
2039	5834	2954	1004	478	257	4420
2040	6110	3117	1060	504	271	4629
2041	6398	3289	1118	532	286	4848
2042	6701	3470	1180	561	302	5077
2043	7017	3662	1245	592	318	5317
2044	7349	3863	1313	625	336	5568
2045	7696	4076	1386	659	355	5832
2046	8060	4301	1462	695	374	6107
2047	8441	4538	1543	734	395	6396
2048	8840	4788	1628	774	416	6698
2049	9258	5052	1718	817	439	7015
2050	9695	5331	1812	862	464	7346
2051	10154	5625	1912	909	489	7693
2052	10634	5935	2018	959	516	8057
2053	11136	6262	2129	1012	545	8438
2054	11663	6607	2246	1068	575	8837
2055	12214	6971	2370	1127	606	9254
2056	12791	7355	2501	1189	640	9692

Tahun	Jenis Kendaraan (skr/jam)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2057	13395	7761	2639	1255	675	10150
2058	14029	8189	2784	1324	712	10629
2059	14692	8640	2937	1397	751	11132
2060	15386	9116	3099	1474	793	11658
2061	16113	9619	3270	1555	837	12209
2062	16875	10149	3450	1641	883	12786
2063	17672	10709	3641	1731	931	13390

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.12 menyajikan bahwa arus lalu lintas pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo segmen Grati – Tongas *without project* terus meningkat dalam waktu 45 tahun tersebut. Peningkatan arus lalu lintas untuk kendaraan golongan I adalah 2317 skr/jam per tahun menjadi 17672 skr/jam per tahun. Peningkatan arus lalu lintas kendaraan golongan II adalah 1010 skr/jam per tahun menjadi 10709 skr/jam per tahun. Peningkatan arus lalu lintas kendaraan golongan III adalah 343 skr/jam per tahun menjadi 3641 skr/jam per tahun. Peningkatan arus lalu lintas kendaraan golongan IV adalah 163 skr/jam per tahun menjadi 1731 skr/jam per tahun. Peningkatan arus lalu lintas kendaraan golongan V adalah 88 skr/jam per tahun menjadi 931 skr/jam per tahun. Peningkatan arus lalu lintas kendaraan golongan VI adalah 1755 skr/jam per tahun menjadi 13390 skr/jam per tahun.

2. Kondisi Jalan Nasional *With Project*

Kondisi ini dihitung menggunakan persamaan (2.14). Contoh perhitungan peramalan arus lalu lintas jalan nasional *with project* untuk kendaraan golongan I tahun 2019 tertulis pada Tabel 4.13 di bawah.

Tabel 4. 13 Contoh Perhitungan Peramalan Arus Lalu Lintas Kendaraan Golongan I pada Jalan Nasional *With Project* Tahun 2019

	Uraian	Nilai	Keterangan
(1)= Q	Arus lalu lintas kend. Gol I jalan nasional <i>without project</i> (2019)	2317 skr/jam	Tersaji dalam Tabel 4.12
(2)= P	Prosentase perpindahan kendaraan gol. I dari jalan nasional ke jalan tol	69,06%	Tersaji dalam Tabel 4.6
(3)= P _n =(1)(100% - (2))	Arus lalu lintas jalan nasional <i>with project</i> tahun 2019	P ₂₀₁₉ = 2317(100%-69,06%) = 717 skr/jam	Dihitung dengan persamaan (2.14)

Sumber : Hasil perhitungan

Perhitungan untuk golongan kendaraan lainnya serta tahun-tahun berikutnya dilakukan sama seperti contoh perhitungan pada Tabel 4.13 di atas. Hasil peramalan arus lalu lintas jalan nasional *with project* tahun 2019 – 2063 disajikan pada Tabel 4.14 di bawah.

Tabel 4. 14 Proyeksi Arus Lalu Lintas Jalan Nasional Pasuruan-Probolinggo Segmen Grati - Tongas *With Project* 2019-2059

Tahun	Jenis Kendaraan (skr/jam)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2019	717	291	46	16	6	1755
2020	751	307	48	17	7	1838
2021	786	324	51	18	7	1925
2022	823	341	54	19	7	2016
2023	862	360	57	20	8	2111
2024	903	380	60	22	8	2211
2025	946	401	63	23	9	2316
2026	990	423	66	24	9	2425
2027	1037	446	70	25	10	2540
2028	1086	471	74	27	10	2660
2029	1138	497	78	28	11	2785
2030	1191	524	82	30	11	2917
2031	1248	553	87	31	12	3055
2032	1307	584	92	33	13	3199
2033	1368	616	97	35	13	3351

Tahun	Jenis Kendaraan (skr/jam)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2034	1433	650	102	37	14	3509
2035	1501	686	108	39	15	3675
2036	1572	724	114	41	16	3848
2037	1646	763	120	43	17	4030
2038	1724	806	127	46	17	4221
2039	1805	850	134	48	18	4420
2040	1891	897	141	51	19	4629
2041	1980	946	149	54	20	4848
2042	2074	998	157	57	22	5077
2043	2172	1053	166	60	23	5317
2044	2274	1111	175	63	24	5568
2045	2382	1173	184	66	25	5832
2046	2494	1237	194	70	27	6107
2047	2612	1306	205	74	28	6396
2048	2736	1378	217	78	30	6698
2049	2865	1454	228	82	31	7015
2050	3000	1534	241	87	33	7346

Tahun	Jenis Kendaraan (skr/jam)					
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2051	3142	1618	254	92	35	7693
2052	3290	1707	268	97	37	8057
2053	3446	1801	283	102	39	8438
2054	3609	1901	299	108	41	8837
2055	3779	2006	315	114	43	9254
2056	3958	2116	333	120	46	9692
2057	4145	2233	351	127	48	10150
2058	4341	2356	370	134	51	10629
2059	4546	2486	391	141	54	11132
2060	4761	2623	412	149	57	11658
2061	4986	2767	435	157	60	12209
2062	5222	2920	459	165	63	12786
2063	5469	3081	484	175	67	13390

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.14 menyajikan bahwa arus lalu lintas pada jalan nasional Pasuruan – Probolinggo segmen Grati – Tongas *with project* terus meningkat dalam waktu 45 tahun tersebut. Peningkatan arus lalu lintas untuk kendaraan golongan I adalah 717 skr/jam per tahun menjadi 5469 skr/jam per tahun. Peningkatan

arus lalu lintas kendaraan golongan II adalah 291 skr/jam per tahun menjadi 3251 skr/jam per tahun. Peningkatan arus lalu lintas kendaraan golongan III adalah 46 skr/jam per tahun menjadi 511 skr/jam per tahun. Peningkatan arus lalu lintas kendaraan golongan IV adalah 16 skr/jam per tahun menjadi 184 skr/jam per tahun. Peningkatan arus lalu lintas kendaraan golongan V adalah 6 skr/jam per tahun menjadi 70 skr/jam per tahun. Peningkatan arus lalu lintas kendaraan golongan VI adalah 1755 skr/jam per tahun menjadi 14023 skr/jam per tahun.

b. Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan dihitung berdasarkan persamaan (2.3) pada bab 2.1.3c.

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{PA} \times FC_{HS} \\ &= 1700 \text{ smp/jam/lajur} \times 1,0 \times 1,0 \times 0,98 \\ &= 1666 \text{ smp/jam/lajur} \end{aligned}$$

Jalan nasional Pasuruan – Probolinggo merupakan jalan 4 lajur, sehingga kapasitas total jalan adalah

$$\begin{aligned} C_{\text{total}} &= 1666 \text{ smp/jam/lajur} \times 4 \\ &= 6664 \text{ smp/jam/4lajur} \end{aligned}$$

c. Derajat Kejenuhan (DJ)

Derajat kejenuhan dihitung menggunakan persamaan (2.16) pada bab 2.1.3 c. Arus lalu lintas yang digunakan adalah arus lalu lintas yang telah terkonversi kedalam skr/jam. Arus lalu lintas jalan nasional *without project* dapat dilihat pada Tabel 4.15 dan arus lalu lintas jalan nasional *with project* dapat dilihat pada Tabel 4.16. Kapasitas jalan yang digunakan adalah hasil dari perhitungan pada bab 4.1.3 b, yaitu 6664 smp/jam/4lajur. Contoh perhitungan DJ pada jalan nasional *without project* dan *with project* adalah sebagai berikut,

DJ jalan nasional *without project* (2019) :

$$\begin{aligned} Q &= \text{total dari arus lalu lintas golongan I, II, III, IV, V, dan VI} \\ &= 2317 + 1010 + 343 + 163 + 88 + 1755 \dots (\text{lihat Tabel 4.15}) \\ &= 5677 \text{ skr/jam} \dots (\text{pada Tabel 4.15}) \\ C &= 6664 \text{ smp/jam/4lajur} \\ DJ &= 0,85 \dots (\text{pada Tabel 4.15}) \end{aligned}$$

DJ jalan nasional *with project* (2019) :

$$\begin{aligned} Q &= \text{total dari arus lalu lintas golongan I, II, III, IV, V, dan VI} \\ &= 717 + 291 + 46 + 16 + 6 + 1755 \dots (\text{lihat Tabel 4.16}) \end{aligned}$$

- = 2831 skr/jam.....(pada Tabel 4.16)
 C = 6664 smp/jam/4lajur
 DJ = 0,42.....(pada Tabel 4.16)

Perhitungan pada tahun-tahun berikutnya dilakukan dengan langkah yang sama dengan langkah di atas. Tabel 4.15 menyajikan nilai DJ jalan nasional *without project*. Nilai DJ pada jalan tersebut semakin meningkat setiap tahunnya yang menandakan kinerja jalan semakin buruk. Pada tahun 2019 nilai $DJ > 0,75$ yang menandakan bahwa kinerja jalan tersebut sudah dalam kondisi buruk.

Tabel 4.16 menyajikan nilai DJ jalan nasional setelah dilakukan pembangunan jalan tol (*with project*). Nilai DJ tahun 2019 pada jalan tersebut adalah $0,42 < 0,75$. Nilai tersebut menandakan bahwa kinerja jalan masih dalam kondisi baik. Jika dibandingkan, nilai DJ pada jalan nasional *with project* lebih kecil daripada nilai DJ pada jalan nasional *without project*. Hal ini menandakan bahwa dengan adanya pembangunan jalan tol, kinerja jalan nasional menjadi lebih baik.

Tabel 4. 15 Kinerja Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Seksi Grati - Tongas (*without project*)

Tahun	Arus Lalu Lintas	Kapasitas (skr/jam)	DS (Q/C)
	(skr/jam)		
2019	5677	6664	0.85
2020	5958	6664	0.89
2021	6252	6664	0.94
2022	6562	6664	0.98
2023	6887	6664	1.03
2024	7228	6664	1.08
2025	7586	6664	1.14

Tahun	Arus Lalu Lintas	Kapasitas (skr/jam)	DS (Q/C)
	(skr/jam)		
2026	7962	6664	1.19
2027	8357	6664	1.25
2028	8771	6664	1.32
2029	9206	6664	1.38
2030	9663	6664	1.45
2031	10142	6664	1.52
2032	10646	6664	1.60
2033	11174	6664	1.68
2034	11729	6664	1.76
2035	12312	6664	1.85
2036	12923	6664	1.94
2037	13565	6664	2.04
2038	14240	6664	2.14
2039	14948	6664	2.24
2040	15691	6664	2.35
2041	16471	6664	2.47
2042	17291	6664	2.59
2043	18152	6664	2.72
2044	19055	6664	2.86
2045	20004	6664	3.00
2046	21000	6664	3.15
2047	22047	6664	3.31
2048	23145	6664	3.47
2049	24299	6664	3.65
2050	25510	6664	3.83

Tahun	Arus Lalu Lintas	Kapasitas (skr/jam)	DS (Q/C)
	(skr/jam)		
2051	26783	6664	4.02
2052	28119	6664	4.22
2053	29522	6664	4.43
2054	30995	6664	4.65
2055	32543	6664	4.88
2056	34168	6664	5.13
2057	35874	6664	5.38
2058	37667	6664	5.65
2059	39549	6664	5.93
2060	41526	6664	6.23
2061	43603	6664	6.54
2062	45784	6664	6.87
2063	48074	6664	7.21

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 16 Kinerja Jalan Nasional Pasuruan - Probolinggo Seksi Grati - Tongas (*with project*)

Tahun	Arus Lalu Lintas	Kapasitas (skr/jam)	DS (Q/C)
	(skr/jam)		
2019	2831	6664	0.42
2020	2968	6664	0.45
2021	3111	6664	0.47
2022	3261	6664	0.49
2023	3419	6664	0.51
2024	3584	6664	0.54
2025	3757	6664	0.56
2026	3938	6664	0.59

Tahun	Arus Lalu Lintas	Kapasitas (skr/jam)	DS (Q/C)
	(skr/jam)		
2027	4128	6664	0.62
2028	4328	6664	0.65
2029	4537	6664	0.68
2030	4756	6664	0.71
2031	4986	6664	0.75
2032	5227	6664	0.78
2033	5480	6664	0.82
2034	5745	6664	0.86
2035	6023	6664	0.90
2036	6314	6664	0.95
2037	6620	6664	0.99
2038	6940	6664	1.04
2039	7276	6664	1.09
2040	7628	6664	1.14
2041	7997	6664	1.20
2042	8384	6664	1.26
2043	8790	6664	1.32
2044	9216	6664	1.38
2045	9662	6664	1.45
2046	10130	6664	1.52
2047	10621	6664	1.59
2048	11136	6664	1.67
2049	11675	6664	1.75
2050	12241	6664	1.84
2051	12835	6664	1.93

Tahun	Arus Lalu Lintas	Kapasitas (skr/jam)	DS (Q/C)
	(skr/jam)		
2052	13457	6664	2.02
2053	14109	6664	2.12
2054	14794	6664	2.22
2055	15511	6664	2.33
2056	16264	6664	2.44
2057	17053	6664	2.56
2058	17881	6664	2.68
2059	18749	6664	2.81
2060	19659	6664	2.95
2061	20614	6664	3.09
2062	21615	6664	3.24
2063	22665	6664	3.40

Sumber : Hasil perhitungan

4.2 Analisa Kelayakan Teknik

4.2.1 Kontrol Standar Bentuk Tikungan

Jalan tol Pasuruan Probolinggo memiliki 2 jenis bentuk tikungan. Jenis tikungan tersebut adalah Full Circle dan Spiral-Circle-Spiral (SCS). Data tikungan-tikungan tersebut terlampir pada Lampiran 1.

Perhitungan kontrol standar bentuk tikungan dilakukan sesuai dengan bentuk tikungannya. Berikut adalah contoh perhitungan control standar bentuk tikungan untuk masing-masing jenis tikungan Full Circle dan SCS.

1. Full Circle

Tikungan full circle yang akan dicontohkan dalam hitungan ini adalah tikungan pada STA 0+059.592 – STA 1+300 dengan data sebagai berikut (data tersaji dalam Lampiran 1) :

$$\begin{aligned} V_R &= 120 \text{ km/jam} \\ \Delta &= 26,33^\circ \\ R &= 2750 \text{ m} \end{aligned}$$

- a. Menentukan T_c (T_c dihitung menggunakan persamaan (2.17))

$$T_c = 2750m \times \tan \frac{26,33^\circ}{2}$$

$$T_c = 643,235m$$

- b. Menentukan L_c (L_c dihitung menggunakan persamaan (2.18))

$$L_c = \frac{26,33^\circ}{360^\circ} \times 2\pi \times 2750m$$

$$L_c = 1263,749m$$

- c. Menentukan E_c (E_c dihitung menggunakan persamaan (2.19))

$$E_c = 643,235m \times \tan \frac{26,33^\circ}{4}$$

$$E_c = 74,226m$$

- d. Kontrol

$$L_c < 2T_c$$

$$1263,749m < 2 \times 643,235m$$

$$1263,749m < 1286,469m \quad \text{(OK)}$$

2. Spiral-Circle-Spiral (SCS)

Tikungan SCS yang akan dicontohkan dalam hitungan ini adalah tikungan pada STA 1+622.861 – STA 3+164.936 dengan data sebagai berikut (data tersaji dalam Lampiran 1) :

$$V_R = 120 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 50,41^\circ$$

$$R = 1500 \text{ m}$$

$$L_s = 167 \text{ m}$$

- a. Menentukan θ_s (θ_s dihitung menggunakan persamaan (2.21))

$$\theta_s = \frac{167m}{2 \times 1500m} \times \frac{360^\circ}{2\pi}$$

$$\theta_s = 3,189^\circ$$

- b. Menentukan Δ_c (Δ_c dihitung menggunakan persamaan (2.22))

$$\Delta_c = 50,41^\circ - 2(3,189^\circ)$$

$$\Delta_c = 44,031^\circ$$

- c. Menentukan L_c (L_c dihitung menggunakan persamaan (2.23))

$$L_c = \frac{44,031^\circ}{360^\circ} \times 2\pi \times 1500m$$

$$Lc = 1152,731 \text{ m}$$

- d. Menentukan p (p dihitung menggunakan persamaan (2.24))

$$p = \frac{(167m)^2}{6 \times 1500m} - 1500m(1 - \cos 3,189^\circ)$$

$$p = 0,776 \text{ m}$$

- e. Menentukan k (k dihitung menggunakan persamaan (2.25))

$$k = (167m - \frac{(167m)^3}{40 \times (1500m)^2} - 1500m \times \sin 3,189^\circ)$$

$$k = 83,491m$$

- f. Menentukan Ts (Ts dihitung menggunakan persamaan (2.26))

$$Ts = (1500m + 0,776m) \tan \frac{50,41^\circ}{2} + 83,491m$$

$$Ts = 789,863 \text{ m}$$

- g. Menentukan Ec (Ec dihitung menggunakan persamaan (2.27))

$$Ec = \frac{(1500m + 0,776m)}{\cos \frac{50,41^\circ}{2}} - 1500m$$

$$Ec = 158,701 \text{ m}$$

- h. Menentukan Ltotal (Ltotal dihitung menggunakan persamaan (2.28))

$$Ltotal = 1152,731m + (2 \times 167m)$$

$$Ltotal = 1486,731 \text{ m}$$

- i. Kontrol

$$Ltotal < 2Ts$$

$$1486,731m < 2 \times 789,863m$$

$$1486,731m < 1579,726m \quad \text{(OK)}$$

Rekapitulasi kontrol tikungan lainnya pada jalan tol Pasuruan Probolinggo disajikan dalam Tabel 4.17 dan Tabel

4.18. Tabel 4.17 menyajikan rekapitulasi kontrol alinyemen horizontal untuk tikungan full circle. Tabel 4.18 menyajikan rekapitulasi kontrol alinyemen horizontal untuk tikungan SCS. Tabel 4.17 maupun Tabel 4.18 menunjukkan bahwa kelima tikungan pada jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I sudah memenuhi ketentuan berdasarkan Standar Konstruksi dan Bangunan No. 007/BM/2009.

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Kontrol Alinyemen Horizontal Tikungan Full Circle

STA	Δ	R	Lc	Tc	Ec	Lt	Ket
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=2*(5)	(8)
0+059.592 - 1+300.000	26.33	2750	1263.749	643.2346	74.2257	1286.469	OK
3+302.857 - 3+782.632	3.66	7500	479.0929	239.6279	3.827126	479.2559	OK
8+399.061 - 10+140.686	19.96	5000	1741.839	879.8354	76.82089	1759.671	OK

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Kontrol Alinyemen Horizontal Tikungan Spiral-Circle-Spiral

STA	Δ	Ls	R	θ_s	Δc	p	k	Ts	Ec	Lc	Lt	Ket
(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)=(10)+(2*(3))	(12)
1+622.861 - 3+164.936	50.41	167	1500	3.1894651	44.03107	0.7759708	83.49137	789.86291	158.70108	1152.7307	1486.7307	OK
11+127.498 - 12+133.552	16.64	101	3000	0.964479	14.711042	0.1416882	50.499521	489.24245	32.053018	770.26836	972.26836	OK

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.2 Cek Jari-jari Tikungan

Jari-jari masing-masing tikungan harus lebih besar daripada nilai jari-jari minimum (R_{\min}). R_{\min} dihitung menggunakan persamaan (2.35) seperti di bawah ini.

$$R_{\min} = \frac{\left(\frac{120\text{km}}{\text{jam}}\right)^2}{127(0,1 + 0,092)}$$

$$R_{\min} = 590,55 \text{ m}$$

Adapun R pada tikungan-tikungan di jalan tol Pasuruan Probolinggo (sesuai dengan data pada Lampiran 1) adalah seperti Tabel 4.19. Tabel 4.19 menunjukkan bahwa jari-jari pada masing-masing tikungan sudah memenuhi ketentuan, yaitu lebih besar daripada R_{\min} .

Tabel 4. 19 Kontrol Jari-jari Tikungan

STA	R_{\min} (m)	R (m)	Ket
0+059.592 - 1+300.000	590.55	2750	OK
1+622.861 - 3+164.936		1500	OK
3+302.857 - 3+782.632		7500	OK
8+399.061 - 10+140.686		5000	OK
11+127.498 - 12+133.552		3000	OK

Sumber : Hasil perhitungan

4.3 Analisa Kelayakan Ekonomi

4.3.1 *Benefit* (Manfaat)

a. Penghematan BOK

1. BOK Jalan Nasional

1.1 Data Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan pada jalan nasional dapat dilihat pada Tabel 2.11. Tabel 2.11 menyajikan data kecepatan kendaraan golongan I, IIA, dan IIB. Golongan kendaraan tersebut diuraikan lagi menjadi golongan kendaraan I, II, III, IV, dan V. Tabel 4.20 menyajikan data kecepatan kendaraan pada jalan nasional dari Tabel 2.11 namun dengan golongan kendaraan yang telah diuraikan menjadi golongan I – V.

Tabel 4. 20 Kecepatan Kendaraan Golongan I - V pada Jalan Nasional Pasuruan Probolinggo

Golongan Kendaraan	Kecepatan Kendaraan
Golongan I	45,24 km/jam
Golongan II	37,83 km/jam
Golongan III	34,67 km/jam
Golongan IV	34,67 km/jam
Golongan V	34,67 km/jam

Sumber : Hasil analisa

1.2 Data Harga Komponen BOK

Data harga komponen BOK dapat dilihat pada Tabel 2.27.

1.3 Perhitungan BOK Jalan Nasional

Nilai Y dapat dilihat pada Tabel 2.29. Berikut adalah contoh perhitungan biaya tetap dan biaya tidak tetap untuk kendaraan golongan I.

Biaya Tidak Tetap :

1. Biaya konsumsi bahan bakar
 $= Y \times \text{harga bahan bakar kend. Gol. I}$
 $= 94,9927 \text{ liter} \times \text{Rp } 7800,00$
 $= \text{Rp } 740942,78 / 1000\text{km}$
2. Biaya konsumsi minyak pelumas
 $= Y \times \text{harga minyak pelumas kend. Gol. I}$
 $= 1,1200 \text{ liter} \times \text{Rp } 85000,00$
 $= \text{Rp } 95202,04 / 1000\text{km}$
3. Biaya konsumsi ban
 $= Y \times \text{harga ban kend. Gol I}$
 $= 0,0355 \times \text{Rp } 488000,00$
 $= \text{Rp } 69286,67 / 1000\text{km}$
4. Biaya suku cadang
 $= Y \times \text{harga kendaraan baru Gol I}$
 $= 0,0008 \times \text{Rp } 235283000,00$
 $= \text{Rp } 199189,85 / 1000\text{km}$
5. Biaya upah tenaga pemeliharaan
 $= Y \times \text{upah}$
 $= 0,5264 \text{ jam kerja} \times \text{Rp } 15958,49$
 $= \text{Rp } 8401,18 / 1000\text{km}$

Total Biaya Tidak Tetap

$$= \text{Rp } 740942,78 + \text{Rp } 95202,04 + \text{Rp } 69286,67$$

$$+ \text{Rp } 199189,85 + \text{Rp } 8401,18$$

$$= \text{Rp } 1113022,51 / 1000\text{km}$$

Biaya Tetap

1. Biaya depresiasi
 $= Y \times \text{harga kendaraan baru Gol. I}$
 $= 0,0047 \times \text{Rp } 235283000,00$
 $= \text{Rp } 1104563,49 / 1000\text{km}$
2. Biaya suku bunga
 $= Y \times \text{harga kendaraan baru Gol. I}$

$$= 0,0066 \times \text{Rp } 235283000,00$$

$$= \text{Rp } 1560888,73 / 1000\text{km}$$

3. Biaya asuransi

$$= Y \times \text{harga kendaraan baru Gol. I}$$

$$= 0,0017 \times \text{Rp } 235283000,00$$

$$= \text{Rp } 395425,14 / 1000\text{km}$$

Total Biaya Tetap

$$= \text{Rp } 1104563,49 + \text{Rp } 1560888,73 + \text{Rp } 395425,14$$

$$= \text{Rp } 3060877,36$$

Nilai BOK_{dasar} dihitung menggunakan persamaan (2.36).

$$\text{BOK}_{\text{dasar}} = \text{Rp } 1113022,51 + \text{Rp } 3060877,36 + 10\%$$

Total Biaya Tetap dan Tidak Tetap

$$= \text{Rp } 4591289,86 / 1000\text{km}$$

Besarnya BOK_{tiap tahun} dihitung menggunakan persamaan (2.37).

$$\text{BOK}_{2019} = \frac{\text{Rp } 4591289,86 \times 2309059 \times 12,15\text{km}}{1000}$$

$$= \text{Rp } 416.261.394.206,48$$

Perhitungan BOK tahun – tahun selanjutnya dan untuk golongan kendaraan lainnya dilakukan dengan langkah yang sama seperti pada contoh perhitungan di atas.

Tabel 4.21 menyajikan nilai BOK pada jalan nasional Pasuruan Probolinggo mulai dari tahun 2019 sampai tahun 2063. Nilai BOK setiap tahun selalu terjadi peningkatan. Hal ini diakibatkan

karena volume kendaraan pada jalan nasional selalu bertambah setiap tahunnya.

Tabel 4. 21 BOK per Tahun Jalan Nasional Pasuruan Probolinggo

Tahun	BOK (Rp/Tahun)				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
2019	Rp 46,261,394,206.48	Rp 158,668,342,149.91	Rp 65,759,816,232.46	Rp 43,076,957,021.31	Rp 34,277,587,405.22
2020	Rp 465,044,753,634.40	Rp 177,263,328,071.41	Rp 73,466,475,547.57	Rp 48,125,320,157.26	Rp 38,294,716,761.88
2021	Rp 519,545,232,617.96	Rp 198,037,535,737.68	Rp 82,076,309,494.27	Rp 53,765,321,424.47	Rp 42,782,629,784.77
2022	Rp 580,432,843,562.96	Rp 221,246,356,974.94	Rp 91,695,164,767.19	Rp 60,066,297,292.79	Rp 47,796,499,519.29
2023	Rp 648,456,120,343.84	Rp 247,175,114,012.34	Rp 102,441,292,663.99	Rp 67,105,710,053.91	Rp 53,397,964,963.59
2024	Rp 724,451,320,552.78	Rp 276,142,567,147.14	Rp 114,446,802,831.02	Rp 74,970,100,119.36	Rp 59,655,888,839.78
2025	Rp 809,352,706,197.56	Rp 308,504,833,487.42	Rp 127,859,287,379.40	Rp 83,756,149,922.13	Rp 66,647,204,171.36
2026	Rp 904,204,029,236.21	Rp 344,659,764,948.12	Rp 142,843,635,337.77	Rp 93,571,872,501.30	Rp 74,457,860,074.62
2027	Rp 1,010,171,363,147.86	Rp 385,051,839,322.10	Rp 159,584,059,748.15	Rp 104,537,939,381.65	Rp 83,183,878,391.02
2028	Rp 1,128,557,438,287.45	Rp 430,177,624,555.78	Rp 178,286,362,325.36	Rp 116,789,164,072.88	Rp 92,932,534,150.69
2029	Rp 1,260,817,657,258.72	Rp 480,591,883,405.22	Rp 199,180,463,521.07	Rp 130,476,159,426.16	Rp 103,823,674,379.20
2030	Rp 1,408,577,987,193.65	Rp 536,914,393,521.72	Rp 222,523,229,096.27	Rp 145,767,189,222.95	Rp 115,991,191,460.69
2031	Rp 1,573,654,948,900.66	Rp 599,837,566,810.76	Rp 248,601,627,951.30	Rp 162,850,236,759.02	Rp 129,584,669,170.25
2032	Rp 1,758,077,948,622.01	Rp 670,134,961,734.65	Rp 277,736,260,034.66	Rp 181,935,315,854.29	Rp 144,771,221,611.74
2033	Rp 1,964,114,226,940.42	Rp 748,670,793,206.22	Rp 310,285,297,701.89	Rp 203,257,052,699.16	Rp 161,737,547,667.91
2034	Rp 2,194,296,731,549.06	Rp 836,410,556,985.64	Rp 346,648,888,978.10	Rp 227,077,570,277.99	Rp 180,692,226,220.11

Tahun	BOK (Rp/Tahun)				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
2035	Rp 2,451,455,256,544.48	Rp 934,432,899,193.28	Rp 387,274,076,856.85	Rp 253,689,710,829.75	Rp 201,868,280,353.91
2036	Rp 2,738,751,231,059.38	Rp 1,043,942,876,858.93	Rp 432,660,295,111.46	Rp 283,420,635,961.94	Rp 225,526,042,074.46
2037	Rp 3,059,716,584,916.25	Rp 1,166,286,772,528.41	Rp 483,365,508,182.81	Rp 316,635,848,676.48	Rp 251,956,352,749.44
2038	Rp 3,418,297,169,104.44	Rp 1,302,968,645,054.08	Rp 540,013,070,625.38	Rp 353,743,686,753.07	Rp 281,484,138,624.84
2039	Rp 3,818,901,264,878.84	Rp 1,455,668,820,039.46	Rp 603,299,390,439.67	Rp 395,200,342,730.34	Rp 314,472,405,370.00
2040	Rp 4,266,453,777,836.42	Rp 1,626,264,547,254.03	Rp 674,002,490,501.52	Rp 441,515,472,198.94	Rp 351,326,700,759.49
2041	Rp 4,766,456,783,216.20	Rp 1,816,853,078,974.15	Rp 752,991,573,340.04	Rp 493,258,459,353.27	Rp 392,500,100,354.83
2042	Rp 5,325,057,166,748.19	Rp 2,029,777,452,968.25	Rp 841,237,706,850.61	Rp 551,065,416,828.55	Rp 438,498,777,478.39
2043	Rp 5,949,122,192,607.54	Rp 2,267,655,297,094.55	Rp 939,825,762,309.97	Rp 615,647,005,877.16	Rp 489,888,225,955.14
2044	Rp 6,646,323,927,483.43	Rp 2,533,411,009,626.29	Rp 1,049,967,751,455.49	Rp 687,797,173,023.17	Rp 547,300,212,122.71
2045	Rp 7,425,233,558,646.59	Rp 2,830,311,710,919.66	Rp 1,173,017,726,591.00	Rp 768,402,910,600.79	Rp 611,440,541,575.69
2046	Rp 8,295,426,765,533.46	Rp 3,162,007,408,403.36	Rp 1,310,488,426,896.28	Rp 858,455,161,169.83	Rp 683,097,736,126.13
2047	Rp 9,267,601,440,253.13	Rp 3,532,575,868,666.05	Rp 1,464,069,875,584.99	Rp 959,060,999,863.90	Rp 763,152,727,652.23
2048	Rp 10,353,709,204,237.50	Rp 3,946,572,748,285.55	Rp 1,635,650,156,539.01	Rp 1,071,457,244,437.22	Rp 852,589,688,008.43
2049	Rp 11,567,102,337,860.60	Rp 4,409,087,599,692.99	Rp 1,827,338,625,840.59	Rp 1,197,025,660,328.09	Rp 952,508,128,136.52
2050	Rp 12,922,697,929,335.30	Rp 4,925,806,440,591.15	Rp 2,041,491,843,558.13	Rp 1,337,309,947,665.26	Rp 1,064,136,415,120.67
2051	Rp 14,437,161,260,884.50	Rp 5,503,081,656,136.47	Rp 2,280,742,544,582.96	Rp 1,494,034,719,050.45	Rp 1,188,846,873,360.82

Tahun	BOK (Rp/Tahun)				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
2052	Rp 16,129,110,686,680.30	Rp 6,148,010,093,240.95	Rp 2,548,032,004,675.81	Rp 1,669,126,701,424.11	Rp 1,328,172,655,513.84
2053	Rp 18,019,346,521,259.80	Rp 6,868,520,307,061.80	Rp 2,846,646,199,621.53	Rp 1,864,738,422,663.69	Rp 1,483,826,590,608.60
2054	Rp 20,131,106,752,300.80	Rp 7,673,470,032,260.64	Rp 3,180,256,202,021.58	Rp 2,083,274,674,110.40	Rp 1,657,722,241,048.05
2055	Rp 22,490,352,721,414.70	Rp 8,572,755,077,314.53	Rp 3,552,963,312,350.30	Rp 2,327,422,074,346.62	Rp 1,851,997,427,366.67
2056	Rp 25,126,088,285,028.70	Rp 9,577,430,980,592.62	Rp 3,969,349,479,102.62	Rp 2,600,182,097,672.29	Rp 2,069,040,509,949.54
2057	Rp 28,070,716,379,024.60	Rp 10,699,848,923,801.20	Rp 4,434,533,627,883.07	Rp 2,904,907,973,322.15	Rp 2,311,519,750,812.64
2058	Rp 31,360,437,370,633.00	Rp 11,953,807,573,676.30	Rp 4,954,234,591,929.05	Rp 3,245,345,909,051.83	Rp 2,582,416,116,409.07
2059	Rp 35,035,694,094,800.00	Rp 13,354,722,718,619.20	Rp 5,534,841,417,717.10	Rp 3,625,681,145,883.06	Rp 2,885,059,924,729.08
2060	Rp 39,141,669,046,168.20	Rp 14,919,816,785,736.80	Rp 6,183,491,909,967.93	Rp 4,050,589,410,190.95	Rp 3,223,171,787,222.25
2061	Rp 43,728,839,839,001.60	Rp 16,668,330,568,151.90	Rp 6,908,160,381,659.05	Rp 4,525,294,395,670.03	Rp 3,600,908,348,869.41
2062	Rp 48,853,599,763,708.80	Rp 18,621,759,765,494.80	Rp 7,717,755,687,816.72	Rp 5,055,631,981,844.63	Rp 4,022,913,388,718.89
2063	Rp 54,578,951,068,900.30	Rp 20,804,119,245,533.30	Rp 8,622,230,748,285.36	Rp 5,648,121,978,606.85	Rp 4,494,374,909,101.76

Sumber : Hasil perhitungan

2. BOK Jalan Tol

2.1 Data Kecepatan Kendaraan

Tabel 4.22 berikut menyajikan data kecepatan kendaraan golongan I, II, III, IV, dan V pada jalan tol Pasuruan Probolinggo.

Tabel 4. 22 Kecepatan Kendaraan Golongan I - V pada Jalan Tol Pasuruan Probolinggo

Golongan Kendaraan	Kecepatan Kendaraan
Golongan I	80,00 km/jam
Golongan II	60,00 km/jam
Golongan III	60,00 km/jam
Golongan IV	60,00 km/jam
Golongan V	60,00 km/jam

Sumber : Hasil perhitungan

1.2 Data Harga Komponen BOK

Data harga komponen BOK dapat dilihat pada Tabel 2.27.

1.3 Perhitungan BOK Jalan Tol

Nilai Y dapat dilihat pada Tabel 2.30. Berikut adalah contoh perhitungan biaya tetap dan biaya tidak tetap untuk kendaraan golongan I.

Biaya Tidak Tetap :

1. Biaya konsumsi bahan bakar
 - = Y x harga bahan bakar kend. Gol. I
 - = 91,85 liter x Rp 7800,00
 - = Rp 716430,00 / 1000km
2. Biaya konsumsi minyak pelumas
 - = Y x harga minyak pelumas kend. Gol. I
 - = 1,0449 liter x Rp 85000,00
 - = Rp 88819,05 / 1000km
3. Biaya konsumsi ban
 - = Y x harga ban kend. Gol I

$$= 0,0662 \times \text{Rp } 488000,00$$

$$= \text{Rp } 129321,37 / 1000\text{km}$$

4. Biaya suku cadang

$$= Y \times \text{harga kendaraan baru Gol I}$$

$$= 0,0011 \times \text{Rp } 235283000,00$$

$$= \text{Rp } 251553,81 / 1000\text{km}$$

5. Biaya upah tenaga pemeliharaan

$$= Y \times \text{upah}$$

$$= 0,6523 \text{ jam kerja} \times \text{Rp } 15958,49$$

$$= \text{Rp } 10409,24 / 1000\text{km}$$

Total Biaya Tidak Tetap

$$= \text{Rp } 716430,00 + \text{Rp } 88819,05 + \text{Rp } 129321,37 + \text{Rp } 251553,81 + \text{Rp } 10409,24$$

$$= \text{Rp } 1196533,47 / 1000\text{km}$$

Biaya Tetap

1. Biaya depresiasi

$$= Y \times \text{harga kendaraan baru Gol. I}$$

$$= 0,0031 \times \text{Rp } 235283000,00$$

$$= \text{Rp } 724255,38 / 1000\text{km}$$

2. Biaya suku bunga

$$= Y \times \text{harga kendaraan baru Gol. I}$$

$$= 0,0037 \times \text{Rp } 235283000,00$$

$$= \text{Rp } 882686,25 / 1000\text{km}$$

3. Biaya asuransi

$$= Y \times \text{harga kendaraan baru Gol. I}$$

$$= 0,0009 \times \text{Rp } 235283000,00$$

$$= \text{Rp } 223613,85 / 1000\text{km}$$

Total Biaya Tetap

$$= \text{Rp } 724255,38 + \text{Rp } 882686,25 + \text{Rp } 223613,85$$

$$= \text{Rp } 1830555,48$$

Nilai BOK_{dasar} dihitung menggunakan persamaan (2.36).

$$\begin{aligned} BOK_{\text{dasar}} &= \text{Rp } 1196533,47 + \text{Rp } 1830555,48 \\ &= \text{Rp } 3027088,95 / 1000\text{km} \end{aligned}$$

Karena pada jalan tol terdapat jalan akses, maka BOK jalan akses juga dihitung menggunakan persamaan (2.36). Panjang total jalan akses adalah 3,35 km dengan asumsi kecepatan adalah sama dengan kecepatan pada jalan nasional.

$$\begin{aligned} BOK_{\text{dasar jln akses}} &= \text{Rp } 1113022,51 + \text{Rp } \\ & \quad 3060877,36 \\ &= \text{Rp } 4173899,87 / 1000\text{km} \end{aligned}$$

Besarnya $BOK_{\text{tiap tahun}}$ dihitung menggunakan persamaan (2.38).

$$\begin{aligned} BOK_{2019} &= \frac{\text{Rp } 3027088,95 \times 5152939 \times 13,5\text{km}}{1000} \\ &+ \frac{\text{Rp } 4173899,87 \times 5152939 \times 3,35\text{km}}{1000} \\ &= \text{Rp } 289.834.913.095,64 \end{aligned}$$

Perhitungan BOK tahun – tahun selanjutnya dan untuk golongan kendaraan lainnya dilakukan dengan langkah yang sama seperti pada contoh perhitungan di atas.

Tabel 4.23 menyajikan nilai BOK pada jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I mulai dari tahun 2019 sampai tahun 2063. Nilai BOK setiap tahun selalu terjadi peningkatan. Hal ini diakibatkan karena volume kendaraan pada jalan tol selalu bertambah setiap tahunnya

Tabel 4. 23 BOK per Tahun Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I

Tahun	BOK (Rp/Tahun)				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
2019	Rp 289,834,913,095.64	Rp 114,370,566,638.14	Rp 44,816,304,012.75	Rp 43,220,984,601.82	Rp 36,116,962,530.42
2020	Rp 323,801,840,937.36	Rp 127,774,116,758.18	Rp 50,068,508,270.25	Rp 48,286,226,913.52	Rp 30,546,404,105.06
2021	Rp 361,749,490,682.74	Rp 142,748,483,226.35	Rp 55,936,239,625.98	Rp 53,945,085,495.47	Rp 34,126,260,972.47
2022	Rp 404,144,379,261.08	Rp 159,477,756,375.25	Rp 62,491,634,194.64	Rp 60,267,128,643.65	Rp 38,125,655,771.32
2023	Rp 451,507,696,610.87	Rp 178,167,600,829.46	Rp 69,815,282,014.46	Rp 67,330,077,644.52	Rp 42,593,755,851.72
2024	Rp 504,421,713,031.32	Rp 199,047,783,884.25	Rp 77,997,217,796.82	Rp 75,220,762,257.02	Rp 47,585,490,684.73
2025	Rp 563,536,937,437.28	Rp 222,375,000,195.22	Rp 87,138,027,785.73	Rp 84,036,188,171.36	Rp 53,162,227,148.73
2026	Rp 629,580,114,519.13	Rp 248,436,027,504.72	Rp 97,350,086,334.69	Rp 93,884,729,567.64	Rp 59,392,523,955.21
2027	Rp 703,363,159,122.17	Rp 277,551,252,200.76	Rp 108,758,937,403.04	Rp 104,887,461,435.25	Rp 66,352,974,488.85
2028	Rp 785,793,137,682.22	Rp 310,078,608,050.30	Rp 121,504,837,955.38	Rp 117,179,648,032.17	Rp 74,129,148,423.43
2029	Rp 877,883,419,426.03	Rp 346,417,976,528.76	Rp 135,744,482,238.29	Rp 130,912,405,782.83	Rp 82,816,643,689.53
2030	Rp 980,766,134,426.10	Rp 387,016,102,841.95	Rp 151,652,928,132.03	Rp 146,254,561,057.77	Rp 92,522,261,726.54
2031	Rp 1,095,706,091,665.35	Rp 432,372,088,076.47	Rp 169,425,749,259.16	Rp 163,394,725,673.94	Rp 103,365,320,467.29
2032	Rp 1,224,116,328,216.28	Rp 483,043,524,997.61	Rp 189,281,439,307.50	Rp 182,543,615,631.35	Rp 115,479,121,196.64
2033	Rp 1,367,575,480,691.38	Rp 539,653,352,926.07	Rp 211,464,098,125.47	Rp 203,936,641,591.86	Rp 129,012,587,317.12

Tahun	BOK (Rp/Tahun)				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
2034	Rp 152,847,192,524.19	Rp 602,897,515,965.64	Rp 236,246,432,611.76	Rp 227,836,802,946.63	Rp 144,132,095,168.23
2035	Rp 1706,901,795,668.29	Rp 673,553,518,729.54	Rp 263,933,109,291.53	Rp 254,537,921,051.14	Rp 161,023,519,406.82
2036	Rp 1906,940,533,262.46	Rp 752,489,984,746.91	Rp 294,864,499,794.47	Rp 284,368,251,376.02	Rp 179,894,518,093.95
2037	Rp 2,130,422,621,048.09	Rp 840,677,335,057.89	Rp 329,420,865,280.70	Rp 317,694,518,980.57	Rp 200,977,085,580.23
2038	Rp 2,380,095,480,223.72	Rp 939,199,718,276.29	Rp 368,027,031,256.49	Rp 354,926,426,919.70	Rp 224,530,404,574.24
2039	Rp 2,659,028,513,410.40	Rp 1,049,268,338,784.85	Rp 411,157,610,250.49	Rp 396,521,693,009.41	Rp 250,844,032,456.36
2040	Rp 2,970,650,838,959.18	Rp 1,172,236,346,915.56	Rp 459,342,836,556.70	Rp 442,991,676,871.16	Rp 280,241,461,009.63
2041	Rp 3,318,793,447,495.01	Rp 1,309,615,474,170.61	Rp 513,175,084,774.44	Rp 494,907,666,432.44	Rp 313,084,093,329.88
2042	Rp 3,707,736,298,956.95	Rp 1,463,094,617,992.31	Rp 573,316,152,282.58	Rp 552,907,901,167.71	Rp 349,775,686,806.12
2043	Rp 4,142,260,939,131.13	Rp 1,634,560,604,557.41	Rp 640,505,395,176.35	Rp 617,705,418,421.56	Rp 390,767,316,791.74
2044	Rp 4,627,709,282,528.67	Rp 1,826,121,384,847.53	Rp 715,568,817,687.52	Rp 690,096,819,274.09	Rp 436,562,921,988.51
2045	Rp 5,170,049,284,266.98	Rp 2,040,131,949,160.99	Rp 799,429,226,830.70	Rp 770,972,061,713.73	Rp 487,725,499,716.55
2046	Rp 5,775,948,308,305.15	Rp 2,279,223,278,651.28	Rp 893,117,577,113.61	Rp 861,325,401,511.59	Rp 544,884,027,233.12
2047	Rp 6,452,855,093,999.99	Rp 2,546,334,689,813.72	Rp 997,785,644,780.05	Rp 962,267,615,301.18	Rp 608,741,194,188.80
2048	Rp 7,209,091,328,654.89	Rp 2,844,749,969,553.44	Rp 1,114,720,187,398.68	Rp 1,075,039,656,130.41	Rp 680,082,041,281.54

Tahun	BOK (Rp/Tahun)				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
2049	Rp 8,053,953,951,826.84	Rp 3,178,137,745,068.51	Rp 1,245,358,762,871.42	Rp 120,102,790,936.11	Rp 759,783,611,309.57
2050	Rp 8,997,829,449,089.56	Rp 3,550,596,584,843.18	Rp 1,391,307,402,335.53	Rp 134,178,123,648.132	Rp 848,825,731,270.32
2051	Rp 10,052,321,540,346.00	Rp 3,966,705,385,209.24	Rp 1,554,360,354,224.70	Rp 149,030,016,319.99	Rp 948,303,058,057.17
2052	Rp 11,230,393,832,451.20	Rp 4,431,579,661,912.77	Rp 1,736,522,142,216.61	Rp 167,470,747,821.01	Rp 1,059,438,535,840.29
2053	Rp 12,546,529,189,874.80	Rp 4,950,934,438,717.59	Rp 1,940,032,208,240.84	Rp 187,097,165,827.53	Rp 1,183,598,430,572.33
2054	Rp 14,016,907,782,656.40	Rp 5,531,154,506,178.96	Rp 2,167,392,443,500.65	Rp 2,090,240,092,088.03	Rp 1,322,309,126,448.91
2055	Rp 15,659,606,000,522.30	Rp 6,179,372,914,327.71	Rp 2,421,397,945,966.75	Rp 2,335,203,797,880.09	Rp 1,477,275,890,814.24
2056	Rp 17,494,818,678,554.70	Rp 6,903,558,664,230.08	Rp 2,705,171,382,466.46	Rp 2,608,875,792,917.24	Rp 1,650,403,838,202.15
2057	Rp 19,545,107,366,385.60	Rp 7,712,614,676,476.66	Rp 3,022,201,377,805.24	Rp 2,914,620,517,938.66	Rp 1,843,821,351,237.97
2058	Rp 21,835,677,693,065.50	Rp 8,616,487,240,995.60	Rp 3,376,385,402,865.01	Rp 3,256,196,706,126.01	Rp 2,059,906,246,330.85
2059	Rp 24,394,689,237,443.10	Rp 9,626,288,293,732.92	Rp 3,772,077,688,932.39	Rp 3,637,803,591,832.48	Rp 2,301,315,005,829.54
2060	Rp 27,253,601,713,511.90	Rp 10,754,432,023,432.40	Rp 4,214,142,757,301.34	Rp 4,064,132,534,699.87	Rp 2,571,015,436,013.01
2061	Rp 30,447,561,726,619.10	Rp 12,014,787,487,917.30	Rp 4,708,015,222,226.68	Rp 4,540,424,693,815.25	Rp 2,872,323,152,403.23
2062	Rp 34,015,834,855,202.20	Rp 13,422,849,116,093.30	Rp 5,259,766,602,428.16	Rp 5,072,535,460,935.63	Rp 3,208,942,340,939.67
2063	Rp 38,002,288,369,935.60	Rp 14,995,927,191,770.90	Rp 5,876,179,962,505.37	Rp 5,667,006,444,903.38	Rp 3,585,011,296,120.97

Sumber : Hasil perhitungan

3. Perhitungan Penghematan BOK

Penghematan BOK atau saving BOK dihitung menggunakan persamaan (2.39). Berikut adalah contoh perhitungan saving BOK tahun 2019 untuk kendaraan golongan I.

$$\begin{aligned} \text{Saving BOK}_{2019} &= \text{Rp } 416.261.394.206,48 - \text{Rp } \\ &\quad 289.834.913.095,64 \\ &= \text{Rp } 126.426.481.110,84 \end{aligned}$$

Tabel 4.24 berikut menyajikan besarnya BOK yang dihemat per tahun oleh tiap-tiap golongan kendaraan. Semakin tahun penghematan BOK tiap-tiap golongan semakin bertambah. Contohnya, untuk golongan I BOK yang dihemat pada tahun 2019 adalah sebesar Rp 126.426.481.110,84 pada tahun 2063 BOK yang dihemat menjadi Rp 16.576.662.698.964,80.

Tabel 4. 24 Saving BOK Jalan Nasional dan Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I

Tahun	Saving BOK (Rp/Tahun)				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
2019	Rp 126,426,481,110.84	Rp 44,297,775,511.77	Rp 20,943,512,219.71	Rp (144,027,580.51)	Rp (1,839,375,125.20)
2020	Rp 141,242,912,697.04	Rp 49,489,211,313.23	Rp 23,397,967,277.32	Rp (160,906,756.26)	Rp 7,748,312,656.81
2021	Rp 157,795,741,935.22	Rp 55,289,052,511.33	Rp 26,140,069,868.29	Rp (179,764,071.00)	Rp 8,656,368,812.29
2022	Rp 176,288,464,301.89	Rp 61,768,600,599.69	Rp 29,203,530,572.55	Rp (200,831,350.86)	Rp 9,670,843,747.96
2023	Rp 196,948,423,732.98	Rp 69,007,513,182.88	Rp 32,626,010,649.53	Rp (224,367,590.61)	Rp 10,804,209,111.88
2024	Rp 220,029,607,521.46	Rp 77,094,783,262.88	Rp 36,449,585,034.20	Rp (250,662,137.67)	Rp 12,070,398,155.05
2025	Rp 245,815,768,760.28	Rp 86,129,833,292.21	Rp 40,721,259,593.67	Rp (280,038,249.23)	Rp 13,484,977,022.63
2026	Rp 274,623,914,717.08	Rp 96,223,737,443.40	Rp 45,493,549,003.08	Rp (312,857,066.34)	Rp 15,065,336,119.41
2027	Rp 306,808,204,025.69	Rp 107,500,587,121.34	Rp 50,825,122,345.11	Rp (349,522,053.60)	Rp 16,830,903,902.17
2028	Rp 342,764,300,605.23	Rp 120,099,016,505.48	Rp 56,781,524,369.99	Rp (390,483,959.29)	Rp 18,803,385,727.25
2029	Rp 382,934,237,832.68	Rp 134,173,906,876.46	Rp 63,435,981,282.78	Rp (436,246,356.67)	Rp 21,007,030,689.68
2030	Rp 427,811,852,767.55	Rp 149,898,290,679.77	Rp 70,870,300,964.24	Rp (487,371,834.82)	Rp 23,468,929,734.15
2031	Rp 477,948,857,235.31	Rp 167,465,478,734.29	Rp 79,175,878,692.13	Rp (544,488,914.92)	Rp 26,219,348,702.96
2032	Rp 533,961,620,405.73	Rp 187,091,436,737.04	Rp 88,454,820,727.16	Rp (608,299,777.06)	Rp 29,292,100,415.09
2033	Rp 596,538,746,249.03	Rp 209,017,440,280.15	Rp 98,821,199,576.42	Rp (679,588,892.69)	Rp 32,724,960,350.79

Tahun	Saving BOK (Rp/Tahun)				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
2034	Rp 666,449,539,024.87	Rp 233,513,041,019.99	Rp 110,402,456,366.34	Rp (759,232,668.64)	Rp 36,560,131,051.88
2035	Rp 744,553,460,876.19	Rp 260,879,380,463.75	Rp 123,340,967,565.32	Rp (848,210,221.40)	Rp 40,844,760,947.09
2036	Rp 831,810,697,796.92	Rp 291,452,892,112.02	Rp 137,795,795,317.00	Rp (947,615,414.09)	Rp 45,631,523,980.51
2037	Rp 929,293,963,868.17	Rp 325,609,437,470.52	Rp 153,944,642,902.11	Rp (1,058,670,304.09)	Rp 50,979,267,169.21
2038	Rp 1,038,201,688,880.72	Rp 363,768,926,777.79	Rp 171,986,039,368.89	Rp (1,182,740,166.63)	Rp 56,953,734,050.60
2039	Rp 1,159,872,751,468.43	Rp 406,400,481,254.61	Rp 192,141,780,189.18	Rp (1,321,350,279.07)	Rp 63,628,372,913.64
2040	Rp 1,295,802,938,877.24	Rp 454,028,200,338.47	Rp 214,659,653,944.83	Rp (1,476,204,672.23)	Rp 71,085,239,749.86
2041	Rp 1,447,663,335,721.18	Rp 507,237,604,803.54	Rp 239,816,488,565.60	Rp (1,649,207,079.17)	Rp 79,416,007,024.95
2042	Rp 1,617,320,867,791.24	Rp 566,682,834,975.95	Rp 267,921,554,568.03	Rp (1,842,484,339.17)	Rp 88,723,090,672.27
2043	Rp 1,806,861,253,476.41	Rp 633,094,692,537.14	Rp 299,320,367,133.62	Rp (2,058,412,544.40)	Rp 99,120,909,163.39
2044	Rp 2,018,614,644,954.76	Rp 707,289,624,778.76	Rp 334,398,933,767.97	Rp (2,299,646,250.91)	Rp 110,737,290,134.20
2045	Rp 2,255,184,274,379.61	Rp 790,179,761,758.67	Rp 373,588,499,760.30	Rp (2,569,151,112.95)	Rp 123,715,041,859.14
2046	Rp 2,519,478,457,228.31	Rp 882,784,129,752.07	Rp 417,370,849,782.67	Rp (2,870,240,341.76)	Rp 138,213,708,893.01
2047	Rp 2,814,746,346,253.14	Rp 986,241,178,852.33	Rp 466,284,230,804.94	Rp (3,206,615,437.28)	Rp 154,411,533,463.43
2048	Rp 3,144,617,875,582.59	Rp 1,101,822,778,732.11	Rp 520,929,969,140.33	Rp (3,582,411,693.19)	Rp 172,507,646,726.89

Tahun	Saving BOK (Rp/Tahun)				
	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V
2049	Rp 3,513,148,386,033.74	Rp 1,230,949,854,624.48	Rp 581,979,862,969.17	Rp (4,002,249,035.02)	Rp 192,724,516,826.95
2050	Rp 3,924,868,480,245.75	Rp 1,375,209,855,747.98	Rp 650,184,441,222.60	Rp (4,471,288,816.06)	Rp 215,310,683,850.35
2051	Rp 4,384,839,720,538.53	Rp 1,536,376,270,927.23	Rp 726,382,190,358.26	Rp (4,995,297,269.54)	Rp 240,543,815,303.65
2052	Rp 4,898,716,854,229.10	Rp 1,716,430,431,328.18	Rp 811,509,862,459.20	Rp (5,580,716,396.90)	Rp 268,734,119,673.55
2053	Rp 5,472,817,331,384.92	Rp 1,917,585,868,344.21	Rp 906,613,991,380.69	Rp (6,234,743,163.84)	Rp 300,228,160,036.27
2054	Rp 6,114,198,969,644.38	Rp 2,142,315,526,081.68	Rp 1,012,863,758,520.93	Rp (6,965,417,977.63)	Rp 335,413,114,599.15
2055	Rp 6,830,746,720,892.37	Rp 2,393,382,162,986.82	Rp 1,131,565,366,383.55	Rp (7,781,723,533.47)	Rp 374,721,536,552.43
2056	Rp 7,631,269,606,474.00	Rp 2,673,872,316,362.54	Rp 1,264,178,096,636.16	Rp (8,693,695,244.96)	Rp 418,636,671,747.39
2057	Rp 8,525,609,012,638.93	Rp 2,987,234,247,324.57	Rp 1,412,332,250,077.82	Rp (9,712,544,616.51)	Rp 467,698,399,574.67
2058	Rp 9,524,759,677,567.53	Rp 3,337,320,332,680.71	Rp 1,577,849,189,064.05	Rp (10,850,797,074.18)	Rp 522,509,870,078.22
2059	Rp 10,641,004,857,356.90	Rp 3,728,434,424,886.25	Rp 1,762,763,728,784.71	Rp (12,122,445,949.42)	Rp 583,744,918,899.54
2060	Rp 11,888,067,332,656.30	Rp 4,165,384,762,304.40	Rp 1,969,349,152,666.59	Rp (13,543,124,508.92)	Rp 652,156,351,209.24
2061	Rp 13,281,278,112,382.50	Rp 4,653,543,080,234.55	Rp 2,200,145,159,432.37	Rp (15,130,298,145.22)	Rp 728,585,196,466.18
2062	Rp 14,837,764,908,506.50	Rp 5,198,910,649,401.44	Rp 2,457,989,085,388.56	Rp (16,903,479,091.00)	Rp 813,971,047,779.22
2063	Rp 16,576,662,698,964.80	Rp 5,808,192,053,762.48	Rp 2,746,050,785,779.99	Rp (18,884,466,296.53)	Rp 909,363,612,980.79

Sumber : Hasil perhitungan

b. Penghematan Nilai Waktu Perjalanan / *Saving Value of Time (VOT)*

1. Penentuan Nilai Waktu

Nilai waktu ditentukan menggunakan persamaan (2.40). Nilai-nilai yang digunakan untuk menghitung persamaan (2.40) telah dibahas pada bab 2.3.1b. Nilai waktu yang didapatkan untuk Kab. Pasuruan dan Probolinggo pada tahun 1996 berdasarkan persamaan (2.40) adalah,

$$\begin{aligned} \text{Nilai waktu gol.I} &= \text{maksimum}\{(0,25 \times \text{Rp } 12.287), \text{Rp } 6.000\} \\ &= \text{maksimum}\{\text{Rp } 3.072, \text{Rp } 6.000\} \\ &= \text{Rp } 6.000,- / \text{jam/kendaraan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai waktu gol.IIA} &= \text{maks.}\{(0,25 \times \text{Rp } 18.534), \text{Rp } 9.051\} \\ &= \text{maksimum}\{\text{Rp } 4.633, \text{Rp } 9.051\} \\ &= \text{Rp } 9.051,- / \text{jam/kendaraan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai waktu gol.IIB} &= \text{maks.}\{(0,25 \times \text{Rp } 13.768), \text{Rp } 6.723\} \\ &= \text{maksimum}\{\text{Rp } 3.442, \text{Rp } 6.723\} \\ &= \text{Rp } 6.723,- / \text{jam/kendaraan} \end{aligned}$$

2. Nilai Waktu Tahunan Jalan Nasional *Without Project*

Nilai waktu tahunan pada jalan nasional *without project* dihitung menggunakan persamaan (2.41). Data-data VOT, i , V_R , dan L telah dijelaskan pada bab 2.3.1b. Data volume kendaraan jalan nasional *without project* yang dipakai adalah data yang tersaji pada Tabel 4.2. Berikut adalah contoh perhitungan nilai waktu tahunan pada jalan nasional tahun 2019 untuk kendaraan golongan I :

$$VOT_{2019} = (Rp\ 6.000 \times (1 + 6,68\%)^{2019-1996}) \times \frac{12,15km}{45,24km/jam} \times 7461998kend/thn$$

$$VOT_{2019} = Rp\ 73.468.948.574,84 \text{ /jam/kend per tahun}$$

VOT tahun 2020-2063 untuk golongan I dan lainnya dihitung dengan cara yang sama seperti di atas. Tabel 4.25 menyajikan hasil nilai waktu jalan nasional Pasuruan Probolinggo tahun 2019-2063 untuk kendaraan golongan I, II, III, IV, dan V.

Tabel 4.25 menunjukkan besarnya kenaikan nilai waktu golongan I dari tahun 2019 sebesar Rp 73.468.948.574,84 /jam/kend menjadi Rp 560.464.913.829,35 /jam/kend pada tahun 2063. Besarnya kenaikan nilai waktu golongan II dari tahun 2019 sebesar Rp 44.772.707.354,01 /jam/kend menjadi Rp 241.552.888.068,24 /jam/kend pada tahun 2063. Besarnya kenaikan nilai waktu golongan III dari tahun 2019 sebesar Rp 8.018.666.069,49 /jam/kend menjadi Rp 61.171.162.441,29 /jam/kend pada tahun 2063. Besarnya kenaikan nilai waktu golongan IV dari tahun 2019 sebesar Rp 3.814.197.407,87 /jam/kend menjadi Rp 29.096.970.393,55 /jam/kend pada tahun 2063. Besarnya kenaikan nilai waktu golongan V dari tahun 2019 sebesar Rp 2.049.929.935,98 /jam/kend menjadi Rp 15.638.086.936,20 /jam/kend pada tahun 2063.

Tabel 4. 25 Nilai Waktu Jalan Nasional *Without Project* Tahun 2019 – 2063 dalam Rupiah /jam/kendaraan

Tahun	VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2019	Rp 73,468,948,574.84	Rp 44,772,707,354.01	Rp 8,018,666,069.49	Rp 3,814,197,407.87	Rp 2,049,929,935.98
2020	Rp 76,941,275,902.11	Rp 46,888,778,133.26	Rp 8,397,648,399.59	Rp 3,994,465,972.31	Rp 2,146,814,781.53
2021	Rp 80,577,714,153.81	Rp 49,104,859,740.70	Rp 8,794,542,387.99	Rp 4,183,254,482.59	Rp 2,248,278,648.61
2022	Rp 84,386,019,625.07	Rp 51,425,678,939.65	Rp 9,210,194,584.69	Rp 4,380,965,612.79	Rp 2,354,537,953.29
2023	Rp 88,374,315,193.03	Rp 53,856,185,892.17	Rp 9,645,491,549.82	Rp 4,588,021,068.35	Rp 2,465,819,340.01
2024	Rp 92,551,107,642.44	Rp 56,401,564,717.42	Rp 10,101,361,744.55	Rp 4,804,862,485.62	Rp 2,582,360,165.00
2025	Rp 96,925,305,810.10	Rp 59,067,244,549.08	Rp 10,578,777,511.46	Rp 5,031,952,373.74	Rp 2,704,409,002.55
2026	Rp 101,506,239,586.85	Rp 61,858,911,115.34	Rp 11,078,757,148.50	Rp 5,269,775,101.24	Rp 2,832,226,175.19
2027	Rp 106,303,679,817.62	Rp 64,782,518,866.20	Rp 11,602,367,080.93	Rp 5,518,837,929.11	Rp 2,966,084,308.95
2028	Rp 111,327,859,142.09	Rp 67,844,303,673.96	Rp 12,150,724,135.95	Rp 5,779,672,092.77	Rp 3,106,268,914.84
2029	Rp 116,589,493,820.20	Rp 71,050,796,133.92	Rp 12,724,997,924.84	Rp 6,052,833,935.15	Rp 3,253,078,997.85
2030	Rp 122,099,806,589.30	Rp 74,408,835,493.76	Rp 13,326,413,337.62	Rp 6,338,906,093.36	Rp 3,406,827,694.69
2031	Rp 127,870,550,601.55	Rp 77,925,584,241.18	Rp 13,956,253,155.73	Rp 6,638,498,741.41	Rp 3,567,842,941.72
2032	Rp 133,914,034,492.63	Rp 81,608,543,381.10	Rp 14,615,860,788.05	Rp 6,952,250,891.66	Rp 3,736,468,174.37
2033	Rp 140,243,148,635.33	Rp 85,465,568,434.79	Rp 15,306,643,136.38	Rp 7,280,831,757.80	Rp 3,913,063,059.70

Tahun	VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2034	Rp 146,871,392,633.85	Rp 89,504,886,195.19	Rp 16,030,073,596.22	Rp 7,624,942,182.25	Rp 4,098,004,263.56
2035	Rp 153,812,904,117.67	Rp 93,735,112,274.22	Rp 16,787,695,199.44	Rp 7,985,316,130.99	Rp 4,291,686,253.95
2036	Rp 161,082,488,896.21	Rp 98,165,269,479.24	Rp 17,581,123,905.50	Rp 8,362,722,259.11	Rp 4,494,522,142.42
2037	Rp 168,695,652,538.66	Rp 102,804,807,058.23	Rp 18,412,052,048.14	Rp 8,757,965,550.24	Rp 4,706,944,565.24
2038	Rp 176,668,633,446.43	Rp 107,663,620,854.37	Rp 19,282,251,945.08	Rp 9,171,889,033.58	Rp 4,929,406,606.13
2039	Rp 185,018,437,488.65	Rp 112,752,074,413.28	Rp 20,193,579,678.21	Rp 9,605,375,582.01	Rp 5,162,382,762.69
2040	Rp 193,762,874,274.57	Rp 118,081,021,087.85	Rp 21,147,979,052.53	Rp 10,059,349,795.18	Rp 5,406,369,958.49
2041	Rp 202,920,595,140.39	Rp 123,661,827,187.69	Rp 22,147,485,742.16	Rp 10,534,779,971.68	Rp 5,661,888,602.93
2042	Rp 212,511,132,931.39	Rp 129,506,396,222.82	Rp 23,194,231,632.29	Rp 11,032,680,174.32	Rp 5,929,483,701.28
2043	Rp 222,554,943,664.23	Rp 135,627,194,293.07	Rp 24,290,449,366.37	Rp 11,554,112,393.03	Rp 6,209,726,017.14
2044	Rp 233,073,450,158.41	Rp 142,037,276,677.54	Rp 25,438,477,108.19	Rp 12,100,188,810.12	Rp 6,503,213,289.83
2045	Rp 244,089,087,729.72	Rp 148,750,315,680.62	Rp 26,640,763,529.06	Rp 12,672,074,172.38	Rp 6,810,571,509.31
2046	Rp 255,625,352,043.47	Rp 155,780,629,794.23	Rp 27,899,873,030.63	Rp 13,270,988,275.48	Rp 7,132,456,251.43
2047	Rp 267,706,849,229.17	Rp 163,143,214,238.23	Rp 29,218,491,214.65	Rp 13,898,208,565.73	Rp 7,469,554,076.20
2048	Rp 280,359,348,363.94	Rp 170,853,772,944.28	Rp 30,599,430,611.15	Rp 14,555,072,864.71	Rp 7,822,583,992.16

Tahun	VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2049	Rp 293,609,836,436.30	Rp 178,928,752,051.37	Rp 32,045,636,677.40	Rp 15,242,982,222.87	Rp 8,192,298,990.03
2050	Rp 307,486,575,907.74	Rp 187,385,374,984.38	Rp 33,560,194,080.40	Rp 15,963,403,907.79	Rp 8,579,487,648.75
2051	Rp 322,019,164,994.75	Rp 196,241,679,190.59	Rp 35,146,333,276.27	Rp 16,717,874,533.82	Rp 8,984,975,817.49
2052	Rp 337,238,600,800.03	Rp 205,516,554,612.40	Rp 36,807,437,400.61	Rp 17,508,003,339.58	Rp 9,409,628,377.13
2053	Rp 353,177,345,427.30	Rp 215,229,783,978.41	Rp 38,547,049,484.52	Rp 18,335,475,620.33	Rp 9,854,351,084.98
2054	Rp 369,869,395,220.97	Rp 225,402,084,998.74	Rp 40,368,880,011.66	Rp 19,202,056,322.66	Rp 10,320,092,506.74
2055	Rp 387,350,353,278.21	Rp 236,055,154,554.62	Rp 42,276,814,832.49	Rp 20,109,593,808.93	Rp 10,807,846,039.72
2056	Rp 405,657,505,388.13	Rp 247,211,714,976.44	Rp 44,274,923,452.54	Rp 21,060,023,799.80	Rp 11,318,652,031.64
2057	Rp 424,829,899,560.03	Rp 258,895,562,509.11	Rp 46,367,467,712.38	Rp 22,055,373,502.93	Rp 11,853,599,999.73
2058	Rp 444,908,429,310.34	Rp 271,131,618,067.92	Rp 48,558,910,877.92	Rp 23,097,765,936.91	Rp 12,413,830,954.49
2059	Rp 465,935,920,885.96	Rp 283,945,980,393.32	Rp 50,853,927,160.24	Rp 24,189,424,459.56	Rp 13,000,539,833.49
2060	Rp 487,957,224,609.95	Rp 297,365,981,717.88	Rp 53,257,411,685.37	Rp 25,332,677,510.15	Rp 13,614,978,050.02
2061	Rp 511,019,310,544.47	Rp 311,420,246,064.23	Rp 55,774,490,935.34	Rp 26,529,963,575.87	Rp 14,258,456,162.35
2062	Rp 535,171,368,674.97	Rp 326,138,750,298.34	Rp 58,410,533,682.60	Rp 27,783,836,392.93	Rp 14,932,346,668.98
2063	Rp 560,464,913,829.35	Rp 341,552,888,068.24	Rp 61,171,162,441.29	Rp 29,096,970,393.55	Rp 15,638,086,936.20

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Nilai Waktu Tahunan Jalan Tol

Nilai waktu tahunan pada jalan tol dihitung menggunakan persamaan (2.42). Data-data VOT, i , V_R , dan L telah dijelaskan pada bab 2.3.1b. Data volume kendaraan tol yang dipakai adalah data yang tersaji pada Tabel 4.6. Berikut adalah contoh perhitungan nilai waktu tahunan pada jalan tol tahun 2019 untuk kendaraan golongan I :

VOT jalan tol :

$$VOT_{2019} = (Rp\ 6.000 \times (1 + 6,68\%)^{2019-1996}) \times \frac{13,5km}{80km/jam} \times 5152939\text{kend}/\text{thn}$$

$$VOT_{2019} = Rp\ 28.690.500.445,69 /\text{jam}/\text{kend per tahun}$$

VOT jalan akses :

$$VOT_{2019} = (Rp\ 6.000 \times (1 + 6,68\%)^{2019-1996}) \times \frac{3,35km}{45,24km/jam} \times 5152939\text{kend}/\text{thn}$$

$$VOT_{2019} = Rp\ 17.176.368.423,64 /\text{jam}/\text{kend per tahun}$$

VOT total jalan tol :

$$VOT_{2019} = Rp\ 28.690.500.445,69 + Rp\ 17.176.386.423,64$$

$$VOT_{2019} = Rp\ 45.866.868.869,33 /\text{jam}/\text{kend per tahun}$$

VOT tahun 2020-2063 untuk golongan I dan lainnya dihitung dengan cara yang sama seperti di atas. Tabel 4.26 menyajikan hasil nilai waktu jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I tahun 2019-2063 untuk kendaraan golongan I, II, III, IV, dan V.

Tabel 4.26 menunjukkan besarnya kenaikan nilai waktu golongan I dari tahun 2019 sebesar Rp 45.866.868.869,33 /jam/kend menjadi Rp 349.899.804.027,91 /jam/kend pada tahun 2063. Besarnya kenaikan nilai waktu golongan II dari tahun 2019 sebesar Rp 31.137.569.025,57 /jam/kend menjadi Rp 237.535.928.842,04 /jam/kend pada tahun 2063. Besarnya kenaikan nilai waktu golongan III dari tahun 2019 sebesar Rp 6.380.526.299,38 /jam/kend

menjadi Rp 48.674.456.242,20 /jam/kend pada tahun 2063. Besarnya kenaikan nilai waktu golongan IV dari tahun 2019 sebesar Rp 3.147.488.887,00 /jam/kend menjadi Rp 24.010.920.559,61 /jam/kend pada tahun 2063. Besarnya kenaikan nilai waktu golongan V dari tahun 2019 sebesar Rp 1.746.758.097,35 /jam/kend menjadi Rp 13.325.311.516,01 /jam/kend pada tahun 2063.

Tabel 4. 26 Nilai Waktu Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019 – 2063 dalam Rupiah/jam/kendaraan

Tahun	VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2019	Rp 45,866,868,869.33	Rp 31,137,569,025.57	Rp 6,380,526,299.38	Rp 3,147,488,887.00	Rp 1,746,758,097.35
2020	Rp 48,034,652,474.25	Rp 32,609,208,867.02	Rp 6,682,086,023.06	Rp 3,296,247,129.58	Rp 1,829,314,279.16
2021	Rp 50,304,890,985.59	Rp 34,150,402,109.42	Rp 6,997,898,217.89	Rp 3,452,036,060.93	Rp 1,915,772,273.79
2022	Rp 52,682,426,679.97	Rp 35,764,436,021.46	Rp 7,328,636,491.50	Rp 3,615,187,969.07	Rp 2,006,316,490.75
2023	Rp 55,172,330,692.15	Rp 37,454,753,236.43	Rp 7,675,006,287.92	Rp 3,786,050,846.81	Rp 2,101,140,055.16
2024	Rp 57,779,913,831.53	Rp 39,224,959,095.12	Rp 8,037,746,392.24	Rp 3,964,989,133.97	Rp 2,200,445,219.77
2025	Rp 60,510,737,909.68	Rp 41,078,829,335.80	Rp 8,417,630,506.40	Rp 4,152,384,494.73	Rp 2,304,443,796.27
2026	Rp 63,370,627,603.39	Rp 43,020,318,147.63	Rp 8,815,468,899.42	Rp 4,348,636,631.64	Rp 2,413,357,607.12
2027	Rp 66,365,682,878.34	Rp 45,053,566,604.70	Rp 9,232,110,135.70	Rp 4,554,164,138.23	Rp 2,527,418,958.65
2028	Rp 69,502,291,999.90	Rp 47,182,911,498.66	Rp 9,668,442,884.90	Rp 4,769,405,391.80	Rp 2,646,871,136.58
2029	Rp 72,787,145,158.96	Rp 49,412,894,588.86	Rp 10,125,397,817.46	Rp 4,994,819,488.48	Rp 2,771,968,924.93
2030	Rp 76,227,248,741.66	Rp 51,748,272,289.63	Rp 10,603,949,589.65	Rp 5,230,887,222.41	Rp 2,902,979,149.45
2031	Rp 79,829,940,273.56	Rp 54,194,025,815.38	Rp 11,105,118,922.42	Rp 5,478,112,111.30	Rp 3,040,181,246.76
2032	Rp 83,602,904,070.15	Rp 56,755,371,805.27	Rp 11,629,974,778.60	Rp 5,737,021,470.36	Rp 3,183,867,860.32
2033	Rp 87,554,187,626.99	Rp 59,437,773,449.93	Rp 12,179,636,642.87	Rp 6,008,167,537.03	Rp 3,334,345,464.70

Tahun	VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2034	Rp 91,692,218,784.52	Rp 62,246,952,144.14	Rp 12,755,276,909.56	Rp 6,292,128,648.90	Rp 3,491,935,019.20
2035	Rp 96,025,823,704.15	Rp 65,188,899,690.17	Rp 13,358,123,383.33	Rp 6,589,510,477.26	Rp 3,656,972,652.48
2036	Rp 100,564,245,693.84	Rp 68,269,891,077.96	Rp 13,989,461,897.97	Rp 6,900,947,318.91	Rp 3,829,810,379.48
2037	Rp 105,317,164,923.56	Rp 71,496,497,869.24	Rp 14,650,639,058.99	Rp 7,227,103,449.14	Rp 4,010,816,852.24
2038	Rp 110,294,719,072.47	Rp 74,875,602,214.29	Rp 15,343,065,115.89	Rp 7,568,674,538.56	Rp 4,200,378,146.24
2039	Rp 115,507,524,951.94	Rp 78,414,411,531.12	Rp 16,068,216,970.10	Rp 7,926,389,136.92	Rp 4,398,898,583.85
2040	Rp 120,966,701,150.54	Rp 82,120,473,878.45	Rp 16,827,641,325.13	Rp 8,301,010,227.07	Rp 4,606,801,596.74
2041	Rp 126,683,891,749.32	Rp 86,001,694,055.24	Rp 17,622,957,985.57	Rp 8,693,336,852.32	Rp 4,824,530,629.02
2042	Rp 132,671,291,157.90	Rp 90,066,350,461.15	Rp 18,455,863,312.07	Rp 9,104,205,820.82	Rp 5,052,550,083.08
2043	Rp 138,941,670,124.36	Rp 94,323,12,753.79	Rp 19,328,133,839.56	Rp 9,534,493,490.34	Rp 5,291,346,310.14
2044	Rp 145,508,402,974.47	Rp 98,781,060,340.65	Rp 20,241,630,066.44	Rp 9,985,117,637.56	Rp 5,541,428,647.60
2045	Rp 152,385,496,138.27	Rp 103,449,701,744.82	Rp 21,198,300,422.99	Rp 10,457,039,415.55	Rp 5,803,330,505.44
2046	Rp 159,587,618,024.93	Rp 108,338,994,886.14	Rp 22,200,185,427.17	Rp 10,951,265,403.94	Rp 6,077,610,503.92
2047	Rp 167,130,130,309.53	Rp 113,459,368,320.76	Rp 23,249,422,036.99	Rp 11,468,849,755.80	Rp 6,364,853,665.10
2048	Rp 175,029,120,698.54	Rp 118,821,743,484.65	Rp 24,348,248,208.43	Rp 12,010,896,446.16	Rp 6,665,672,660.66

Tahun	VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2049	Rp 183,301,437,243.96	Rp 124,437,557,988.31	Rp 25,499,007,668.92	Rp 12,578,561,626.68	Rp 6,980,709,118.70
2050	Rp 191,964,724,279.05	Rp 130,318,790,012.50	Rp 26,704,154,916.36	Rp 13,173,056,091.64	Rp 7,310,634,992.24
2051	Rp 201,037,460,052.68	Rp 136,477,983,856.91	Rp 27,966,260,454.37	Rp 13,795,647,860.51	Rp 7,656,153,992.52
2052	Rp 210,538,996,142.24	Rp 142,928,276,696.39	Rp 29,288,016,275.04	Rp 14,447,664,882.57	Rp 8,018,003,089.93
2053	Rp 220,489,598,729.34	Rp 149,683,426,601.76	Rp 30,672,241,600.78	Rp 15,130,497,869.30	Rp 8,396,954,085.96
2054	Rp 230,910,491,826.33	Rp 156,757,841,884.83	Rp 32,121,888,897.57	Rp 15,845,603,260.70	Rp 8,793,815,259.34
2055	Rp 241,823,902,545.76	Rp 164,166,611,830.49	Rp 33,640,050,172.31	Rp 16,594,506,331.82	Rp 9,209,433,090.11
2056	Rp 253,253,108,509.44	Rp 171,925,538,881.19	Rp 35,229,963,567.97	Rp 17,378,804,446.00	Rp 9,644,694,065.09
2057	Rp 265,222,487,498.14	Rp 180,051,172,342.58	Rp 36,895,020,270.27	Rp 18,200,170,462.04	Rp 10,100,526,568.69
2058	Rp 277,757,569,447.87	Rp 188,560,843,682.11	Rp 38,638,771,740.93	Rp 19,060,356,302.21	Rp 10,577,902,863.09
2059	Rp 290,885,090,903.65	Rp 197,472,703,495.96	Rp 40,464,937,292.64	Rp 19,961,196,689.06	Rp 11,077,841,162.05
2060	Rp 304,633,052,046.88	Rp 206,805,760,223.19	Rp 42,377,412,022.21	Rp 20,904,613,058.73	Rp 11,601,407,802.65
2061	Rp 319,030,776,417.93	Rp 216,579,920,689.48	Rp 44,380,275,118.50	Rp 21,892,617,659.29	Rp 12,149,719,519.77
2062	Rp 334,108,973,461.52	Rp 226,816,032,567.17	Rp 46,477,798,563.10	Rp 22,927,317,842.68	Rp 12,723,945,827.97
2063	Rp 349,899,804,027.91	Rp 237,535,928,842.04	Rp 48,674,456,242.20	Rp 24,010,920,559.61	Rp 13,325,311,516.01

Sumber : Hasil perhitungan

4. Penghematan Nilai Waktu Perjalanan

Penghematan nilai waktu perjalanan atau saving VOT dihitung menggunakan persamaan (2.43). Berikut adalah contoh perhitungan saving VOT tahun 2019 untuk kendaraan golongan I.

$$\begin{aligned} \text{Saving VOT}_{2019} &= \text{Rp } 73.468.948.574,84 - \text{Rp } 45.866.868.869,33 \\ &= \text{Rp } 27.602.079.705,51 \end{aligned}$$

Tabel 4.27 berikut menyajikan besarnya nilai waktu perjalanan yang dihemat per tahun oleh tiap-tiap golongan kendaraan. Semakin tahun penghematan BOK tiap-tiap golongan semakin bertambah.

Nilai waktu yang dihemat kendaraan golongan I pada tahun 2019 adalah sebesar Rp 27.602.079.705,51 /jam/kendaraan, pada tahun 2063 nilai waktu yang dihemat menjadi Rp 210.565.109.801,44. Nilai waktu yang dihemat kendaraan golongan II pada tahun 2019 adalah Rp 13.635.138.328,44 /jam/kendaraan, dan pada tahun 2063 menjadi Rp 104.016.959.226,21. Nilai waktu yang dihemat kendaraan golongan III pada tahun 2019 adalah Rp 1.638.139.770,11 /jam/kendaraan, dan pada tahun 2063 menjadi Rp 12.496.706.199,10. Nilai waktu yang dihemat kendaraan golongan IV pada tahun 2019 adalah Rp 666.708.520,87 /jam/kendaraan, dan pada tahun 2063 menjadi Rp 5.086.049.833,94. Nilai waktu yang dihemat kendaraan golongan V pada tahun 2019 adalah Rp 303.171.838,63 /jam/kendaraan, dan pada tahun 2063 menjadi Rp 2.312.775.420,19.

Tabel 4. 27 Saving VOT Jalan Nasional dan Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dalam Rupiah/jam/kendaraan

Tahun	Saving VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2019	Rp 27,602,079,705.51	Rp 13,635,138,328.44	Rp 1,638,139,770.11	Rp 666,708,520.87	Rp 303,171,838.63
2020	Rp 28,906,623,427.86	Rp 14,279,569,266.24	Rp 1,715,562,376.53	Rp 698,218,842.73	Rp 317,500,502.37
2021	Rp 30,272,823,168.22	Rp 14,954,457,631.28	Rp 1,796,644,170.10	Rp 731,218,421.67	Rp 332,506,374.82
2022	Rp 31,703,592,945.11	Rp 15,661,242,918.19	Rp 1,881,558,093.19	Rp 765,777,643.72	Rp 348,221,462.54
2023	Rp 33,201,984,500.88	Rp 16,401,432,655.74	Rp 1,970,485,261.90	Rp 801,970,221.54	Rp 364,679,284.84
2024	Rp 34,771,193,810.91	Rp 17,176,605,622.30	Rp 2,063,615,352.31	Rp 839,873,351.64	Rp 381,914,945.23
2025	Rp 36,414,567,900.42	Rp 17,988,415,213.28	Rp 2,161,147,005.06	Rp 879,567,879.02	Rp 399,965,206.28
2026	Rp 38,135,611,983.45	Rp 18,838,592,967.70	Rp 2,263,288,249.08	Rp 921,138,469.61	Rp 418,868,568.08
2027	Rp 39,937,996,939.29	Rp 19,728,952,261.50	Rp 2,370,256,945.23	Rp 964,673,790.89	Rp 438,665,350.30
2028	Rp 41,825,567,142.19	Rp 20,661,392,175.30	Rp 2,482,281,251.06	Rp 1,010,266,700.97	Rp 459,397,778.26
2029	Rp 43,802,348,661.24	Rp 21,637,901,545.06	Rp 2,599,600,107.38	Rp 1,058,014,446.67	Rp 481,110,072.92
2030	Rp 45,872,557,847.64	Rp 22,660,563,204.13	Rp 2,722,463,747.98	Rp 1,108,018,870.95	Rp 503,848,545.24
2031	Rp 48,040,610,327.99	Rp 23,731,558,425.80	Rp 2,851,134,233.30	Rp 1,160,386,630.11	Rp 527,661,694.96
2032	Rp 50,311,130,422.49	Rp 24,853,171,575.84	Rp 2,985,886,009.45	Rp 1,215,229,421.30	Rp 552,600,314.04

Tahun	Saving VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2033	Rp 52,688,961,008.34	Rp 26,027,794,984.86	Rp 3,127,006,493.52	Rp 1,272,664,220.77	Rp 578,717,595.00
2034	Rp 55,179,173,849.32	Rp 27,257,934,051.06	Rp 3,274,796,686.66	Rp 1,332,813,533.34	Rp 606,069,244.36
2035	Rp 57,787,080,413.52	Rp 28,546,212,584.05	Rp 3,429,571,816.11	Rp 1,395,805,653.74	Rp 634,713,601.46
2036	Rp 60,518,243,202.37	Rp 29,895,378,401.29	Rp 3,591,662,007.53	Rp 1,461,774,940.21	Rp 664,711,762.95
2037	Rp 63,378,487,615.09	Rp 31,308,309,188.99	Rp 3,761,412,989.15	Rp 1,530,862,101.10	Rp 696,127,713.01
2038	Rp 66,373,914,373.96	Rp 32,788,018,640.08	Rp 3,939,186,829.18	Rp 1,603,214,495.02	Rp 729,028,459.89
2039	Rp 69,510,912,536.71	Rp 34,337,662,882.16	Rp 4,125,362,708.10	Rp 1,678,986,445.08	Rp 763,484,178.84
2040	Rp 72,796,173,124.03	Rp 35,960,547,209.40	Rp 4,320,337,727.40	Rp 1,758,339,568.12	Rp 799,568,361.75
2041	Rp 76,236,703,391.07	Rp 37,660,133,132.44	Rp 4,524,527,756.59	Rp 1,841,443,119.36	Rp 837,357,973.91
2042	Rp 79,839,841,773.49	Rp 39,440,045,761.67	Rp 4,738,368,320.21	Rp 1,928,474,353.50	Rp 876,933,618.20
2043	Rp 83,613,273,539.87	Rp 41,304,081,539.28	Rp 4,962,315,526.81	Rp 2,019,618,902.69	Rp 918,379,707.00
2044	Rp 87,565,047,183.93	Rp 43,256,216,336.89	Rp 5,196,847,041.75	Rp 2,115,071,172.56	Rp 961,784,642.22
2045	Rp 91,703,591,591.45	Rp 45,300,613,935.80	Rp 5,442,463,106.07	Rp 2,215,034,756.83	Rp 1,007,241,003.87
2046	Rp 96,037,734,018.54	Rp 47,441,634,908.10	Rp 5,699,687,603.46	Rp 2,319,722,871.55	Rp 1,054,845,747.51
2047	Rp 100,576,718,919.65	Rp 49,683,845,917.47	Rp 5,969,069,177.67	Rp 2,429,358,809.93	Rp 1,104,700,411.10

Tahun	Saving VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2048	Rp 105,330,227,665.40	Rp 52,032,029,459.63	Rp 6,251,182,402.72	Rp 2,544,176,418.55	Rp 1,156,911,331.50
2049	Rp 110,308,399,192.35	Rp 54,491,194,063.06	Rp 6,546,629,008.48	Rp 2,664,420,596.19	Rp 1,211,589,871.34
2050	Rp 115,521,851,628.69	Rp 57,066,584,971.88	Rp 6,856,039,164.04	Rp 2,790,347,816.15	Rp 1,268,852,656.52
2051	Rp 120,981,704,942.08	Rp 59,763,695,333.68	Rp 7,180,072,821.90	Rp 2,922,226,673.31	Rp 1,328,821,824.98
2052	Rp 126,699,604,657.79	Rp 62,588,277,916.00	Rp 7,519,421,125.57	Rp 3,060,338,457.01	Rp 1,391,625,287.19
2053	Rp 132,687,746,697.96	Rp 65,546,357,376.65	Rp 7,874,807,883.74	Rp 3,204,977,751.04	Rp 1,457,396,999.02
2054	Rp 138,958,903,394.64	Rp 68,644,243,113.92	Rp 8,246,991,114.10	Rp 3,356,453,061.96	Rp 1,526,277,247.41
2055	Rp 145,526,450,732.45	Rp 71,888,542,724.13	Rp 8,636,764,660.18	Rp 3,515,087,477.12	Rp 1,598,412,949.60
2056	Rp 152,404,396,878.69	Rp 75,286,176,095.24	Rp 9,044,959,884.57	Rp 3,681,219,353.80	Rp 1,673,957,966.55
2057	Rp 159,607,412,061.89	Rp 78,844,390,166.53	Rp 9,472,447,442.11	Rp 3,855,203,040.89	Rp 1,753,073,431.04
2058	Rp 167,150,859,862.46	Rp 82,570,774,385.82	Rp 9,920,139,137.00	Rp 4,037,409,634.71	Rp 1,835,928,091.40
2059	Rp 175,050,829,982.30	Rp 86,473,276,897.36	Rp 10,388,989,867.60	Rp 4,228,227,770.50	Rp 1,922,698,671.44
2060	Rp 183,324,172,563.07	Rp 90,560,221,494.69	Rp 10,879,999,663.16	Rp 4,428,064,451.42	Rp 2,013,570,247.37
2061	Rp 191,988,534,126.54	Rp 94,840,325,374.75	Rp 11,394,215,816.84	Rp 4,637,345,916.58	Rp 2,108,736,642.57

Tahun	Saving VOT per Tahun				
	Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V
2062	Rp 201,062,395,213.46	Rp 99,322,717,731.17	Rp 11,932,735,119.50	Rp 4,856,518,550.25	Rp 2,208,400,841.02
2063	Rp 210,565,109,801.44	Rp 104,016,959,226.21	Rp 12,496,706,199.10	Rp 5,086,049,833.94	Rp 2,312,775,420.19

Sumber : Hasil perhitungan

4.3.2 Cost (Biaya)

Pengolahan total biaya investasi dari tahun 2011 ke tahun 2017 menggunakan persamaan (2.44) dilakukan seperti berikut :

$$\begin{aligned} P_{2012} &= P_{2011} \times (1 + i_{2012})^{(2012-2011)} \\ &= \text{Rp } 1.216.173.194.888,18 \times (1+4,28\%)^1 \\ &= \text{Rp } 1.268.205.138.076,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{2013} &= P_{2012} \times (1 + i_{2013})^{(2013-2012)} \\ &= \text{Rp } 1.268.205.138.076,14 \times (1+6,97\%)^1 \\ &= \text{Rp } 1.356.546.194.319,30 \end{aligned}$$

.....dst

Perhitungan di atas dilakukan dengan cara yang sama sampai diketahui P_{2017} atau total biaya investasi pada tahun 2017. Perhitungan total biaya operasi dan pemeliharaan rutin maupun berkala dari tahun 2011 kedalam tahun 2017 juga dilakukan dengan cara yang sama seperti di atas.

Tabel 4.28 menyajikan nilai total biaya konstruksi, biaya operasi dan pemeliharaan rutin, serta biaya operasi dan pemeliharaan berkala dari tahun 2011 sampai tahun 2017. Berdasarkan Tabel 4.28, pada tahun 2017 didapatkan total biaya investasi sebesar Rp 1.650.555.179.082,25. Total biaya operasi dan pemeliharaan rutin pada tahun 2017 sebesar Rp 16.505.551.790,82. Total biaya operasi dan pemeliharaan berkala pada tahun 2017 sebesar Rp 49.516.655372,47.

Tabel 4. 28 Total Biaya Investasi, Total Biaya O&P Rutin, serta Total Biaya O&P Berkala Tahun 2011-2017

Tahun	Biaya Investasi	Biaya O&P Rutin	Biaya O&P Berkala
2011	Rp 1,216,173,194,888.18	Rp 12,161,731,948.88	Rp 36,485,195,846.65
2012	Rp 1,268,205,138,076.14	Rp 12,682,051,380.76	Rp 38,046,154,142.28
2013	Rp 1,356,546,194,319.30	Rp 13,565,461,943.19	Rp 40,696,385,829.58
2014	Rp 1,443,625,155,442.98	Rp 14,436,251,554.43	Rp 43,308,754,663.29
2015	Rp 1,535,764,530,989.13	Rp 15,357,645,309.89	Rp 46,072,935,929.67
2016	Rp 1,589,989,816,970.80	Rp 15,899,898,169.71	Rp 47,699,694,509.12
2017	Rp 1,650,555,179,082.25	Rp 16,505,551,790.82	Rp 49,516,655,372.47

Sumber : Hasil perhitungan

Biaya investasi yang tersaji pada Tabel 4.28 perlu dihitung lagi untuk tahun 2018. Perhitungan biaya investasi untuk tahun 2018 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.44) dengan nilai inflasi adalah nilai yang tersaji pada Tabel 2.38, yaitu 5,23%. Di bawah ini adalah perhitungan biaya investasi untuk tahun 2018.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{investasi 2018}} &= P_{\text{investasi 2017}} \times (1 + 5,23\%)^{2018-2017} \\
 &= \text{Rp } 1.650.555.179.082,25 \times (1+5,23\%)^1 \\
 &= \text{Rp } 1.736.895.262.012,49
 \end{aligned}$$

Biaya operasi dan pemeliharaan (O&P) rutin yang tersaji pada Tabel 4.28 perlu dihitung lagi untuk tahun 2019 – 2063. Perhitungan biaya O&P rutin untuk tahun 2019-2063 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.44) dengan nilai inflasi adalah nilai yang tersaji pada Tabel 2.38, yaitu 5,23%. Di bawah ini adalah perhitungan biaya O&P rutin untuk tahun 2019.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{O\&Prutin 2019}} &= P_{\text{O\&Prutin 2017}} \times (1 + 5,23\%)^{2019-2017} \\
 &= \text{Rp } 16.505.551.790,82 \times (1+5,23\%)^2 \\
 &= \text{Rp } 18.277.517.706,97
 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya O&P rutin tahun 2020-2063 dilakukan seperti cara di atas. Tabel 4.29 menyajikan besarnya biaya O&P rutin setiap tahun dari tahun 2019-2063.

Biaya operasi dan pemeliharaan (O&P) berkala yang tersaji pada Tabel 4.28 perlu dihitung lagi setiap tahun ke-5 dimulai dari tahun 2023. Perhitungan biaya O&P berkala untuk tahun 2023 dihitung dengan menggunakan persamaan (2.44) dengan nilai inflasi adalah nilai yang tersaji pada Tabel 2.38, yaitu 5,23%. Di bawah ini adalah perhitungan biaya O&P berkala untuk tahun 2023.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{O\&P berkala 2023}} &= P_{\text{O\&P berkala 2017}} \times (1 + 5,23\%)^{2023-2017} \\
 &= \text{Rp } 49.516.655372,47 \times (1 + 5,23\%)^6 \\
 &= \text{Rp } 67.237.692.300,36
 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya O&P berkala tahun-tahun selanjutnya dilakukan seperti cara di atas. Tabel 4.29 menyajikan besarnya biaya O&P berkala setiap 5 tahun.

Tabel 4. 29 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Rutin serta Berkala Tahun 2019-2063

Tahun	Biaya O&P Rutin	Biaya O&P Berkala (5tahun sekali)
2019	Rp 18,277,517,706.97	
2020	Rp 19,233,609,581.14	
2021	Rp 20,239,714,355.66	
2022	Rp 21,298,448,191.46	
2023	Rp 22,412,564,100.12	Rp 67,237,692,300.36
2024	Rp 23,584,959,102.48	
2025	Rp 24,818,681,761.76	
2026	Rp 26,116,940,110.64	
2027	Rp 27,483,109,993.12	
2028	Rp 28,920,743,842.66	Rp 86,762,231,527.99

2029	Rp	30,433,579,919.53	
Tahun	Rp	32,025,552,031.35	
2030	Rp	33,700,799,762.12	
2031	Rp	35,463,679,236.35	
2032	Rp	37,318,774,446.18	Rp 111,956,323,338.53
2033	Rp	39,270,909,171.13	
2034	Rp	41,325,159,521.29	
2035	Rp	43,486,867,136.63	
2036	Rp	45,761,653,076.87	
2037	Rp	48,155,432,437.75	Rp 144,466,297,313.24
2038	Rp	50,674,429,732.06	
2039	Rp	53,325,195,075.11	
2040	Rp	56,114,621,216.94	
2041	Rp	59,049,961,465.40	
2042	Rp	62,138,848,546.89	Rp 186,416,545,640.66
2043	Rp	65,389,314,453.58	
2044	Rp	68,809,811,328.95	
2045	Rp	72,409,233,445.73	
2046	Rp	76,196,940,333.60	
2047	Rp	80,182,781,116.64	Rp 240,548,343,349.91
2048	Rp	84,377,120,123.85	
2049	Rp	88,790,863,839.44	
2050	Rp	93,435,489,262.76	
2051	Rp	98,323,073,751.79	
2052	Rp	103,466,326,427.78	Rp 310,398,979,283.34
2053	Rp	108,878,621,222.57	
2054	Rp	114,574,031,654.66	
2055	Rp	120,567,367,424.40	
2056	Rp	126,874,212,923.43	
2057	Rp	133,510,967,758.62	Rp 400,532,903,275.85
2058	Rp	140,494,889,395.69	
2059	Rp	147,844,138,033.62	
2060	Rp	155,577,823,826.35	

2061	Rp	163,716,056,574.64	
Tahun	Rp	172,279,998,017.38	Rp 516,839,994,052.13
2062	Rp	18,277,517,706.97	
2063	Rp	19,233,609,581.14	

Sumber : Hasil perhitungan

4.3.3 Net Present Value (NPVe)

NPVe dihitung menggunakan persamaan (2.47). Persamaan (2.47) membutuhkan data PWB dan PWC. Contoh perhitungan PWB (dihitung menggunakan persamaan 2.45) dan PWC (dihitung menggunakan persamaan 2.46) tahun 2019 dapat dilihat seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Total Benefit}_{2019} \text{ (B)} &= \text{Saving BOK}_{2019} + \text{Saing VOT}_{2019} \\
 &= (\text{Saving BOK}_{2019 \text{ Gol.I}} + \text{Saving BOK}_{2019 \text{ Gol.II}} + \text{Saving BOK}_{2019 \text{ Gol.III}} + \text{Saving BOK}_{2019 \text{ Gol.IV}} + \text{Saving BOK}_{2019 \text{ Gol.V}}) + \\
 &\quad (\text{Saving VOT}_{2019 \text{ Gol.I}} + \text{Saving VOT}_{2019 \text{ Gol.II}} + \text{Saving VOT}_{2019 \text{ Gol.III}} + \text{Saving VOT}_{2019 \text{ Gol.IV}} + \text{Saving VOT}_{2019 \text{ Gol.V}}) \\
 &= \text{Rp } 233.529.604.300,16
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PWB}_{2019} &= \frac{\text{Rp } 233.529.604.300,16}{(1+7,58\%)^1} \\
 &= \text{Rp } 217.066.135.434,20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Cost}_{2019} \text{ (C)} &= \text{Biaya O\&P rutin}_{2019} \\
 &= \text{Rp } 18.277.517.706,97
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PWC}_{2019} &= \frac{\text{Rp } 18.277.517.706,97}{(1+7,58\%)^1} \\
 &= \text{Rp } 16.988.981.529,23
 \end{aligned}$$

Perhitungan PWB dan PWC untuk tahun-tahun selanjutnya dilakukan dengan langkah yang sama. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4. 30 Perhitungan PWB, PWC, dan NPVe

Thn ke-	Tahun	Biaya Investasi	Biaya O&P Rutin	Biaya O&P Berkala (5 tahun)	Total Biaya (C)	Total Manfaat (B)	PWB	PWC	PWB - PWC (kumulatif)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	$(f) = (c) + (d) + (e)$	(g)	$(h) = \frac{(g)}{(1+r)^{(a)}}$	$(i) = \frac{(f)}{(1+r)^{(a)}}$	$(j) = (h) - (i)$
0	2018	Rp 1.736.895.262,02.49			Rp 1.736.895.262,02.49	Rp -	Rp -	Rp 1.736.895.262,02.49	Rp (1.736.895.262,02.49)
1	2019		Rp 8.277,517,706.97	Rp -	Rp 8.277,517,706.97	Rp 233.529.604.300.16	Rp 217,066,135,434.20	Rp 6.988,981529.23	Rp (1536,816,108,107.52)
2	2020		Rp 9.233.609.581.14	Rp -	Rp 9.233.609.581.14	Rp 267.634,971.603.88	Rp 231,229,437,853.13	Rp 16.617,322,858.37	Rp (1322,205,993,12.76)
3	2021		Rp 20.239,714,355.66	Rp -	Rp 20.239,714,355.66	Rp 295,789,118,822.21	Rp 237,537,721,406.39	Rp 16,253,794,761.29	Rp (1.100,922,066,467.67)
4	2022		Rp 21.298,448,114.16	Rp -	Rp 21.298,448,114.16	Rp 327,091,000,933.99	Rp 244,156,965,803.73	Rp 15,898,219,369.86	Rp (872,663,320,033.79)
5	2023		Rp 22,412,564,100.12	Rp 67,237,692,300.36	Rp 89,650,256,400.48	Rp 361,902,341,011.56	Rp 251,097,302,221.65	Rp 62,201,690,828.30	Rp (683,767,708,640.44)
6	2024		Rp 23,584,959,102.48	Rp -	Rp 23,584,959,102.48	Rp 400,626,911,918.31	Rp 258,369,299,572.75	Rp 15,210,234,601.94	Rp (440,608,643,669.64)
7	2025		Rp 24,818,681,761.76	Rp -	Rp 24,818,681,761.76	Rp 443,715,463,623.62	Rp 265,983,980,044.81	Rp 14,877,488,606.21	Rp (189,502,522,310.04)
8	2026		Rp 26,116,940,110.64	Rp -	Rp 26,116,940,110.64	Rp 491,671,180,454.55	Rp 273,952,835,271.09	Rp 14,552,021,912.90	Rp 69,898,661,127.16
9	2027		Rp 27,483,109,993.12	Rp -	Rp 27,483,109,993.12	Rp 545,055,840,627.93	Rp 282,287,843,155.46	Rp 14,233,675,276.69	Rp 337,952,829,005.93
10	2028		Rp 28,920,743,842.66	Rp 86,762,231,527.99	Rp 115,682,975,370.65	Rp 604,496,648,296.45	Rp 291,001,485,376.49	Rp 15,689,171,743.96	Rp 573,265,142,638.45
11	2029		Rp 30,433,579,919.53	Rp -	Rp 30,433,579,919.53	Rp 670,693,885,158.20	Rp 300,106,765,595.69	Rp 13,617,722,536.70	Rp 859,754,185,697.43
12	2030		Rp 32,025,552,031.35	Rp -	Rp 32,025,552,031.35	Rp 744,429,454,526.82	Rp 309,617,228,396.35	Rp 13,319,815,057.71	Rp 1,156,051,599,036.07
13	2031		Rp 33,700,799,762.12	Rp -	Rp 33,700,799,762.12	Rp 826,576,425,761.94	Rp 319,546,978,979.98	Rp 13,028,424,737.94	Rp 1,462,570,153,278.10
14	2032		Rp 35,463,679,236.35	Rp -	Rp 35,463,679,236.35	Rp 911,039,696,251.08	Rp 329,910,703,648.86	Rp 12,743,409,005.06	Rp 1,779,737,447,921.90
15	2033		Rp 37,318,774,446.16	Rp 111,956,323,338.53	Rp 149,275,097,784.71	Rp 1,020,117,918,666.18	Rp 340,723,691,104.08	Rp 12,498,585,13,622.87	Rp 2,070,602,625,403.12
16	2034		Rp 39,270,909,171.13	Rp -	Rp 39,270,909,171.13	Rp 1,133,816,722,159.18	Rp 352,001,854,589.61	Rp 12,191,946,537.30	Rp 2,410,412,533,455.43
17	2035		Rp 41,325,159,521.29	Rp -	Rp 41,325,159,521.29	Rp 1,260,563,743,699.84	Rp 363,761,754,914.28	Rp 11,925,229,981.19	Rp 2,762,249,058,388.52
18	2036		Rp 43,486,867,136.63	Rp -	Rp 43,486,867,136.63	Rp 1,401,875,064,106.70	Rp 376,020,624,384.65	Rp 11,664,348,237.53	Rp 3,126,605,334,535.64
19	2037		Rp 45,761,653,076.87	Rp -	Rp 45,761,653,076.87	Rp 1,559,443,840,713.27	Rp 388,796,391,683.09	Rp 11,409,173,661.30	Rp 3,503,992,552,557.43
20	2038		Rp 48,154,432,437.75	Rp 144,466,297,313.24	Rp 192,621,729,750.99	Rp 1,735,110,117,091.51	Rp 402,107,707,726.66	Rp 11,191,325,599.65	Rp 3,861,461,934,684.44
21	2039		Rp 50,674,429,732.06	Rp -	Rp 50,674,429,732.06	Rp 1,931,038,444,297.69	Rp 415,973,972,544.05	Rp 10,915,449,332.12	Rp 4,266,520,457,896.36
22	2040		Rp 53,325,195,075.11	Rp -	Rp 53,325,195,075.11	Rp 2,149,734,794,228.87	Rp 430,415,363,208.70	Rp 10,676,658,008.26	Rp 4,686,259,13,096.80
23	2041		Rp 56,114,621,216.94	Rp -	Rp 56,114,621,216.94	Rp 2,393,584,394,409.48	Rp 445,452,862,868.47	Rp 10,443,090,591.77	Rp 5,121,688,935,373.50

Thn ke-	Tahun	Biaya Investasi	Biaya O&P Rutin	Biaya O&P Berkala (5 tahun)	Total Biaya (C)	Total Manfaat (B)	PWB	PWC	PWB - PWC (kumulatif)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	$(f) = (c) + (d) + (e)$	(g)	$(h) = \frac{(g)}{(1+r)^{(a)}}$	$(i) = \frac{(f)}{(1+r)^{(a)}}$	$(j) = (h) - (i)$
24	2042	Rp 59.049,961.465.40	Rp 59.049,961.465.40	Rp -	Rp 59.049,961.465.40	Rp 2.665.629.527.495.39	Rp 461.082.290.913.11	Rp 10.214.632.802.10	Rp 5.572.162.593.484.51
25	2043	Rp 62.138.848.546.89	Rp 62.138.848.546.89	Rp 16.416.545.640.66	Rp 248.555.394.187.55	Rp 2.969.156.478.981.83	Rp 477.404.334.322.78	Rp 39.964.691.434.90	Rp 6.009.602.236.372.39
26	2044	Rp 65.389.314.453.58	Rp 65.389.314.453.58	Rp -	Rp 65.389.314.453.58	Rp 3.307.835.813.762.12	Rp 494.364.580.242.47	Rp 9.772.601.426.50	Rp 6.494.194.215.188.37
27	2045	Rp 68.809.811.328.95	Rp 68.809.811.328.95	Rp -	Rp 68.809.811.328.95	Rp 3.685.767.371.038.79	Rp 512.013.549.828.82	Rp 9.558.811.562.12	Rp 6.996.648.953.455.06
28	2046	Rp 72.409.233.445.73	Rp 72.409.233.445.73	Rp -	Rp 72.409.233.445.73	Rp 4.107.530.530.463.45	Rp 530.376.733.417.65	Rp 9.349.698.661.86	Rp 7.517.675.988.211.85
29	2047	Rp 76.196.940.333.60	Rp 76.196.940.333.60	Rp -	Rp 76.196.940.333.60	Rp 4.578.240.367.172.38	Rp 549.480.627.062.65	Rp 9.145.160.410.31	Rp 8.058.011.454.863.19
30	2048	Rp 80.182.781.116.64	Rp 80.182.781.116.64	Rp 240.548.343.349.91	Rp 320.731.124.466.55	Rp 5.103.610.385.766.53	Rp 569.352.770.497.10	Rp 35.780.386.921.57	Rp 8.591.583.838.438.71
31	2049	Rp 84.377.120.123.85	Rp 84.377.120.123.85	Rp -	Rp 84.377.120.123.85	Rp 5.690.022.604.150.72	Rp 590.021.786.573.04	Rp 8.749.409.734.34	Rp 9.172.856.215.277.42
32	2050	Rp 88.790.863.839.44	Rp 88.790.863.839.44	Rp -	Rp 88.790.863.839.44	Rp 6.344.605.848.487.90	Rp 6.115.17.422.234.16	Rp 8.558.003.675.83	Rp 9.775.815.633.835.75
33	2051	Rp 93.435.489.262.76	Rp 93.435.489.262.76	Rp -	Rp 93.435.489.262.76	Rp 7.075.323.221.454.07	Rp 633.870.591.080.77	Rp 8.370.784.903.13	Rp 10.401.315.440.013.40
34	2052	Rp 98.323.073.751.79	Rp 98.323.073.751.79	Rp -	Rp 98.323.073.751.79	Rp 7.891.069.816.736.71	Rp 657.113.417.587.64	Rp 8.187.661.813.28	Rp 11.050.241.195.787.80
35	2053	Rp 103.466.326.427.78	Rp 103.466.326.427.78	Rp 310.398.979.283.34	Rp 413.865.305.711.11	Rp 8.801.781.894.690.66	Rp 681.279.283.037.86	Rp 32.034.179.229.200	Rp 11.699.486.299.596.60
36	2054	Rp 108.878.621.222.57	Rp 108.878.621.222.57	Rp -	Rp 108.878.621.222.57	Rp 9.818.558.819.800.52	Rp 706.402.873.238.11	Rp 7.833.346.246.15	Rp 12.398.055.826.588.60
37	2055	Rp 114.574.031.654.66	Rp 114.574.031.654.66	Rp -	Rp 114.574.031.654.66	Rp 10.953.799.321.825.20	Rp 732.520.228.083.45	Rp 7.661.980.408.29	Rp 13.122.914.074.263.70
38	2056	Rp 120.567.367.424.40	Rp 120.567.367.424.40	Rp -	Rp 120.567.367.424.40	Rp 12.221.353.706.154.00	Rp 759.668.793.042.28	Rp 7.494.363.447.27	Rp 13.875.088.503.858.70
39	2057	Rp 126.874.212.923.43	Rp 126.874.212.923.43	Rp -	Rp 126.874.212.923.43	Rp 13.636.693.891.141.90	Rp 787.887.472.634.85	Rp 7.330.413.350.97	Rp 14.655.645.563.142.60
40	2058	Rp 133.510.967.758.62	Rp 133.510.967.758.62	Rp 400.532.903.275.85	Rp 534.043.871.034.47	Rp 15.217.103.383.427.70	Rp 817.216.685.981.62	Rp 28.680.199.605.59	Rp 15.444.182.049.516.60
41	2059	Rp 140.494.889.395.69	Rp 140.494.889.395.69	Rp -	Rp 140.494.889.395.69	Rp 16.981.889.507.167.10	Rp 847.698.424.500.51	Rp 7.013.194.635.43	Rp 16.284.867.279.383.70
42	2060	Rp 147.844.138.033.62	Rp 147.844.138.033.62	Rp -	Rp 147.844.138.033.62	Rp 18.952.620.502.747.30	Rp 879.376.311.835.40	Rp 6.859.770.806.45	Rp 17.157.383.820.412.70
43	2061	Rp 155.577.823.826.35	Rp 155.577.823.826.35	Rp -	Rp 155.577.823.826.35	Rp 21.163.390.408.247.70	Rp 912.295.666.111.11	Rp 6.709.703.346.79	Rp 18.062.969.783.167.00
44	2062	Rp 163.716.056.574.64	Rp 163.716.056.574.64	Rp -	Rp 163.716.056.574.64	Rp 23.611.114.979.440.20	Rp 946.503.564.533.73	Rp 6.562.191.830.99	Rp 19.002.910.428.869.70
45	2063	Rp 172.279.998.071.38	Rp 172.279.998.071.38	Rp 516.839.994.052.13	Rp 689.119.992.069.50	Rp 26.355.862.285.672.40	Rp 982.048.910.638.25	Rp 25.677.381.759.53	Rp 19.959.281.957.748.50
				Jumlah					
				BCR :			Rp 22.466.641.223.171.50	Rp 2.507.359.265.423.05	
							8.96		

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.30 menyajikan nilai total PWC adalah Rp 2.507.359.265.423,05 dan nilai total PWB adalah Rp 22.466.641.223.171,50. Nilai NPVe dihitung dengan persamaan (2.26) dengan nilai nilai PWB dan PWC tersebut adalah :

$$\begin{aligned} NPV &= \text{Rp } 22.466.641.223.171,50 - \text{Rp } 2.507.359.265.423,05 \\ &= \text{Rp } 19.959.281.957.748,50 \end{aligned}$$

Nilai NPVe yang didapatkan untuk jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I adalah sebesar Rp 19.959.281.957.748,50. Nilai NPVe tersebut adalah positif atau lebih dari satu, yang berarti layak.

Tabel 4.30 juga memperlihatkan bahwa nilai kumulatif NPV (PWB – PWC) mencapai nilai positif pada tahun ke 8. Hal tersebut berarti bahwa pada tahun ke 8 sudah didapatkan manfaat/keuntungan bersih sebesar Rp 69.898.661.127,16.

4.3.4 *Benefit Cost Ratio (BCRe)*

Nilai BCRe dihitung menggunakan persamaan (2.48). PWB dan PWC yang ada dalam persamaan (2.48) adalah sama dengan nilai PWB dan PWC pada perhitungan NPV. Nilai total PWB dan PWC tersaji dalam Tabel 4.30, dimana nilai PWB adalah Rp 19.959.281.957.748,50 dan nilai PWC adalah Rp 2.507.359.265.423,05.

Perhitungan BCRe dilakukan seperti di bawah :

$$BCRe = \frac{\text{Rp } 19.959.281.957.748,50}{\text{Rp } 2.507.359.265.423,05}$$

$$BCRe = 8,96$$

Nilai BCRe yang didapatkan untuk jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I adalah lebih dari satu. Nilai BCRe tersebut

adalah 7,14 yang berarti investasi ekonomi pada proyek tersebut menguntungkan.

4.3.5 *Economic Internal Rate of Return (EIRR)*

Perhitungan EIRR dilakukan menggunakan persamaan (2.49). Tabel 4.31 menampilkan perhitungan NPV1 dan NPV2 yang ada pada persamaan (2.49). Nilai B dan C yang terdapat pada Tabel 4.31 adalah nilai B dan C yang sama yang terdapat pada perhitungan PWB, PWC, dan NPVe pada Tabel 4.30.

Pada Tabel 2.4.31 didapatkan nilai suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV positif terkecil adalah r_1 23% dengan nilai NPV sebesar Rp 479.289.895.207,78. Nilai suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV negatif terkecil adalah r_2 24% dengan nilai NPV sebesar Rp (53.622.225.474,51). Dari r_1 , r_2 , NPV_1 , dan NPV_2 tersebut, maka dapat dihitung nilai EIRR menggunakan persamaan (2.49) seperti di bawah ini :

$$EIRR = 23\% + (24\% - 23\%) \frac{Rp\ 479.289.895.207,78}{Rp\ 479.289.895.207,78 - Rp\ (53.622.225.474,51)}$$

$$EIRR = 23,68\%$$

Nilai EIRR untuk jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I adalah 23,68% yang mana lebih besar daripada suku bunga berlaku, yaitu 7,58%. Hal tersebut menandakan bahwa proyek ini layak secara ekonomi.

Tabel 4. 31 Perhitungan r1, r2, NPV1, NPV2, dan EIRR

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					2%	24%	2%	24%
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^{(a)}}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^{(a)}}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
0	2018	Rp -	Rp 1736,895,262,012.49	Rp (1736,895,262,012.49)	1.000	1.000	Rp (1736,895,262,012.49)	Rp (1736,895,262,012.49)
1	2019	Rp 233,529,604,300.16	Rp 18,277,517,706.97	Rp 215,252,086,593.19	0.828	0.806	Rp 178,188,813,404.96	Rp 173,590,392,413.86
2	2020	Rp 267,634,971,603.88	Rp 19,233,609,581.14	Rp 248,401,362,022.74	0.685	0.650	Rp 170,223,730,608.54	Rp 161,551,354,073.06
3	2021	Rp 295,789,118,822.21	Rp 20,239,714,355.66	Rp 275,549,404,466.55	0.567	0.524	Rp 156,314,286,958.70	Rp 144,522,152,488.67
4	2022	Rp 327,091,000,933.99	Rp 21,298,448,114.6	Rp 305,792,552,742.53	0.470	0.423	Rp 143,601,563,119.47	Rp 129,342,176,209.37
5	2023	Rp 361,902,341,011.56	Rp 22,358,959,102.48	Rp 339,261,281,914.08	0.389	0.341	Rp 128,836,761,492.41	Rp 115,867,293,332.59
6	2024	Rp 400,626,914,913.31	Rp 23,584,959,102.48	Rp 377,041,955,815.83	0.322	0.275	Rp 113,335,553,007.15	Rp 103,719,297,975.62
7	2025	Rp 443,715,463,623.62	Rp 24,818,681,761.76	Rp 418,896,781,861.86	0.266	0.222	Rp 101,593,393,367.73	Rp 92,929,848,215.84
8	2026	Rp 491,671,100,454.55	Rp 26,116,940,110.64	Rp 465,554,240,343.92	0.221	0.179	Rp 90,667,931,541.40	Rp 83,290,756,248.00
9	2027	Rp 545,055,840,627.93	Rp 27,483,109,993.12	Rp 517,572,730,634.81	0.183	0.144	Rp 81,486,329,432.03	Rp 74,675,170,027.64
10	2028	Rp 604,496,648,296.45	Rp 28,882,975,370.65	Rp 577,373,673,927.10	0.151	0.116	Rp 73,871,004,138.98	Rp 66,875,665,808.79
11	2029	Rp 670,693,885,158.20	Rp 30,433,579,919.53	Rp 640,260,305,238.67	0.125	0.094	Rp 67,097,746,969.67	Rp 60,078,356,074.83
12	2030	Rp 744,429,454,526.82	Rp 32,025,552,031.35	Rp 716,454,986,558.17	0.104	0.076	Rp 61,777,354,520.62	Rp 53,909,594,840.33
13	2031	Rp 826,576,425,761.94	Rp 33,700,799,762.12	Rp 799,277,225,524.06	0.086	0.061	Rp 57,972,762,660.27	Rp 48,386,383,159.77
14	2032	Rp 918,109,696,251.08	Rp 35,463,679,236.35	Rp 883,660,017,017.43	0.071	0.049	Rp 54,639,673,560.95	Rp 43,439,315,531.37
15	2033	Rp 1,020,117,901,866.18	Rp 37,275,097,784.71	Rp 982,842,804,081.47	0.059	0.040	Rp 51,606,614,621.83	Rp 39,563,243,430.41
16	2034	Rp 1,138,816,722,159.18	Rp 39,270,909,171.13	Rp 1,098,087,631,298.05	0.049	0.032	Rp 48,830,800,274.27	Rp 35,033,778,625.92
17	2035	Rp 1,260,563,743,699.84	Rp 41,325,159,521.29	Rp 1,211,888,563,218.55	0.040	0.026	Rp 46,085,228,280.17	Rp 31,471,688,945.66
18	2036	Rp 1,401,875,064,106.70	Rp 43,486,867,136.63	Rp 1,345,361,931,243.33	0.033	0.021	Rp 43,270,895,174.37	Rp 28,277,015,273.23
19	2037	Rp 1,559,443,840,713.27	Rp 45,761,653,076.87	Rp 1,505,185,487,636.40	0.028	0.017	Rp 40,760,236,443.78	Rp 25,411,054,186.52

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					29%	30%	29%	30%
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^{(a)}}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^{(a)}}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
20	2038	Rp 1.735,161011,709.51	Rp 92,621,729,750.99	Rp 1,542,539,281,958.52	0.023	0.014	Rp 35,228,775,400.88	Rp 20,883,463,580.29
21	2039	Rp 1,931,138,444,297.69	Rp 50,674,429,732.06	Rp 1,880,464,014,565.63	0.019	0.011	Rp 35,551,620,961.03	Rp 20,530,978,044.61
22	2040	Rp 2,149,734,794,228.87	Rp 53,325,195,075.11	Rp 2,096,409,599,153.76	0.016	0.009	Rp 32,809,800,172.68	Rp 18,458,613,062.68
23	2041	Rp 2,393,584,394,409.48	Rp 56,114,621,216.94	Rp 2,337,469,773,192.54	0.013	0.007	Rp 30,283,531,231.33	Rp 16,597,674,557.22
24	2042	Rp 2,665,629,527,495.39	Rp 59,049,961,465.40	Rp 2,606,579,566,029.99	0.011	0.006	Rp 27,955,326,119.11	Rp 14,926,244,194.80
25	2043	Rp 2,969,156,478,981.83	Rp 248,555,394,187.55	Rp 2,720,601,084,794.28	0.009	0.005	Rp 24,154,136,138.70	Rp 12,563,849,858.99
26	2044	Rp 3,307,835,813,762.12	Rp 65,389,314,453.58	Rp 3,242,446,499,308.54	0.007	0.004	Rp 23,830,465,590.03	Rp 12,075,607,951.07
27	2045	Rp 3,685,767,371,038.79	Rp 68,809,811,328.95	Rp 3,616,957,559,709.84	0.006	0.003	Rp 22,005,750,630.16	Rp 10,863,203,457.35
28	2046	Rp 4,107,530,530,463.45	Rp 72,409,233,445.73	Rp 4,035,121,297,017.72	0.005	0.002	Rp 20,322,748,108.33	Rp 9,773,484,076.89
29	2047	Rp 4,578,240,367,172.38	Rp 76,196,940,333.60	Rp 4,502,043,426,838.78	0.004	0.002	Rp 18,770,186,407.24	Rp 8,793,885,572.26
30	2048	Rp 5,103,610,385,766.53	Rp 320,731,244,466.55	Rp 4,782,879,261,299.98	0.003	0.002	Rp 16,507,503,162.79	Rp 7,534,229,807.71
31	2049	Rp 5,690,022,604,150.72	Rp 84,377,120,123.85	Rp 5,605,645,484,026.87	0.003	0.001	Rp 16,015,874,812.91	Rp 7,121,203,363.94
32	2050	Rp 6,344,605,848,487.90	Rp 88,790,863,839.44	Rp 6,255,814,984,648.46	0.002	0.001	Rp 14,795,920,831.97	Rp 6,408,995,561.50
33	2051	Rp 7,075,323,221,454.07	Rp 93,435,489,262.76	Rp 6,981,887,732,191.32	0.002	0.001	Rp 13,669,858,834.43	Rp 5,768,425,005.29
34	2052	Rp 7,891,069,818,736.71	Rp 98,323,073,751.79	Rp 7,792,746,744,984.92	0.002	0.001	Rp 12,630,332,877.73	Rp 5,192,222,166.18
35	2053	Rp 8,801,781,894,690.66	Rp 413,865,305,711.11	Rp 8,387,916,588,979.55	0.001	0.001	Rp 11,254,116,411.19	Rp 4,507,078,501.72
36	2054	Rp 9,818,558,818,800.52	Rp 108,878,621,222.57	Rp 9,709,680,197,577.95	0.001	0.000	Rp 10,784,382,717.48	Rp 4,207,501,313.09
37	2055	Rp 10,953,799,321,825.20	Rp 114,574,031,654.66	Rp 10,839,225,290,170.50	0.001	0.000	Rp 9,966,018,167.21	Rp 3,787,877,208.64
38	2056	Rp 12,221,353,706,154.00	Rp 120,567,367,424.40	Rp 12,100,786,338,729.60	0.001	0.000	Rp 9,210,221,819.98	Rp 3,410,276,219.16

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					29%	30%	29%	30%
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^{(a)}}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^{(a)}}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
39	2057	Rp 13.636.693,891.14190	Rp 126.874.212,923.43	Rp 13.509.819,678.218.50	0.001	0.000	Rp 8.512,447,003.44	Rp 3.070,462,735.82
40	2058	Rp 15.217,103,383,427.70	Rp 534,043,871,034.47	Rp 14,683,059,512,393.20	0.001	0.000	Rp 7,658,420,133.57	Rp 2,691219,695.97
41	2059	Rp 16,981,889,507,167.10	Rp 140,494,889,395.69	Rp 16,841,394,617,771.40	0.000	0.000	Rp 7,271,663,047.01	Rp 2,489,367,185.62
42	2060	Rp 18,952,620,502,747.30	Rp 147,844,138,033.62	Rp 18,804,776,364,713.70	0.000	0.000	Rp 6,721,356,531.52	Rp 2,241,596,274.44
43	2061	Rp 21,153,390,408,247.70	Rp 155,577,823,826.35	Rp 20,997,812,584,421.30	0.000	0.000	Rp 6,212,921,707.43	Rp 2,018,559,675.40
44	2062	Rp 23,611,114,979,440.20	Rp 163,716,056,574.64	Rp 23,447,398,922,865.50	0.000	0.000	Rp 5,743,412,124.65	Rp 1,817,776,670.03
45	2063	Rp 26,355,862,285,672.40	Rp 689,19,992,069.50	Rp 25,666,742,293,602.90	0.000	0.000	Rp 5,204,256,667.34	Rp 1,604,703,935.82
	Jumlah						Rp 479,289,895,207.78	Rp (53,622,225,474.51)
	EIRR						23.68%	

Sumber : Hasil perhitungan

4.4. Analisa Kelayakan Finansial

4.4.1 *Benefit* (Manfaat)

1. Penentuan Harga Tarif Tol

Harga tarif tol didapatkan dari selisih biaya operasi antara jalan nasional dengan jalan tol. Persamaan untuk menghitung selisih biaya operasi jalan nasional dan jalan tol dapat dilihat pada persamaan (2.51). Di bawah ini adalah contoh perhitungan selisih biaya operasi untuk kendaraan golongan I menggunakan persamaan (2.51).

Biaya Operasi jalan nasional:

$$\begin{aligned} &= (12,15 \text{ km} \times \text{Rp } 4.591,29 / \text{km}) + (\text{Rp } 26.535,76 / \text{jam} \times \\ &\quad 0,27 \text{ jam}) \\ &= \text{Rp } 62.910,79 \end{aligned}$$

Biaya Operasi jalan tol:

$$\begin{aligned} &= (13,5 \text{ km} \times \text{Rp } 3027,09 / \text{km}) + (\text{Rp } 26.535,76 / \text{jam} \times 0,17 \\ &\quad \text{jam}) \\ &= \text{Rp } 45.343,61 \end{aligned}$$

Δ Biaya Operasi :

$$\begin{aligned} &= \text{Biaya operasi jalan nasional} - \text{Biaya operasi jalan tol} \\ &= \text{Rp } 62.910,79 - \text{Rp } 45.343,61 \\ &= \text{Rp } 17.567,18 \end{aligned}$$

Penentuan Tarif Tol :

Tarif tol ditentukan menggunakan persamaan (2.50). Studi ini akan mencoba menggunakan tiga kondisi sesuai dengan persamaan (2.50). Di bawah ini merupakan contoh penentuan tarif tol dari tiga kondisi tersebut untuk kendaraan golongan I.

1. Tarif tol sebesar 70% Δ Biaya Operasi

$$\text{Tarif tol} = 70\% \times \text{Rp } 17.567,18$$

$$= \text{Rp } 12.297,02$$

Tarif tol dibulatkan keatas dengan ketelitian sebesar Rp 500,00, maka tarif tol dengan keuntungan 70% untuk kendaraan golongan I pada jalan tol Pasuruan Probolinggo adalah Rp 12.500,00.

2. Tarif tol sebesar 60% Δ Biaya Operasi

$$\begin{aligned} \text{Tarif tol} &= 60\% \times \text{Rp } 17.567,18 \\ &= \text{Rp } 10.540,31 \end{aligned}$$

Tarif tol dibulatkan keatas dengan ketelitian sebesar Rp 500,00, maka tarif tol dengan keuntungan 60% untuk kendaraan golongan I pada jalan tol Pasuruan Probolinggo adalah Rp 11.000,00

3. Tarif tol sebesar 50% Δ Biaya Operasi

$$\begin{aligned} \text{Tarif tol} &= 50\% \times \text{Rp } 17.567,18 \\ &= \text{Rp } 8.783,59 \end{aligned}$$

Tarif tol dibulatkan keatas dengan ketelitian sebesar Rp 500,00, maka tarif tol dengan keuntungan 50% untuk kendaraan golongan I pada jalan tol Pasuruan Probolinggo adalah Rp 9.000,00.

Perhitungan tarif tol untuk kendaraan golongan II-V dilakukan dengan langkah yang sama seperti pada perhitungan tarif tol untuk kendaraan golongan I. Tabel 4.32 menyajikan besarnya tarif tol untuk kendaraan golongan I-V tahun 2019 dengan tingkat keuntungan mulai dari 50% sampai dengan 70%.

Tabel 4. 32 Tarif Tol Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019 dengan Prosentase Keuntungan 50%-70%

Golongan Kendaraan	Prosentase Keuntungan	Tarif Tol per Km	Tarif Tol (13,5 Km)	Tarif Tol Seksi I yang Diberlakukan
I	50%	Rp 650.64	Rp 8,783.59	Rp 9,000.00
	60%	Rp 780.76	Rp 10,540.31	Rp 11,000.00
	70%	Rp 910.89	Rp 12,297.02	Rp 12,500.00
II	50%	Rp 880.72	Rp 11,889.74	Rp 12,000.00
	60%	Rp 1,056.87	Rp 14,267.69	Rp 14,500.00
	70%	Rp 1,233.01	Rp 16,645.64	Rp 17,000.00
III	50%	Rp 1,073.61	Rp 14,493.67	Rp 14,500.00
	60%	Rp 1,288.33	Rp 17,392.41	Rp 17,500.00
	70%	Rp 1,503.05	Rp 20,291.14	Rp 20,500.00
IV	50%	Rp 1,243.44	Rp 16,786.48	Rp 17,000.00
	60%	Rp 1,492.13	Rp 20,143.77	Rp 20,500.00
	70%	Rp 1,740.82	Rp 23,501.07	Rp 24,000.00
V	50%	Rp 1,390.41	Rp 18,770.51	Rp 19,000.00
	60%	Rp 1,668.49	Rp 22,524.61	Rp 23,000.00
	70%	Rp 1,946.57	Rp 26,278.71	Rp 26,500.00

Sumber : Hasil perhitungan

2. Perhitungan Pendapatan Tarif Tol Tahun 2019-2063

Pendapatan tarif tol setiap tahunnya dihitung menggunakan persamaan (2.52). Contoh perhitungan pendapatan tarif tol untuk tahun 2019 untuk kendaraan golongan I dapat dilihat seperti pada Tabel 4.33.

Tabel 4. 33 Perhitungan Pendapatan dari Tarif Tol Kendaraan Golongan I Tahun 2019

	Uraian	Nilai	Keterangan
(1)	Tahun yang dihitung	2019	
(2)	Tarif Tol (50%)	Rp 9.000,00	Tersaji pada Tabel 4.32
(3)	r	7%	Diasumsikan mendekati suku bunga berlaku
(4)	Vol. kennd jalan tol	6078712 kend/thn	Tersaji pada Tabel 4.7
(5)= (2)x(1+(3)) ⁽¹⁾⁻²⁰¹⁹ x(4)	Pendapatan tol	Rp 65.100.953.685,08	Hitung dengan persamaan (2.31)

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.33 menyajikan besarnya pendapatan dari tarif tol dengan keuntungan 50% untuk kendaraan golongan I pada tahun 2019 adalah sebanyak Rp 65.100.953.685,08. Perhitungan untuk tahun, besar keuntungan tarif tol, serta golongan kendaraan lainnya dilakukan sama seperti perhitungan pada Tabel 4.33 di atas.

Tabel 4.34 menyajikan besarnya pendapatan tarif tol dengan keuntungan 50% yang masuk dari kendaraan golongan I-VI tahun 2019-2063. Tabel 4.35 menyajikan besarnya pendapatan tarif tol dengan keuntungan 60% yang masuk dari kendaraan golongan I-VI tahun 2019-2063. Tabel 4.36 menyajikan besarnya pendapatan tarif tol dengan keuntungan 70% yang masuk dari kendaraan golongan I-VI tahun 2019-2063.

Tabel 4. 34 Pendapatan Tarif Tol (50%) Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019-2063

Tahun	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Total
2019	Rp 65,100,953,685.08	Rp 24,455,557,236.83	Rp 8,638,586,994.45	Rp 6,419,187,116.52	Rp 2,890,325,916.35	Rp 107,504,610,949.22
2020	Rp 72,991,777,922.19	Rp 27,438,313,997.07	Rp 9,699,356,106.01	Rp 7,220,971,228.99	Rp 3,243,256,458.75	Rp 120,593,675,713.01
2021	Rp 81,839,107,069.61	Rp 30,785,220,001.32	Rp 10,890,564,409.91	Rp 8,123,107,691.56	Rp 3,639,327,798.16	Rp 135,277,326,970.56
2022	Rp 91,758,894,151.08	Rp 34,540,778,517.27	Rp 12,228,275,322.49	Rp 9,138,183,054.42	Rp 4,083,819,211.69	Rp 151,749,950,256.97
2023	Rp 102,881,149,662.00	Rp 38,754,937,663.60	Rp 13,730,533,530.04	Rp 10,280,365,872.41	Rp 4,582,656,791.28	Rp 170,229,643,519.32
2024	Rp 115,351,645,935.34	Rp 43,483,757,360.07	Rp 15,417,609,758.70	Rp 11,565,605,973.95	Rp 5,142,492,791.81	Rp 190,961,111,819.87
2025	Rp 129,333,828,164.07	Rp 48,790,158,076.37	Rp 17,312,275,835.52	Rp 13,011,858,884.12	Rp 5,770,794,726.59	Rp 214,218,915,686.67
2026	Rp 145,010,957,139.34	Rp 54,744,761,425.26	Rp 19,440,113,795.62	Rp 14,639,338,583.75	Rp 6,475,945,408.94	Rp 240,311,116,352.91
2027	Rp 162,588,511,802.36	Rp 61,426,833,881.18	Rp 21,829,863,257.33	Rp 16,470,802,190.22	Rp 7,267,355,286.89	Rp 269,583,366,417.98
2028	Rp 182,296,883,115.53	Rp 68,925,346,292.98	Rp 24,513,811,811.43	Rp 18,531,870,600.03	Rp 8,155,588,583.54	Rp 302,423,500,403.51
2029	Rp 204,394,394,578.92	Rp 77,340,163,418.08	Rp 27,528,233,760.20	Rp 20,851,389,645.83	Rp 9,152,504,942.47	Rp 339,266,686,345.50
2030	Rp 229,170,689,002.36	Rp 86,783,379,455.78	Rp 30,913,883,205.45	Rp 23,461,836,898.03	Rp 10,271,418,486.57	Rp 380,601,207,048.17
2031	Rp 256,950,525,947.03	Rp 97,380,817,523.79	Rp 34,716,548,230.07	Rp 26,399,779,892.33	Rp 11,527,276,434.34	Rp 426,974,948,027.57
2032	Rp 288,098,039,636.53	Rp 109,273,713,230.85	Rp 38,987,673,756.57	Rp 29,706,392,298.09	Rp 12,936,859,682.04	Rp 479,002,678,604.08

Tahun	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Total
2033	Rp 323,021,513,176.91	Rp 122,620,604,978.84	Rp 43,785,061,608.88	Rp 33,428,035,369.67	Rp 14,519,008,056.74	Rp 537,374,223,191.03
2034	Rp 362,178,731,697.40	Rp 137,599,456,414.93	Rp 49,173,657,364.32	Rp 37,616,912,955.44	Rp 16,294,873,279.47	Rp 602,863,631,711.57
2035	Rp 406,082,984,616.23	Rp 154,410,039,584.56	Rp 55,226,434,775.57	Rp 42,331,809,389.92	Rp 18,288,203,052.41	Rp 676,339,471,418.68
2036	Rp 455,309,795,750.86	Rp 173,276,610,852.41	Rp 62,025,389,883.65	Rp 47,638,920,779.37	Rp 20,525,660,105.12	Rp 758,776,377,371.41
2037	Rp 510,504,469,538.33	Rp 194,450,915,609.40	Rp 69,662,658,451.78	Rp 53,612,791,527.07	Rp 23,037,180,508.68	Rp 851,268,015,635.25
2038	Rp 572,390,552,336.43	Rp 218,215,562,220.71	Rp 78,241,772,046.82	Rp 60,337,369,449.93	Rp 25,856,376,097.82	Rp 955,041,632,151.70
2039	Rp 641,779,319,779.63	Rp 244,887,810,655.92	Rp 87,879,070,003.47	Rp 67,907,194,535.90	Rp 29,020,986,439.24	Rp 1,071,474,381,414.16
2040	Rp 719,580,414,622.57	Rp 274,823,826,842.50	Rp 98,705,286,653.07	Rp 76,428,738,305.36	Rp 32,573,386,455.70	Rp 1,202,111,652,879.20
2041	Rp 806,813,774,595.41	Rp 308,423,460,076.45	Rp 110,867,335,613.42	Rp 86,021,912,897.42	Rp 36,561,156,569.79	Rp 1,348,687,639,752.48
2042	Rp 904,623,006,717.38	Rp 346,135,607,892.39	Rp 124,530,315,651.90	Rp 96,821,771,434.91	Rp 41,037,723,079.71	Rp 1,513,148,424,776.29
2043	Rp 1,014,290,383,489.07	Rp 388,464,240,737.97	Rp 139,879,765,689.39	Rp 108,980,423,964.77	Rp 46,063,077,431.86	Rp 1,697,677,891,313.05
2044	Rp 1,137,253,657,659.97	Rp 435,975,167,719.84	Rp 157,124,199,948.70	Rp 122,669,196,363.10	Rp 51,704,584,126.12	Rp 1,904,726,805,817.72
2045	Rp 1,275,124,916,124.28	Rp 489,303,634,714.38	Rp 176,497,958,117.55	Rp 138,081,063,081.86	Rp 58,037,888,192.75	Rp 2,137,045,460,230.82
2046	Rp 1,429,711,720,248.04	Rp 549,162,857,399.78	Rp 198,264,409,744.52	Rp 155,433,388,545.82	Rp 65,147,934,532.74	Rp 2,397,720,310,470.89
2047	Rp 1,603,040,809,925.52	Rp 616,353,604,423.10	Rp 222,719,556,978.84	Rp 174,971,016,442.69	Rp 73,130,112,932.61	Rp 2,690,215,100,702.75
2048	Rp 1,797,384,682,295.94	Rp 691,774,960,135.79	Rp 250,196,085,268.87	Rp 196,969,751,149.35	Rp 82,091,544,273.36	Rp 3,018,417,023,123.30

Tahun	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Total
2049	Rp 2,015,291,393,764.09	Rp 776,436,412,310.63	Rp 281,067,917,825.80	Rp 221,740,281,175.07	Rp 92,152,525,372.63	Rp 3,386,688,530,448.21
2050	Rp 2,259,617,976,255.93	Rp 871,471,428,207.34	Rp 315,755,336,625.54	Rp 249,632,600,861.39	Rp 103,448,152,056.83	Rp 3,799,925,494,007.03
2051	Rp 2,533,567,906,056.44	Rp 978,152,702,529.96	Rp 354,730,740,559.32	Rp 281,040,993,748.49	Rp 116,130,142,485.10	Rp 4,263,622,485,379.31
2052	Rp 2,840,733,116,745.66	Rp 1,097,909,283,489.91	Rp 398,525,120,161.86	Rp 316,409,649,104.69	Rp 130,368,885,472.43	Rp 4,783,946,054,974.54
2053	Rp 3,185,141,107,366.08	Rp 1,232,345,808,665.46	Rp 447,735,338,267.68	Rp 356,238,992,235.72	Rp 146,355,741,623.00	Rp 5,367,816,988,157.93
2054	Rp 3,571,307,763,804.29	Rp 1,383,264,110,977.27	Rp 503,032,317,109.65	Rp 401,092,819,475.98	Rp 164,305,628,528.30	Rp 6,023,002,639,895.49
2055	Rp 4,004,296,586,328.04	Rp 1,552,687,487,272.60	Rp 565,170,244,935.66	Rp 451,606,340,364.98	Rp 184,459,925,155.07	Rp 6,758,220,584,056.35
2056	Rp 4,489,785,100,271.01	Rp 1,742,887,958,166.71	Rp 634,996,929,353.29	Rp 508,495,242,596.12	Rp 207,089,734,899.37	Rp 7,583,254,965,286.50
2057	Rp 5,034,139,321,104.93	Rp 1,956,416,888,423.28	Rp 713,465,440,517.47	Rp 572,565,910,082.79	Rp 232,499,551,673.43	Rp 8,509,087,111,801.90
2058	Rp 5,644,497,250,818.36	Rp 2,196,139,382,820.90	Rp 801,647,205,173.87	Rp 644,726,941,132.64	Rp 261,031,378,890.00	Rp 9,548,042,158,835.77
2059	Rp 6,328,862,501,020.80	Rp 2,465,272,923,775.31	Rp 900,746,732,710.91	Rp 726,002,132,496.48	Rp 293,069,357,389.43	Rp 10,713,953,647,392.90
2060	Rp 7,096,209,271,065.83	Rp 2,767,430,774,668.54	Rp 1,012,118,177,038.60	Rp 817,545,116,237.27	Rp 329,044,965,302.08	Rp 12,022,348,304,312.30
2061	Rp 7,956,600,058,479.89	Rp 3,106,670,737,665.57	Rp 1,137,283,963,619.10	Rp 920,655,860,255.00	Rp 369,442,860,649.59	Rp 13,490,653,480,669.10
2062	Rp 8,921,317,646,051.37	Rp 3,487,549,927,664.46	Rp 1,277,955,739,679.18	Rp 1,036,799,270,252.40	Rp 414,807,446,269.56	Rp 15,138,430,029,917.00
2063	Rp 10,003,013,097,269.80	Rp 3,915,186,305,925.16	Rp 1,436,057,937,941.08	Rp 1,167,626,161,327.64	Rp 465,750,246,519.68	Rp 16,987,633,748,983.40

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 35 Pendapatan Tarif Tol (60%) Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019-2063

Tahun	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Total
2019	Rp 79,567,832,281.76	Rp 29,550,464,994.50	Rp 10,425,880,855.37	Rp 7,740,784,464.04	Rp 3,498,815,582.95	Rp 130,783,778,178.61
2020	Rp 89,212,173,016.01	Rp 33,154,629,413.13	Rp 11,706,119,438.29	Rp 8,707,641,776.14	Rp 3,926,047,292.17	Rp 146,706,610,935.73
2021	Rp 100,025,575,307.30	Rp 37,198,807,501.60	Rp 13,143,784,632.65	Rp 9,795,512,216.29	Rp 4,405,502,071.45	Rp 164,569,181,729.29
2022	Rp 112,149,759,517.99	Rp 41,736,774,041.71	Rp 14,758,263,320.25	Rp 11,019,573,683.27	Rp 4,943,570,624.68	Rp 184,607,941,187.90
2023	Rp 125,743,627,364.67	Rp 46,828,883,010.18	Rp 16,571,333,570.73	Rp 12,396,911,787.31	Rp 5,547,426,642.07	Rp 207,088,182,374.97
2024	Rp 140,985,345,032.08	Rp 52,542,873,476.75	Rp 18,607,460,053.60	Rp 13,946,760,145.06	Rp 6,225,122,853.25	Rp 232,307,561,560.74
2025	Rp 158,074,678,867.19	Rp 58,954,774,342.28	Rp 20,894,126,008.39	Rp 15,690,771,007.32	Rp 6,985,698,879.56	Rp 260,600,049,104.74
2026	Rp 177,235,614,281.41	Rp 66,149,920,055.52	Rp 23,462,206,305.05	Rp 17,653,320,056.88	Rp 7,839,302,337.14	Rp 292,340,363,036.01
2027	Rp 198,719,292,202.89	Rp 74,224,090,939.75	Rp 26,346,386,689.88	Rp 19,861,849,699.97	Rp 8,797,324,820.97	Rp 327,948,944,353.46
2028	Rp 222,807,301,585.65	Rp 83,284,793,437.35	Rp 29,585,634,944.83	Rp 22,347,255,723.57	Rp 9,872,554,601.13	Rp 367,897,540,292.52
2029	Rp 249,815,371,152.01	Rp 93,452,697,463.52	Rp 33,223,730,400.24	Rp 25,144,322,808.20	Rp 11,079,348,088.26	Rp 412,715,469,912.23
2030	Rp 280,097,508,780.66	Rp 104,863,250,175.73	Rp 37,309,859,041.05	Rp 28,292,215,082.91	Rp 12,433,822,378.47	Rp 462,996,655,458.84
2031	Rp 314,050,642,824.15	Rp 117,668,487,841.25	Rp 41,899,282,346.63	Rp 31,835,028,693.70	Rp 13,954,071,473.15	Rp 519,407,513,178.88
2032	Rp 352,119,826,222.42	Rp 132,039,070,153.94	Rp 47,054,089,016.55	Rp 35,822,414,241.81	Rp 15,660,409,088.79	Rp 582,695,808,723.52
2033	Rp 394,804,071,660.67	Rp 148,166,564,349.43	Rp 52,844,039,872.79	Rp 40,310,277,945.77	Rp 17,575,641,331.84	Rp 653,700,595,160.50

Tahun	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Total
2034	Rp 442,662,894,296.82	Rp 166,266,009,834.71	Rp 59,347,517,508.67	Rp 45,361,571,505.09	Rp 19,725,372,917.26	Rp 733,363,366,062.55
2035	Rp 496,323,647,864.28	Rp 186,578,797,831.34	Rp 66,652,593,694.66	Rp 51,047,181,911.37	Rp 22,138,351,063.44	Rp 822,740,572,365.08
2036	Rp 556,489,750,362.16	Rp 209,375,904,780.00	Rp 74,858,229,169.92	Rp 57,446,933,881.00	Rp 24,846,851,706.20	Rp 923,017,669,899.28
2037	Rp 623,949,907,213.51	Rp 234,961,523,028.02	Rp 84,075,622,269.39	Rp 64,650,719,194.41	Rp 27,887,113,247.35	Rp 1,035,524,884,952.67
2038	Rp 699,588,452,855.63	Rp 263,677,137,683.36	Rp 94,429,724,884.09	Rp 72,759,769,042.56	Rp 31,299,823,697.36	Rp 1,161,754,908,162.99
2039	Rp 784,396,946,397.32	Rp 295,906,104,542.57	Rp 106,060,946,555.91	Rp 81,888,087,528.58	Rp 35,130,667,794.88	Rp 1,303,382,752,819.26
2040	Rp 879,487,173,427.58	Rp 332,078,790,768.02	Rp 119,127,070,098.53	Rp 92,164,066,779.99	Rp 39,430,941,499.01	Rp 1,462,288,042,573.14
2041	Rp 986,105,724,505.50	Rp 372,678,347,592.38	Rp 133,805,405,050.68	Rp 103,732,306,729.24	Rp 44,258,242,163.43	Rp 1,640,580,026,041.21
2042	Rp 1,105,650,341,543.46	Rp 418,247,192,869.97	Rp 150,295,208,545.40	Rp 116,755,665,553.87	Rp 49,677,243,728.06	Rp 1,840,625,652,240.77
2043	Rp 1,239,688,246,486.64	Rp 469,394,290,891.71	Rp 168,820,406,866.50	Rp 131,417,570,075.16	Rp 55,760,567,417.52	Rp 2,065,081,081,737.53
2044	Rp 1,389,976,692,695.51	Rp 526,803,327,661.48	Rp 189,632,655,110.49	Rp 147,924,619,143.74	Rp 62,589,759,731.61	Rp 2,316,927,054,342.84
2045	Rp 1,558,486,008,596.34	Rp 591,241,891,946.54	Rp 213,014,777,038.43	Rp 166,509,517,245.78	Rp 70,256,390,970.17	Rp 2,599,508,585,797.25
2046	Rp 1,747,425,435,858.71	Rp 663,571,786,024.73	Rp 239,284,632,450.28	Rp 187,434,380,305.25	Rp 78,863,289,171.21	Rp 2,916,579,523,810.19
2047	Rp 1,959,272,101,020.08	Rp 744,760,605,344.57	Rp 268,799,465,319.29	Rp 210,994,461,004.42	Rp 88,525,926,181.58	Rp 3,272,352,558,869.94
2048	Rp 2,196,803,500,583.93	Rp 835,894,743,497.41	Rp 301,960,792,565.87	Rp 237,522,346,974.21	Rp 99,373,974,646.70	Rp 3,671,555,358,268.12

Tahun	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Total
2049	Rp 2,463,133,925,711.67	Rp 938,193,998,208.68	Rp 339,219,900,824.24	Rp 267,392,692,005.23	Rp 111,553,057,030.02	Rp 4,119,493,573,779.83
2050	Rp 2,761,755,304,312.80	Rp 1,053,027,975,750.54	Rp 381,084,026,961.86	Rp 301,027,548,097.56	Rp 125,226,710,384.58	Rp 4,622,121,565,507.34
2051	Rp 3,096,582,996,291.20	Rp 1,181,934,515,557.04	Rp 428,123,307,571.59	Rp 338,902,374,814.35	Rp 140,578,593,534.59	Rp 5,186,121,787,768.78
2052	Rp 3,472,007,142,689.14	Rp 1,326,640,384,216.97	Rp 480,978,593,298.80	Rp 381,552,812,155.65	Rp 157,814,966,624.52	Rp 5,818,993,898,985.08
2053	Rp 3,892,950,242,336.32	Rp 1,489,084,518,804.09	Rp 540,370,235,840.30	Rp 429,582,314,166.60	Rp 177,167,476,701.53	Rp 6,529,154,787,848.84
2054	Rp 4,364,931,711,316.36	Rp 1,671,444,134,097.54	Rp 607,107,968,925.44	Rp 483,670,752,897.50	Rp 198,896,287,165.83	Rp 7,326,050,854,402.67
2055	Rp 4,894,140,272,178.72	Rp 1,876,164,047,121.06	Rp 682,102,019,749.94	Rp 544,584,116,322.48	Rp 223,293,593,608.76	Rp 8,220,284,048,980.96
2056	Rp 5,487,515,122,553.45	Rp 2,105,989,616,118.11	Rp 766,375,604,391.90	Rp 613,185,439,601.21	Rp 250,687,573,825.56	Rp 9,223,753,356,490.22
2057	Rp 6,152,836,948,017.14	Rp 2,364,003,740,178.14	Rp 861,078,979,934.87	Rp 690,447,126,864.54	Rp 281,446,825,709.94	Rp 10,349,813,620,704.60
2058	Rp 6,898,829,973,222.44	Rp 2,653,668,420,908.59	Rp 967,505,247,623.64	Rp 777,464,840,777.60	Rp 315,985,353,393.15	Rp 11,613,453,835,925.40
2059	Rp 7,735,276,390,136.53	Rp 2,978,871,449,561.83	Rp 1,087,108,125,685.58	Rp 875,473,159,775.17	Rp 354,768,169,471.42	Rp 13,031,497,294,630.50
2060	Rp 8,673,144,664,636.02	Rp 3,343,978,852,724.49	Rp 1,221,521,937,805.21	Rp 985,863,228,403.77	Rp 398,317,589,576.20	Rp 14,622,826,273,145.70
2061	Rp 9,724,733,404,808.76	Rp 3,753,893,808,012.56	Rp 1,372,584,094,023.05	Rp 1,110,202,655,013.38	Rp 447,220,304,996.88	Rp 16,408,634,266,854.60
2062	Rp 10,903,832,678,507.20	Rp 4,214,122,829,261.23	Rp 1,542,360,375,474.88	Rp 1,250,257,943,539.65	Rp 502,135,329,694.73	Rp 18,412,709,156,477.70
2063	Rp 12,225,904,896,663.10	Rp 4,730,850,119,659.57	Rp 1,733,173,373,377.17	Rp 1,408,019,782,777.45	Rp 563,802,929,997.51	Rp 20,661,751,102,474.80

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 36 Pendapatan Tarif Tol (70%) Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I Tahun 2019-2063

Tahun	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Total
2019	Rp 90,417,991,229.28	Rp 34,645,372,752.17	Rp 12,213,174,716.28	Rp 9,062,381,811.56	Rp 4,031,244,041.22	Rp 150,370,164,550.51
2020	Rp 101,377,469,336.37	Rp 38,870,944,829.19	Rp 13,712,882,770.56	Rp 10,194,312,323.28	Rp 4,523,489,271.41	Rp 168,679,098,530.82
2021	Rp 113,665,426,485.57	Rp 43,612,395,001.88	Rp 15,397,004,855.39	Rp 11,467,916,741.03	Rp 5,075,904,560.59	Rp 189,218,647,644.44
2022	Rp 127,442,908,543.17	Rp 48,932,769,566.14	Rp 17,288,251,318.01	Rp 12,900,964,312.13	Rp 5,695,853,111.05	Rp 212,260,746,850.49
2023	Rp 142,890,485,641.67	Rp 54,902,828,356.76	Rp 19,412,133,611.43	Rp 14,513,457,702.22	Rp 6,391,600,261.52	Rp 238,110,505,573.60
2024	Rp 160,210,619,354.64	Rp 61,601,989,593.43	Rp 21,797,310,348.51	Rp 16,327,914,316.17	Rp 7,172,424,157.00	Rp 267,110,257,769.74
2025	Rp 179,630,316,894.54	Rp 69,119,390,608.19	Rp 24,475,976,181.26	Rp 18,369,683,130.52	Rp 8,048,740,013.40	Rp 299,644,106,827.91
2026	Rp 201,404,107,137.97	Rp 77,555,078,685.79	Rp 27,484,298,814.49	Rp 20,667,301,530.00	Rp 9,032,239,649.32	Rp 336,143,025,817.57
2027	Rp 225,817,377,503.28	Rp 87,021,347,998.33	Rp 30,862,910,122.43	Rp 23,252,897,209.73	Rp 10,136,048,163.29	Rp 377,090,580,997.06
2028	Rp 253,190,115,438.24	Rp 97,644,240,581.72	Rp 34,657,458,078.22	Rp 26,162,640,847.11	Rp 11,374,899,866.52	Rp 423,029,354,811.81
2029	Rp 283,881,103,581.83	Rp 109,565,231,508.95	Rp 38,919,227,040.28	Rp 29,437,255,970.58	Rp 12,765,335,840.82	Rp 474,568,153,942.46
2030	Rp 318,292,623,614.38	Rp 122,943,120,895.69	Rp 43,705,834,876.66	Rp 33,122,593,267.80	Rp 14,325,925,783.89	Rp 532,390,098,438.43
2031	Rp 356,875,730,481.99	Rp 137,956,158,158.71	Rp 49,082,016,463.20	Rp 37,270,277,495.06	Rp 16,077,517,132.11	Rp 597,261,699,731.06
2032	Rp 400,136,166,161.84	Rp 154,804,427,077.04	Rp 55,120,504,276.54	Rp 41,938,436,185.54	Rp 18,043,514,819.69	Rp 670,043,048,520.64
2033	Rp 448,640,990,523.49	Rp 173,712,523,720.02	Rp 61,903,018,136.70	Rp 47,192,520,521.88	Rp 20,250,195,447.55	Rp 751,699,248,349.64

Tahun	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Total
2034	Rp 503,026,016,246.38	Rp 194,932,563,254.49	Rp 69,521,377,653.01	Rp 53,106,230,054.74	Rp 22,727,060,100.32	Rp 843,313,247,308.94
2035	Rp 564,004,145,300.31	Rp 218,747,556,078.12	Rp 78,078,752,613.74	Rp 59,762,554,432.83	Rp 25,507,230,573.09	Rp 946,100,238,998.09
2036	Rp 632,374,716,320.64	Rp 245,475,198,707.58	Rp 87,691,068,456.19	Rp 67,254,946,982.64	Rp 28,627,894,357.14	Rp 1,061,423,824,824.19
2037	Rp 709,033,985,469.90	Rp 275,472,130,446.65	Rp 98,488,586,086.99	Rp 75,688,646,861.74	Rp 32,130,804,393.69	Rp 1,190,814,153,258.97
2038	Rp 794,986,878,245.03	Rp 309,138,713,146.01	Rp 110,617,677,721.36	Rp 85,182,168,635.19	Rp 36,062,840,346.95	Rp 1,335,988,278,094.55
2039	Rp 891,360,166,360.60	Rp 346,924,398,429.22	Rp 124,242,823,108.35	Rp 95,868,980,521.27	Rp 40,476,638,981.05	Rp 1,498,873,007,400.48
2040	Rp 999,417,242,531.34	Rp 389,333,754,693.55	Rp 139,548,853,544.00	Rp 107,899,395,254.62	Rp 45,431,302,161.90	Rp 1,681,630,548,185.41
2041	Rp 1,120,574,686,938.07	Rp 436,933,235,108.30	Rp 156,743,474,487.93	Rp 121,442,700,561.06	Rp 50,993,192,057.87	Rp 1,886,687,289,153.22
2042	Rp 1,256,420,842,663.03	Rp 490,358,777,847.56	Rp 176,060,101,438.90	Rp 136,689,559,672.82	Rp 57,236,824,295.38	Rp 2,116,766,105,917.68
2043	Rp 1,408,736,643,734.81	Rp 550,324,341,045.45	Rp 197,761,048,043.62	Rp 153,854,716,185.56	Rp 64,245,871,154.97	Rp 2,374,922,620,164.40
2044	Rp 1,579,518,968,972.18	Rp 617,631,487,603.11	Rp 222,141,110,272.29	Rp 173,180,041,924.38	Rp 72,114,288,386.42	Rp 2,664,585,897,158.38
2045	Rp 1,771,006,827,950.39	Rp 693,180,149,178.70	Rp 249,531,595,959.30	Rp 194,937,971,409.69	Rp 80,947,580,900.42	Rp 2,989,604,125,398.49
2046	Rp 1,985,710,722,566.72	Rp 777,980,714,649.68	Rp 280,304,855,156.05	Rp 219,435,372,064.68	Rp 90,864,224,479.87	Rp 3,354,295,888,917.00
2047	Rp 2,226,445,569,341.00	Rp 873,167,606,266.05	Rp 314,879,373,659.74	Rp 247,017,905,566.15	Rp 101,997,262,774.43	Rp 3,763,507,717,607.37
2048	Rp 2,496,367,614,299.92	Rp 980,014,526,859.04	Rp 353,725,499,862.88	Rp 278,074,942,799.08	Rp 114,496,101,223.37	Rp 4,222,678,685,044.28

Tahun	Gol. I	Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Total
2049	Rp 2,799,015,824,672.35	Rp 1,099,951,584,106.72	Rp 397,371,883,822.68	Rp 313,045,102,835.39	Rp 128,528,522,230.24	Rp 4,737,912,917,667.39
2050	Rp 3,138,358,300,355.45	Rp 1,234,584,523,293.74	Rp 446,412,717,298.18	Rp 352,422,495,333.73	Rp 144,282,948,921.37	Rp 5,316,060,985,202.46
2051	Rp 3,518,844,313,967.28	Rp 1,385,716,328,584.11	Rp 501,515,874,583.86	Rp 396,763,755,880.22	Rp 161,970,988,202.90	Rp 5,964,811,261,218.37
2052	Rp 3,945,462,662,146.75	Rp 1,555,371,484,944.03	Rp 563,432,066,435.74	Rp 446,695,975,206.62	Rp 181,830,287,632.60	Rp 6,692,792,476,365.73
2053	Rp 4,423,807,093,564.00	Rp 1,745,823,228,942.73	Rp 633,005,133,412.92	Rp 502,925,636,097.48	Rp 204,127,744,895.24	Rp 7,509,688,836,912.37
2054	Rp 4,960,149,671,950.41	Rp 1,959,624,157,217.81	Rp 711,183,620,741.22	Rp 566,248,686,319.03	Rp 229,163,113,473.67	Rp 8,426,369,249,702.14
2055	Rp 5,561,523,036,566.73	Rp 2,199,640,606,969.52	Rp 799,033,794,564.21	Rp 637,561,892,279.98	Rp 257,273,053,505.75	Rp 9,455,032,383,886.18
2056	Rp 6,235,812,639,265.29	Rp 2,469,091,274,069.50	Rp 897,754,279,430.51	Rp 717,875,636,606.29	Rp 288,835,682,885.97	Rp 10,609,369,512,257.60
2057	Rp 6,991,860,168,201.30	Rp 2,771,590,591,932.99	Rp 1,008,692,519,352.28	Rp 808,328,343,646.29	Rp 324,275,690,491.88	Rp 11,904,747,313,624.70
2058	Rp 7,839,579,515,025.50	Rp 3,111,197,458,996.28	Rp 1,133,363,290,073.40	Rp 910,202,740,422.55	Rp 364,070,081,083.42	Rp 13,358,413,085,601.10
2059	Rp 8,790,086,806,973.33	Rp 3,492,469,975,348.35	Rp 1,273,469,518,660.25	Rp 1,024,944,187,053.85	Rp 408,754,630,043.16	Rp 14,989,725,118,078.90
2060	Rp 9,855,846,209,813.66	Rp 3,920,526,930,780.44	Rp 1,430,925,698,571.81	Rp 1,154,181,340,570.27	Rp 458,931,135,816.06	Rp 16,820,411,315,552.20
2061	Rp 11,050,833,414,555.40	Rp 4,401,116,878,359.56	Rp 1,607,884,224,427.00	Rp 1,299,749,449,771.76	Rp 515,275,568,800.75	Rp 18,874,859,535,914.50
2062	Rp 12,390,718,952,849.10	Rp 4,940,695,730,857.99	Rp 1,806,765,011,270.57	Rp 1,463,716,616,826.91	Rp 578,547,227,691.75	Rp 21,180,443,539,496.40
2063	Rp 13,893,073,746,208.10	Rp 5,546,513,933,393.98	Rp 2,030,288,808,813.26	Rp 1,648,413,404,227.26	Rp 649,599,028,040.61	Rp 23,767,888,920,683.20

Sumber : Hasil perhitungan

4.4.2 Cost (Biaya)

Jumlah biaya untuk perhitungan analisa kelayakan finansial dapat dilihat pada Tabel 4.28 dan Tabel 4.29. Tabel 4.28 menyajikan total biaya investasi pada tahun 2018. Tabel 4.29 menyajikan total biaya operasi dan pemeliharaan rutin maupun berkala dari tahun 2019-2063.

4.4.3 Net Present Value (NPVf) dan Benefit Cost Ratio (BCRf)

NPVf dihitung menggunakan persamaan (2.55) dan BCRf dihitung menggunakan persamaan (2.56). Persamaan (2.55) dan (2.56) membutuhkan data PWB dan PWC. Contoh perhitungan PWB (dihitung menggunakan persamaan 2.53) dan PWC (dihitung menggunakan persamaan 2.54) tahun 2019 dapat dilihat seperti di bawah ini :

1. NPVf dan BCRf dari Tarif Tol 50%

$$\begin{aligned} \text{Total Benefit}_{2019} (B) &= \text{Total pendapatan dari tarif tol tahun} \\ &\quad \text{2019 (tersaji pada Tabel 4.34)} \\ &= \text{Rp } 107.504.610.949,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PWB}_{2019} &= \frac{\text{Rp } 107.504.610.949,22}{(1+7,58\%)^1} \\ &= \text{Rp } 99.925.705.394,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Cost}_{2019} (C) &= \text{Biaya O\&P rutin}_{2019} \\ &= \text{Rp } 18.277.517.706,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PWC}_{2019} &= \frac{\text{Rp } 18.277.517.706,97}{(1+7,58\%)^1} \\ &= \text{Rp } 16.988.981.529,23 \end{aligned}$$

Perhitungan PWB dan PWC untuk tahun-tahun selanjutnya dilakukan dengan langkah yang sama. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 menyajikan nilai NPVf yang didapatkan untuk jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I dengan tarif tol 50% adalah sebesar Rp 10.550.174.681.019,00. Nilai NPVf tersebut adalah positif atau lebih dari nol, yang berarti layak.

Tabel 4.37 juga memperlihatkan bahwa nilai kumulatif NPV (PWB – PWC) mencapai nilai positif pada tahun ke 16. Hal tersebut menandakan bahwa pada tahun ke 16 proyek sudah balik modal dan telah mencapai keuntungan sebesar Rp 134.566.692.254,38.

Nilai BCR yang tersaji pada Tabel 4.37 adalah sebesar 5.21. Nilai BCR tersebut adalah lebih besar dari satu, yang menandakan bahwa proyek tersebut layak secara finansial dan tarif tol sebesar 50% dari selisih biaya operasi perjalanan dapat digunakan.

2. NPVf dan BCRf dari Tarif Tol 60%

Nilai NPVf dan BCRf untuk tarif tol 60% tersaji pada Tabel 4.38. Tabel 4.38 menyajikan nilai NPVf yang didapatkan untuk jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I dengan tarif tol 60% adalah sebesar Rp 13.375.585.426.492,60. Nilai NPVf tersebut adalah positif atau lebih dari nol, yang berarti layak.

Tabel 4.38 juga memperlihatkan bahwa nilai kumulatif NPV (PWB – PWC) mencapai nilai positif pada tahun ke 13. Hal tersebut menandakan bahwa pada tahun ke 13 proyek sudah balik modal dan telah mencapai keuntungan sebesar Rp 36.483.548.784,79.

Nilai BCR yang tersaji pada Tabel 4.38 adalah sebesar 6,33. Nilai BCR tersebut adalah lebih besar dari satu, yang menandakan bahwa proyek tersebut layak secara finansial dan tarif tol sebesar 60% dari selisih biaya operasi perjalanan dapat digunakan.

3. NPVf dan BCRf dari Tarif Tol 70%

Nilai NPVf dan BCRf untuk tarif tol 70% tersaji pada Tabel 4.39. Tabel 4.39 menyajikan nilai NPVf yang didapatkan untuk jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I dengan tarif tol 70% adalah sebesar Rp 15.759.813.510.606,90. Nilai NPVf tersebut adalah positif atau lebih dari nol, yang berarti layak.

Tabel 4.39 juga memperlihatkan bahwa nilai kumulatif NPV (PWB – PWC) mencapai nilai positif pada tahun ke 12. Hal tersebut menandakan bahwa pada tahun ke 12 proyek sudah balik modal dan telah mencapai keuntungan sebesar Rp 126.648.319.489,20.

Nilai BCR yang tersaji pada Tabel 4.39 adalah sebesar 7,29. Nilai BCR tersebut adalah lebih besar dari satu, yang menandakan bahwa proyek tersebut layak secara finansial dan tarif tol sebesar 70% dari selisih biaya operasi perjalanan dapat digunakan.

Tabel 4. 37 Perhitungan NPVf dan BCRf Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 50%

Thn ke-	Tahun	Biaya Investasi	Biaya O&P Rutin	Biaya O&P Berkala (5 tahun)	Total Biaya (C)	Total Manfaat (B)	PWB	PWC	NPV (kumulatif)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	$(f) = (c) + (d) + (e)$	(g)	$(h) = \frac{(g)}{(1+r)^a}$	$(i) = \frac{(f)}{(1+r)^a}$	$(j) = (h) - (i)$
0	2018	Rp 1736.895.262,0249			Rp 1736.895.262,0249	Rp -	Rp -	Rp 1736.895.262,0249	Rp (1736.895.262,0249)
1	2019		Rp 8.277,517.706,97		Rp 8.277,517.706,97	Rp 107.504,610.949,22	Rp 99.925,705.394,2	Rp 6.988,981529,23	Rp (1653.958.538.147,60)
2	2020		Rp 9.233.609,5814		Rp 9.233.609,5814	Rp 120.593,675,713,01	Rp 104.89,701654,66	Rp 16,617,322,858,37	Rp (1566,386,59,35131)
3	2021		Rp 20.239,714,355,66		Rp 20.239,714,355,66	Rp 135,277,326,970,56	Rp 108,636,410,069,73	Rp 16,253,794,761,29	Rp (1474,003,544,042,87)
4	2022		Rp 2.1298,448,9146		Rp 2.1298,448,9146	Rp 151,749,950,256,97	Rp 113,273,698,480,89	Rp 16,898,29,369,86	Rp (1376,628,064,93184)
5	2023		Rp 22,42,564,100,2	Rp 67,237,692,300,36	Rp 89,650,256,400,48	Rp 170,229,643,519,32	Rp 118,109,775,489,10	Rp 62,201,690,828,30	Rp (1320,719,980,27104)
6	2024		Rp 23,584,959,102,48		Rp 23,584,959,102,48	Rp 90,961,1118,918,7	Rp 123,153,205,312,21	Rp 16,210,234,601,94	Rp (1212,777,009,560,77)
7	2025		Rp 24,818,681,761,76		Rp 24,818,681,761,76	Rp 214,218,915,686,67	Rp 128,412,923,295,27	Rp 14,877,888,066,21	Rp (1099,241574,81717)
8	2026		Rp 26,16,940,110,64		Rp 26,16,940,110,64	Rp 240,31116,352,91	Rp 133,898,252,102,51	Rp 14,552,021,912,90	Rp (979,895,344,682,10)
9	2027		Rp 27,483,109,993,12		Rp 27,483,109,993,12	Rp 269,583,366,417,98	Rp 139,618,916,213,14	Rp 14,233,675,276,69	Rp (854,510,11337,45)
10	2028		Rp 28,920,743,842,66	Rp 86,762,231,527,99	Rp 115,682,975,370,65	Rp 302,423,500,403,51	Rp 145,585,071,609,89	Rp 55,689,171,743,96	Rp (764,614,20147,152)
11	2029		Rp 30,433,579,919,53		Rp 30,433,579,919,53	Rp 339,266,686,345,50	Rp 151,807,300,120,98	Rp 13,617,122,536,70	Rp (626,424,623,887,25)
12	2030		Rp 32,025,552,031,13		Rp 32,025,552,031,13	Rp 380,601,207,048,17	Rp 158,296,652,737,8	Rp 13,319,815,057,71	Rp (481447,786,207,78)
13	2031		Rp 33,700,799,762,12		Rp 33,700,799,762,12	Rp 426,974,948,027,57	Rp 165,064,657,652,89	Rp 13,028,424,737,94	Rp (329,411,553,292,83)
14	2032		Rp 35,463,679,236,35		Rp 35,463,679,236,35	Rp 479,002,678,604,08	Rp 172,123,343,641,00	Rp 12,743,409,005,06	Rp (170,0316,656,89)
15	2033		Rp 37,318,774,446,18	Rp 111,956,323,338,53	Rp 149,275,097,784,71	Rp 537,374,223,910,3	Rp 179,485,261,943,63	Rp 49,858,513,622,87	Rp (40,404,870,336,13)
16	2034		Rp 39,270,909,171,13		Rp 39,270,909,171,13	Rp 602,863,631,711,57	Rp 187,163,509,127,81	Rp 12,191,946,537,30	Rp 134,566,692,254,38
17	2035		Rp 41,325,159,521,29		Rp 41,325,159,521,29	Rp 676,339,471,418,68	Rp 195,171,750,949,26	Rp 11,925,229,981,19	Rp 317,813,212,222,45
18	2036		Rp 43,486,867,136,63		Rp 43,486,867,136,63	Rp 758,776,377,371,41	Rp 203,524,247,269,02	Rp 11,664,348,237,53	Rp 509,673,112,253,94
19	2037		Rp 45,761,653,076,87		Rp 45,761,653,076,87	Rp 851,288,015,635,25	Rp 212,235,878,069,73	Rp 11,409,177,661,30	Rp 710,499,816,662,36
20	2038		Rp 48,155,432,437,75	Rp 144,466,297,313,24	Rp 192,621,729,750,99	Rp 955,041,632,151,70	Rp 211,322,170,620,75	Rp 44,638,325,599,65	Rp 887,183,661,683,46
21	2039		Rp 50,674,429,732,06		Rp 50,674,429,732,06	Rp 1071,474,381,414,16	Rp 230,799,327,843,18	Rp 10,915,449,332,12	Rp 1107,067,540,194,51
22	2040		Rp 53,325,195,075,11		Rp 53,325,195,075,11	Rp 1202,111,652,879,20	Rp 240,684,257,928,20	Rp 10,676,658,008,26	Rp 1337,075,140,114,46
23	2041		Rp 56,114,621,216,94		Rp 56,114,621,216,94	Rp 1,348,687,639,752,48	Rp 250,994,605,264,91	Rp 10,443,090,591,77	Rp 1577,626,654,787,60

Thn ke-	Tahun	Biaya Investasi	Biaya O&P Rutin	Biaya O&P Berkala (5 tahun)	Total Biaya (C)	Total Manfaat (B)	PWB	PWC	NPV (kumulatif)	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	$(f) = (c) + (d) + (e)$	(g)	$(h) = \frac{(g)}{(1+r)^{(a)}}$	$(i) = \frac{(f)}{(1+r)^{(a)}}$	$(j) = (h) - (i)$	
24	2042		Rp 59,049.961.465.40		Rp 59,049.961.465.40	Rp 1513,448.424,776.29	Rp 261748,782,735.78	Rp 0,214,632,802.10	Rp 1829,160,804,721.28	
25	2043		Rp 62,138,848,546.89	Rp 186,416,545,640.66	Rp 248,555,394,187.55	Rp 1697,677,891313.05	Rp 272,966,005,440.96	Rp 39,964,691,434.90	Rp 2,062,162,118,727.34	
26	2044		Rp 65,389,314,453.58		Rp 65,389,314,453.58	Rp 1904,726,805,817.72	Rp 284,666,325,915.29	Rp 9,772,601,426.50	Rp 2,337,055,843,216.13	
27	2045		Rp 68,809,811,328.95		Rp 68,809,811,328.95	Rp 2,137,045,460,230.82	Rp 296,870,670,904.54	Rp 9,558,811,562.12	Rp 2,624,367,702,558.54	
28	2046		Rp 72,409,233,445.73		Rp 72,409,233,445.73	Rp 2,397,720,310,470.89	Rp 309,600,879,770.75	Rp 9,349,698,661.86	Rp 2,924,618,883,667.43	
29	2047		Rp 76,196,940,333.60		Rp 76,196,940,333.60	Rp 2,690,215,100,702.75	Rp 322,879,744,599.46	Rp 9,145,104,013.31	Rp 3,238,353,467,856.58	
30	2048		Rp 80,182,781,116.64	Rp 240,548,343,349.91	Rp 320,731,124,466.55	Rp 3,016,417,023,123.30	Rp 336,731,052,084.95	Rp 35,780,386,921.57	Rp 3,539,304,133,919.96	
31	2049		Rp 84,377,120,123.85		Rp 84,377,120,123.85	Rp 3,386,688,530,448.21	Rp 351,179,627,273.16	Rp 8,749,409,734.34	Rp 3,881,734,350,558.77	
32	2050		Rp 88,790,863,839.44		Rp 88,790,863,839.44	Rp 3,799,925,494,007.03	Rp 366,251,379,245.39	Rp 8,558,003,675.83	Rp 4,239,427,726,128.34	
33	2051		Rp 93,435,489,262.76		Rp 93,435,489,262.76	Rp 4,263,622,485,379.31	Rp 381,973,348,829.88	Rp 8,370,784,903.13	Rp 4,613,030,290,055.09	
34	2052		Rp 98,323,073,751.79		Rp 98,323,073,751.79	Rp 4,783,946,054,974.54	Rp 398,373,758,431.97	Rp 8,187,661,813.28	Rp 5,003,216,386,673.78	
35	2053		Rp 103,466,326,427.78	Rp 310,398,979,283.34	Rp 413,865,305,711.11	Rp 5,367,816,988,157.93	Rp 4,152,064,078.03	Rp 32,034,179,229.00	Rp 5,386,664,271,522.80	
36	2054		Rp 108,878,621,222.57		Rp 108,878,621,222.57	Rp 6,023,002,639,895.49	Rp 433,329,009,772.40	Rp 7,833,346,246.15	Rp 5,812,169,935,049.06	
37	2055		Rp 114,574,031,654.66		Rp 114,574,031,654.66	Rp 6,758,220,584,056.35	Rp 451,946,684,271.22	Rp 7,661,980,408.29	Rp 6,256,444,638,911.99	
38	2056		Rp 120,567,367,424.40		Rp 120,567,367,424.40	Rp 7,583,254,965,286.50	Rp 471,368,580,381.59	Rp 7,494,363,447.27	Rp 6,720,318,855,846.31	
39	2057		Rp 126,874,212,923.43		Rp 126,874,212,923.43	Rp 8,509,087,118,019.00	Rp 491,629,656,899.63	Rp 7,330,413,350.97	Rp 7,204,618,099,394.96	
40	2058		Rp 133,510,967,758.62	Rp 400,532,903,275.85	Rp 534,043,871,034.47	Rp 9,548,042,158,835.77	Rp 512,766,403,306.05	Rp 28,680,999,605.59	Rp 7,688,704,303,095.42	
41	2059		Rp 140,494,889,395.69		Rp 140,494,889,395.69	Rp 10,713,953,647,392.90	Rp 534,816,907,343.17	Rp 7,013,946,635.43	Rp 8,216,508,015,803.16	
42	2060		Rp 147,844,138,033.62		Rp 147,844,138,033.62	Rp 12,022,348,304,312.30	Rp 557,820,925,603.10	Rp 6,859,770,806.45	Rp 8,767,469,170,599.81	
43	2061		Rp 155,577,823,826.35		Rp 155,577,823,826.35	Rp 13,490,653,480,669.10	Rp 581,819,957,262.63	Rp 6,709,703,346.79	Rp 9,342,579,424,516.64	
44	2062		Rp 163,716,056,574.64		Rp 163,716,056,574.64	Rp 15,138,430,029,917.00	Rp 606,857,321,106.51	Rp 6,562,918,830.99	Rp 9,942,873,826,791.16	
45	2063		Rp 172,279,998,017.38	Rp 516,839,994,052.13	Rp 689,119,992,069.50	Rp 16,987,633,748,983.40	Rp 632,978,235,987.36	Rp 25,677,381,579.53	Rp 10,550,174,681,019.00	
			Jumlah					Rp 13,057,533,946,442.00	Rp 2,507,359,285,423.05	
			BCR :						5.21	

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 38 Perhitungan NPVf dan BCRf Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 60%

Thn ke-	Tahun	Biaya Investasi	Biaya O&P Rutin	Biaya O&P Berkala (5 tahun)	Total Biaya (C)	Total Manfaat (B)	PWB	PWC	NPV (kumulatif)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	$(f) = (c) + (d) + (e)$	(g)	$(h) = \frac{(g)}{(1+r)^{(a)}}$	$(i) = \frac{(f)}{(1+r)^{(a)}}$	$(j) = (h) - (i)$
0	2018	Rp 1736.895.262,0249			Rp 1736.895.262,0249	Rp -	Rp -	Rp 1736.895.262,0249	Rp (1736.895.262,0249)
1	2019		Rp 8.277,517.706,97		Rp 8.277,517.706,97	Rp 130.783.778,178,61	Rp 121563,728,04120	Rp 16.988,98152923	Rp (1632.320,56.500,52)
2	2020		Rp 19.233.609,58114		Rp 19.233.609,58114	Rp 146.706,610.935,73	Rp 126.750,577,373,03	Rp 16.617,322,85837	Rp (1522,187.260,985,86)
3	2021		Rp 20.239,714,355,66		Rp 20.239,714,355,66	Rp 164.569,11729,29	Rp 132,59,656,843,86	Rp 16,253,794,761,29	Rp (1406,281398,903,29)
4	2022		Rp 21298,448,1146		Rp 21298,448,1146	Rp 184.607,941187,90	Rp 137.800,534,576,03	Rp 16,898,219,369,86	Rp (1284,379,083,697,12)
5	2023		Rp 22,42,564,100,12	Rp 67.237,692,300,36	Rp 89.650,256,400,48	Rp 207,088,182,374,97	Rp 143,683,193,015,54	Rp 62,201,690,828,30	Rp (1202,897,581509,88)
6	2024		Rp 23,584,959,102,48		Rp 23,584,959,102,48	Rp 232,307,561560,74	Rp 149,818,046,993,02	Rp 16,210,234,601,94	Rp (1068,289,769,18,80)
7	2025		Rp 24,818,68176176		Rp 24,818,68176176	Rp 260,600,049,104,74	Rp 156,215,962,578,10	Rp 14,877,488,806,21	Rp (926,951295,46,90)
8	2026		Rp 26,16,940,110,64		Rp 26,16,940,110,64	Rp 292,340,363,036,01	Rp 162,888,276,762,23	Rp 14,552,021912,90	Rp (778,615,040,297,57)
9	2027		Rp 27,483,109,993,12		Rp 27,483,109,993,12	Rp 327,948,944,353,46	Rp 169,846,818,006,75	Rp 14,233,675,276,69	Rp (623,001897,567,51)
10	2028		Rp 28,920,743,842,66	Rp 86,762,231527,99	Rp 16,682,975,370,65	Rp 367,897,540,292,52	Rp 177,103,927,694,53	Rp 55,689,17143,96	Rp (501587,141618,94)
11	2029		Rp 30,433,579,919,53		Rp 30,433,579,919,53	Rp 412,715,469,912,23	Rp 184,672,482,525,24	Rp 13,617,722,536,70	Rp (330,532,381628,40)
12	2030		Rp 32,025,552,03135		Rp 32,025,552,03135	Rp 462,996,655,458,84	Rp 192,565,917,896,22	Rp 13,319,815,057,71	Rp (151286,278,789,89)
13	2031		Rp 33,700,799,762,12		Rp 33,700,799,762,12	Rp 519,407,513,178,88	Rp 200,798,252,312,62	Rp 13,028,424,737,94	Rp 36,483,548,784,79
14	2032		Rp 35,463,679,236,35		Rp 35,463,679,236,35	Rp 582,695,808,723,52	Rp 209,384,112,872,55	Rp 12,743,409,005,06	Rp 233,124,252,652,28
15	2033		Rp 37,318,774,446,18	Rp 111956,323,338,53	Rp 149,275,097,784,71	Rp 653,700,595,160,50	Rp 218,338,761875,04	Rp 49,858,513,622,87	Rp 401604,500,904,45
16	2034		Rp 39,270,909,17113		Rp 39,270,909,17113	Rp 733,363,366,062,55	Rp 227,678,124,600,68	Rp 12,191946,537,30	Rp 617,090,678,967,83
17	2035		Rp 41,325,159,52129		Rp 41,325,159,52129	Rp 822,740,572,365,08	Rp 237,418,813,17,19	Rp 11925,229,981,11	Rp 842,584,267,303,82
18	2036		Rp 43,486,867,136,63		Rp 43,486,867,136,63	Rp 923,017,669,899,28	Rp 247,578,182,564,19	Rp 11664,348,237,53	Rp 1078,498,11630,48
19	2037		Rp 45,761653,076,87		Rp 45,761653,076,87	Rp 1035,524,884,952,67	Rp 258,174,310,774,47	Rp 11409,173,66130	Rp 1325,263,238,743,66
20	2038		Rp 48,155,432,437,75	Rp 144,466,297,313,24	Rp 192,621729,750,99	Rp 1161,754,908,162,99	Rp 269,226,083,290,90	Rp 44,638,325,599,65	Rp 1549,850,996,434,90
21	2039		Rp 50,674,429,732,06		Rp 50,674,429,732,06	Rp 1303,382,752,819,26	Rp 280,753,201844,11	Rp 10,915,449,332,12	Rp 1619,688,748,944,19
22	2040		Rp 53,325,195,075,11		Rp 53,325,195,075,11	Rp 1462,288,042,573,14	Rp 292,776,225,536,98	Rp 10,676,658,008,26	Rp 2,101788,316,472,92
23	2041		Rp 56,114,621216,94		Rp 56,114,621216,94	Rp 1640,580,026,04121	Rp 305,316,608,460,42	Rp 10,443,090,59177	Rp 2,396,61683434157

Thn ke-	Tahun	Biaya Investasi	Biaya O&P Rutin	Biaya O&P Berkala (5 tahun)	Total Biaya (C)	Total Manfaat (B)	PWB	PWC	NPV (kumulatif)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	$(f) = (c) + (d) + (e)$	(g)	$(h) = \frac{(g)}{(1+r)^{(a)}}$	$(i) = \frac{(f)}{(1+r)^{(a)}}$	$(j) = (h) - (i)$
24	2042		Rp 59,049.961.465.40		Rp 59,049.961.465.40	Rp 1840,625.652.240.77	Rp 316,396,738.97.06	Rp 0,214,632.802.10	Rp 2,704,843,940,456.53
25	2043		Rp 62,138,848,546.89	Rp 186,416,545,640.66	Rp 248,555,394,187.55	Rp 2,065,081,081,737.53	Rp 332,039,980,421.49	Rp 39,964,691,434.90	Rp 2,996,919,229,443.12
26	2044		Rp 65,389,314,453.58		Rp 65,389,314,453.58	Rp 2,316,927,054,342.84	Rp 346,270,714,497.74	Rp 9,772,601,426.50	Rp 3,333,417,342,514.37
27	2045		Rp 68,809,811,328.95		Rp 68,809,811,328.95	Rp 2,599,508,585,797.25	Rp 361,114,385,374.09	Rp 9,558,811,562.12	Rp 3,684,972,916,326.33
28	2046		Rp 72,409,233,445.73		Rp 72,409,233,445.73	Rp 2,916,579,523,810.19	Rp 376,597,546,657.00	Rp 9,349,698,661.86	Rp 4,052,220,764,321.47
29	2047		Rp 76,196,940,333.60		Rp 76,196,940,333.60	Rp 3,272,352,558,869.94	Rp 392,747,910,072.81	Rp 9,145,100,410.31	Rp 4,435,823,513,983.97
30	2048		Rp 80,182,781,116.64	Rp 240,548,343,349.91	Rp 320,731,124,466.55	Rp 3,671,555,358,268.12	Rp 409,594,396,369.55	Rp 35,780,386,921.57	Rp 4,809,637,523,431.95
31	2049		Rp 84,377,120,123.85		Rp 84,377,120,123.85	Rp 4,119,493,573,779.83	Rp 427,167,188,475.61	Rp 8,749,409,734.34	Rp 5,228,055,302,173.22
32	2050		Rp 88,790,863,839.44		Rp 88,790,863,839.44	Rp 4,622,121,565,507.34	Rp 445,497,787,016.29	Rp 8,558,003,675.83	Rp 5,664,995,085,513.68
33	2051		Rp 93,435,489,262.76		Rp 93,435,489,262.76	Rp 5,186,121,787,768.78	Rp 464,619,068,293.85	Rp 8,370,784,903.13	Rp 6,121,243,368,904.41
34	2052		Rp 98,323,073,751.79		Rp 98,323,073,751.79	Rp 5,819,993,898,985.08	Rp 484,565,344,841.40	Rp 8,187,661,813.28	Rp 6,597,621,051,932.53
35	2053		Rp 103,466,326,427.78	Rp 310,398,979,283.34	Rp 413,865,305,711.11	Rp 6,529,154,787,848.84	Rp 505,372,428,666.07	Rp 32,034,179,229.00	Rp 7,070,959,301,369.59
36	2054		Rp 108,878,621,222.57		Rp 108,878,621,222.57	Rp 7,326,050,854,402.67	Rp 527,077,697,302.10	Rp 7,833,346,246.15	Rp 7,590,203,652,425.54
37	2055		Rp 114,574,031,654.66		Rp 114,574,031,654.66	Rp 8,220,284,048,980.96	Rp 549,720,162,799.82	Rp 7,661,980,408.29	Rp 8,132,261,834,817.08
38	2056		Rp 120,567,367,424.40		Rp 120,567,367,424.40	Rp 9,223,753,356,490.22	Rp 573,340,543,782.50	Rp 7,494,363,447.27	Rp 8,698,108,015,152.30
39	2057		Rp 126,874,212,923.43		Rp 126,874,212,923.43	Rp 10,349,813,620,704.60	Rp 597,981,340,708.66	Rp 7,330,413,350.97	Rp 9,288,758,942,509.99
40	2058		Rp 133,510,967,758.62	Rp 400,532,903,275.85	Rp 534,043,871,034.47	Rp 11,613,453,835,925.40	Rp 623,686,914,484.09	Rp 28,680,999,605.59	Rp 9,883,765,657,388.50
41	2059		Rp 140,494,889,395.69		Rp 140,494,889,395.69	Rp 13,031,497,294,630.50	Rp 650,503,568,573.97	Rp 7,013,946,635.43	Rp 10,527,256,031,327.00
42	2060		Rp 147,844,138,033.62		Rp 147,844,138,033.62	Rp 14,622,826,273,145.70	Rp 678,479,634,772.65	Rp 6,859,770,806.45	Rp 11,198,875,895,293.20
43	2061		Rp 155,577,823,826.35		Rp 155,577,823,826.35	Rp 16,408,634,266,854.60	Rp 707,665,562,795.69	Rp 6,709,703,346.79	Rp 11,899,831,754,742.10
44	2062		Rp 163,716,056,574.64		Rp 163,716,056,574.64	Rp 18,412,709,156,477.70	Rp 738,114,013,866.12	Rp 6,562,196,830.99	Rp 12,631,382,849,777.30
45	2063		Rp 172,279,998,017.38	Rp 516,839,994,052.13	Rp 689,119,992,069.50	Rp 20,661,751,102,474.80	Rp 769,879,958,474.92	Rp 25,677,381,759.53	Rp 13,375,585,426,492.60
				Jumlah				Rp 15,882,944,891,915.70	Rp 2,507,359,265,423.05
				BCR :				Rp 6.33	

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 39 Perhitungan NPVf dan BCRf Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 70%

Thn ke-	Tahun	Biaya Investasi	Biaya Rutin O&P	Biaya O&P Berkala (5 tahun)	Total Biaya (C)	Total Manfaat (B)	PWB	PWC	NPV (kumulatif)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	$(f) = (c) + (d) + (e)$	(g)	$(h) = \frac{(g)}{(1+r)^{(a)}}$	$(i) = \frac{(f)}{(1+r)^{(a)}}$	$(j) = (h) - (i)$
0	2018	Rp 1.736.895.262,0249			Rp 1.736.895.262,0249	Rp -	Rp -	Rp 1.736.895.262,0249	Rp (1.736.895.262,0249)
1	2019		Rp 8.277,57.706,97		Rp 8.277,57.706,97	Rp 50.370,164.550,51	Rp 139.769,305.058,34	Rp 6.988,981529,23	Rp (1614,114.938.483,38)
2	2020		Rp 19.233,609.58114		Rp 19.233,609.58114	Rp 168.679,098.530,82	Rp 145.734,217.382,41	Rp 6.617,322.858,37	Rp (1484,998.043.959,34)
3	2021		Rp 20.239,714.355,66		Rp 20.239,714.355,66	Rp 189,218.647.644,44	Rp 159,54,766.247,08	Rp 6.253,794.761,29	Rp (1349,297.072.473,55)
4	2022		Rp 21.298,448,146		Rp 21.298,448,146	Rp 212.260,746.850,49	Rp 158,441961907,44	Rp 5.898,213.369,86	Rp (1206,753.329.935,97)
5	2023		Rp 22,412.564,100,12	Rp 67,237.692.300,36	Rp 89.650,256.400,48	Rp 238,110.505.573,60	Rp 165,207,291.594,32	Rp 62,201.690.828,30	Rp (1103,747,729,169,94)
6	2024		Rp 23,584,959,102,48		Rp 23,584,959,102,48	Rp 267,110,257,769,74	Rp 172,262,740,317,23	Rp 5,210,234,601,94	Rp (946,695,223,454,66)
7	2025		Rp 24,816,681,761,76		Rp 24,816,681,761,76	Rp 299,644,106,827,91	Rp 179,620,812,581,52	Rp 4,877,488,606,21	Rp (781,951,699,479,35)
8	2026		Rp 26,116,940,110,64		Rp 26,116,940,110,64	Rp 336,143,025,817,57	Rp 187,294,555,060,54	Rp 4,552,021,912,90	Rp (609,209,366,331,7)
9	2027		Rp 27,483,109,993,12		Rp 27,483,109,993,12	Rp 377,090,580,997,06	Rp 195,297,580,264,93	Rp 4,233,675,276,69	Rp (428,145,461,343,47)
10	2028		Rp 28,920,743,842,66	Rp 86,762,231,527,99	Rp 15,682,975,370,65	Rp 423,029,354,811,81	Rp 203,644,091,253,46	Rp 55,689,171,743,96	Rp (280,190,541,833,97)
11	2029		Rp 30,433,579,911,53		Rp 30,433,579,911,53	Rp 474,568,153,942,46	Rp 212,348,907,431,58	Rp 13,617,722,536,70	Rp (814,59,356,939,09)
12	2030		Rp 32,025,552,031,35		Rp 32,025,552,031,35	Rp 532,390,098,438,43	Rp 212,427,491,486,00	Rp 13,319,815,057,71	Rp 126,648,319,489,20
13	2031		Rp 33,700,799,762,12		Rp 33,700,799,762,12	Rp 597,261,699,731,06	Rp 230,895,977,505,74	Rp 13,028,424,737,94	Rp 344,515,872,257,00
14	2032		Rp 35,463,679,236,35		Rp 35,463,679,236,35	Rp 670,043,048,520,64	Rp 240,771,200,342,51	Rp 12,743,409,005,06	Rp 572,543,663,594,45
15	2033		Rp 37,318,774,446,18	Rp 11,956,323,338,53	Rp 49,275,097,784,71	Rp 751,699,248,349,64	Rp 251,070,726,265,38	Rp 49,858,13,622,87	Rp 773,755,876,236,95
16	2034		Rp 39,270,909,171,13		Rp 39,270,909,171,13	Rp 843,313,247,308,94	Rp 261,812,884,967,36	Rp 12,191,946,537,30	Rp 1023,376,814,667,02
17	2035		Rp 41,325,159,521,29		Rp 41,325,159,521,29	Rp 946,100,238,998,09	Rp 273,016,802,984,24	Rp 11,925,229,981,19	Rp 1284,468,387,670,06
18	2036		Rp 43,486,867,136,63		Rp 43,486,867,136,63	Rp 1,061,423,824,824,19	Rp 284,702,438,588,18	Rp 11,664,348,237,53	Rp 1,557,506,478,020,71
19	2037		Rp 45,761,653,076,87		Rp 45,761,653,076,87	Rp 1,190,814,153,258,97	Rp 296,890,16,222,25	Rp 11,409,173,361,30	Rp 1,842,987,922,518,66
20	2038		Rp 48,155,432,437,75	Rp 14,466,297,313,24	Rp 102,621,729,750,99	Rp 1,335,988,278,094,55	Rp 309,603,074,544,09	Rp 44,638,325,599,65	Rp 2,107,952,671,526,09
21	2039		Rp 50,674,429,732,06		Rp 50,674,429,732,06	Rp 1,498,873,007,400,48	Rp 322,862,486,150,84	Rp 10,915,449,332,12	Rp 2,419,899,708,344,81
22	2040		Rp 53,325,195,075,11		Rp 53,325,195,075,11	Rp 1,681,630,548,185,41	Rp 336,692,519,060,10	Rp 10,676,658,008,26	Rp 2,745,915,569,396,65
23	2041		Rp 56,114,621,216,94		Rp 56,114,621,216,94	Rp 1,886,687,289,153,22	Rp 351,117,870,025,30	Rp 10,443,090,591,77	Rp 3,086,590,348,830,16

Thn ke-	Tahun	Biaya Investasi	Biaya O&P Rutin	Biaya O&P Berkala (5 tahun)	Total Biaya (C)	Total Manfaat (B)	PWB	PWC	NPV (kumulatif)	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	$(f) = (c) + (d) + (e)$	(g)	$(h) = \frac{(g)}{(1+r)^{(a)}}$	$(i) = \frac{(f)}{(1+r)^{(a)}}$	$(j) = (h) - (i)$	
24	2042		Rp 59,049,961,465.40		Rp 59,049,961,465.40	Rp 2,116,766,105.917.68	Rp 366,164,311,767.51	Rp 0,214,632,802.10	Rp 3,442,540,027,795.59	
25	2043		Rp 62,138,848,546.89	Rp 186,416,545,640.66	Rp 248,555,394,187.55	Rp 2,374,922,620,164.40	Rp 381,858,740,209.10	Rp 39,964,691,434.90	Rp 3,784,434,076,569.80	
26	2044		Rp 65,389,314,453.58		Rp 65,389,314,453.58	Rp 2,664,585,897,58.38	Rp 398,229,223,798.91	Rp 9,772,601,426.50	Rp 4,172,890,698,942.21	
27	2045		Rp 68,809,811,328.95		Rp 68,809,811,328.95	Rp 2,989,604,125,398.49	Rp 415,305,055,022.16	Rp 9,558,811,562.12	Rp 4,578,636,942,402.25	
28	2046		Rp 72,409,233,445.73		Rp 72,409,233,445.73	Rp 3,354,295,888,917.00	Rp 433,116,804,193.13	Rp 9,349,698,661.86	Rp 5,002,404,047,933.52	
29	2047		Rp 76,196,940,333.60		Rp 76,196,940,333.60	Rp 3,763,507,717,607.37	Rp 451,696,375,632.47	Rp 9,145,160,410.31	Rp 5,444,955,263,165.68	
30	2048		Rp 80,182,781,116.64	Rp 240,548,343,349.91	Rp 320,731,124,466.55	Rp 4,222,678,685,044.28	Rp 471,077,066,336.03	Rp 35,780,386,921.57	Rp 5,880,251,942,570.13	
31	2049		Rp 84,377,120,123.85		Rp 84,377,120,123.85	Rp 4,737,912,917,667.39	Rp 491,293,627,246.82	Rp 8,749,409,374.34	Rp 6,362,796,100,082.61	
32	2050		Rp 88,790,863,839.44		Rp 88,790,863,839.44	Rp 5,316,060,985,202.46	Rp 512,382,327,246.60	Rp 8,558,003,675.83	Rp 6,866,620,483,853.39	
33	2051		Rp 93,435,489,262.76		Rp 93,435,489,262.76	Rp 5,964,811,261,213.37	Rp 534,381,019,989.17	Rp 8,370,784,903.13	Rp 7,392,630,718,739.43	
34	2052		Rp 98,323,073,751.79		Rp 98,323,073,751.79	Rp 6,692,792,476,365.73	Rp 557,329,213,702.68	Rp 8,187,661,813.28	Rp 7,941,772,270,628.84	
35	2053		Rp 103,466,326,427.78	Rp 310,398,979,283.34	Rp 413,865,305,711.11	Rp 7,509,688,836,912.37	Rp 581,268,144,094.23	Rp 32,034,179,229.00	Rp 8,491,006,235,494.07	
36	2054		Rp 108,878,621,222.57		Rp 108,878,621,222.57	Rp 8,426,369,249,702.14	Rp 606,240,850,496.02	Rp 7,833,346,246.15	Rp 9,089,413,739,743.95	
37	2055		Rp 114,574,031,654.66		Rp 114,574,031,654.66	Rp 9,455,032,383,886.18	Rp 632,292,255,398.62	Rp 7,661,980,408.29	Rp 9,714,044,014,734.28	
38	2056		Rp 120,567,367,424.40		Rp 120,567,367,424.40	Rp 10,609,369,512,257.60	Rp 659,469,247,523.53	Rp 7,494,363,447.27	Rp 10,366,018,898,810.50	
39	2057		Rp 126,874,212,923.43		Rp 126,874,212,923.43	Rp 11,904,747,313,624.70	Rp 687,820,768,594.14	Rp 7,330,413,350.97	Rp 11,046,509,254,053.70	
40	2058		Rp 133,510,967,758.62	Rp 400,532,903,275.85	Rp 534,043,871,034.47	Rp 13,358,413,085,601.10	Rp 717,397,903,971.49	Rp 28,680,199,605.59	Rp 11,735,226,958,419.60	
41	2059		Rp 140,494,889,395.69		Rp 140,494,889,395.69	Rp 14,989,725,118,078.90	Rp 748,253,977,328.52	Rp 7,013,94,835.43	Rp 12,476,467,741,112.70	
42	2060		Rp 147,844,138,033.62		Rp 147,844,138,033.62	Rp 16,820,411,15,552.20	Rp 780,444,649,544.93	Rp 6,859,770,806.45	Rp 13,250,052,619,851.20	
43	2061		Rp 155,577,823,826.35		Rp 155,577,823,826.35	Rp 18,874,859,535,914.50	Rp 814,028,022,012.40	Rp 6,709,703,346.79	Rp 14,057,370,938,516.80	
44	2062		Rp 163,716,056,574.64		Rp 163,716,056,574.64	Rp 21,180,443,539,496.40	Rp 849,064,744,549.14	Rp 6,562,918,830.99	Rp 14,899,872,764,234.90	
45	2063		Rp 172,279,998,017.38	Rp 516,839,994,052.13	Rp 689,119,992,069.50	Rp 23,767,888,920,683.20	Rp 885,618,128,131.47	Rp 25,677,381,759.53	Rp 15,759,813,510,606.90	
			Jumlah					Rp 18,267,172,776,029.90	Rp 2,507,359,265,423.05	
			BCR :					7.29		

Sumber : Hasil perhitungan

2.4.4 Financial Internal Rate of Return (FIRR)

Perhitungan FIRR dilakukan menggunakan persamaan (2.57). Di bawah ini adalah contoh perhitungan FIRR untuk pendapatan tariff tol 50%.

1. FIRR dari Tarif Tol 50%

Tabel 4.40 menampilkan perhitungan NPV1 dan NPV2 yang ada pada persamaan (2.57). Nilai B dan C yang terdapat pada Tabel 4.40 adalah nilai B dan C yang sama yang terdapat pada perhitungan PWB, PWC, dan NPVe pada Tabel 4.37.

Pada Tabel 4.40 didapatkan nilai suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV positif terkecil adalah r_1 11% dengan nilai NPV sebesar Rp 189.543.491.544,71. Nilai suku bunga diskonto yang menghasilkan NPV negatif terkecil adalah r_2 12% dengan nilai NPV sebesar Rp (214.808.815.178,15). Dari r_1 , r_2 , NPV_1 , dan NPV_2 tersebut, maka dapat dihitung nilai FIRR menggunakan persamaan (2.57) seperti di bawah ini :

$$FIRR = 16\% + (17\% - 16\%) \frac{\text{Rp } 205.999.861.253,87}{\text{Rp } 205.999.861.253,87 - \text{Rp } (5.891.947.472,59)}$$

$$FIRR = 16,75\%$$

Nilai FIRR untuk jalan tol Pasuruan Probolinggo seksi I dengan tarif tol 50% adalah 16,75% yang mana lebih besar daripada suku bunga berlaku, yaitu 7,58%. Hal tersebut menandakan bahwa tarif tol 50% dari selisih biaya operasi perjalanan dapat digunakan.

2. FIRR dari Tarif Tol 60%

FIRR jalan tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan tarif tol 60% dapat dilihat pada Tabel 4.41. Tabel 4.41 menyajikan nilai FIRR adalah sebesar 18,33% yang mana lebih besar daripada suku bunga berlaku, yaitu 7,58%. Hal tersebut

menandakan bahwa tarif tol 60% dari selisih biaya operasi perjalanan dapat digunakan.

3. FIRR dari Tarif Tol 70%

FIRR jalan tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan tarif tol 70% dapat dilihat pada Tabel 4.42. Tabel 4.42 menyajikan nilai FIRR adalah sebesar 19,59% yang mana lebih besar daripada suku bunga berlaku, yaitu 7,58%. Hal tersebut menandakan bahwa tarif tol 70% dari selisih biaya operasi perjalanan dapat digunakan.

Tabel 4. 40 Perhitungan FIRR Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 50%

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					16%	17%		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^a}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^a}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
0	2018	Rp -	Rp 1736,895,262,012.49	Rp (1736,895,262,012.49)	1000	1000	Rp (1736,895,262,012.49)	Rp (1736,895,262,012.49)
1	2019	Rp 107,504,610,949.22	Rp 18,277,517,706.97	Rp 89,227,093,242.24	0.862	0.855	Rp 76,919,907,967.45	Rp 76,262,472,856.62
2	2020	Rp 120,593,675,713.01	Rp 9,233,609,581.14	Rp 113,600,066,131.87	0.743	0.731	Rp 75,327,040,823.33	Rp 74,044,901,842.26
3	2021	Rp 135,277,326,970.56	Rp 20,239,714,355.66	Rp 115,037,612,614.90	0.641	0.624	Rp 73,699,729,267.61	Rp 71,826,098,199.07
4	2022	Rp 151,749,950,256.97	Rp 21,298,448,914.6	Rp 130,451,502,065.51	0.552	0.534	Rp 72,047,203,295.92	Rp 69,615,450,369.35
5	2023	Rp 170,229,643,519.32	Rp 89,650,256,400.48	Rp 80,579,387,118.84	0.476	0.456	Rp 38,364,894,981.38	Rp 36,753,157,113.31
6	2024	Rp 190,961,118,918.87	Rp 23,584,959,102.48	Rp 167,376,152,717.39	0.410	0.390	Rp 68,698,245,498.88	Rp 65,249,683,666.24
7	2025	Rp 214,218,915,686.67	Rp 24,818,681,761.76	Rp 189,400,233,924.92	0.354	0.333	Rp 67,015,395,729.89	Rp 63,107,282,451.75
8	2026	Rp 240,311,116,352.91	Rp 26,116,940,110.64	Rp 214,194,176,242.28	0.305	0.285	Rp 65,334,676,451.78	Rp 60,998,726,002.81
9	2027	Rp 269,583,366,417.98	Rp 27,483,109,993.12	Rp 242,100,256,424.86	0.263	0.243	Rp 63,660,983,885.27	Rp 58,928,107,492.01
10	2028	Rp 302,423,500,403.51	Rp 115,682,975,370.65	Rp 186,740,525,032.86	0.227	0.208	Rp 42,331,015,124.00	Rp 38,849,010,111.16
11	2029	Rp 339,266,686,345.50	Rp 30,433,579,919.53	Rp 308,833,106,425.97	0.195	0.178	Rp 60,351,208,127.85	Rp 54,913,531,053.62
12	2030	Rp 380,601,207,048.17	Rp 32,025,552,031.35	Rp 348,575,655,016.82	0.168	0.152	Rp 58,722,046,338.47	Rp 52,974,481,077.26
13	2031	Rp 426,974,948,027.57	Rp 33,700,799,762.12	Rp 393,274,148,265.44	0.145	0.130	Rp 57,113,863,493.33	Rp 51,083,329,567.69
14	2032	Rp 479,002,678,604.08	Rp 35,463,679,236.35	Rp 443,538,999,367.73	0.125	0.111	Rp 55,529,014,152.14	Rp 49,241,326,970.50
15	2033	Rp 537,374,223,191.03	Rp 49,275,097,784.71	Rp 388,099,125,406.32	0.108	0.095	Rp 41,886,379,734.14	Rp 36,826,016,028.73
16	2034	Rp 602,863,631,711.57	Rp 39,270,909,171.13	Rp 563,592,722,540.44	0.093	0.081	Rp 52,436,965,211.88	Rp 45,707,933,689.04
17	2035	Rp 676,339,471,118.68	Rp 41,325,159,521.29	Rp 635,014,311,897.39	0.080	0.069	Rp 50,932,816,973.05	Rp 44,017,347,047.25
18	2036	Rp 758,776,377,371.41	Rp 43,486,867,136.63	Rp 715,289,510,234.77	0.069	0.059	Rp 49,458,170,802.09	Rp 42,377,598,764.06
19	2037	Rp 851,268,015,635.25	Rp 45,761,653,076.87	Rp 805,506,362,558.38	0.060	0.051	Rp 48,013,921,698.05	Rp 40,788,487,566.08

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					10%	11%		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^a}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^a}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
20	2038	Rp 955,041,632,5170	Rp 92,621,729,750.99	Rp 762,419,902,400.71	0.051	0.043	Rp 39,177,294,402.95	Rp 32,997,92,455.42
21	2039	Rp 1,071,474,381,414.16	Rp 50,674,429,732.06	Rp 1,020,799,951,682.10	0.044	0.037	Rp 45,219,199,202.66	Rp 37,760,483,292.46
22	2040	Rp 1,202,111,652,879.20	Rp 53,325,95,075.11	Rp 1,148,786,457,804.09	0.038	0.032	Rp 43,869,586,848.38	Rp 36,320,377,096.38
23	2041	Rp 1,348,687,639,752.48	Rp 56,114,621,216.94	Rp 1,292,573,018,535.54	0.033	0.027	Rp 42,552,132,918.10	Rp 34,928,526,592.06
24	2042	Rp 1,513,148,424,776.29	Rp 59,049,961,465.40	Rp 1,454,098,463,310.90	0.028	0.023	Rp 41,266,921,707.86	Rp 33,584,055,084.90
25	2043	Rp 1,697,677,891,313.05	Rp 248,555,394,187.55	Rp 1,449,122,497,125.51	0.024	0.020	Rp 35,453,194,078.69	Rp 28,606,093,586.17
26	2044	Rp 1,904,726,805,817.72	Rp 65,389,314,453.58	Rp 1,839,337,491,364.14	0.021	0.017	Rp 38,793,030,090.50	Rp 31,033,375,602.59
27	2045	Rp 2,137,045,460,230.82	Rp 68,809,811,328.95	Rp 2,068,235,648,901.87	0.018	0.014	Rp 37,604,023,065.28	Rp 29,825,089,279.41
28	2046	Rp 2,397,720,310,470.89	Rp 72,409,233,445.73	Rp 2,325,311,077,025.16	0.016	0.012	Rp 36,446,628,672.17	Rp 28,660,049,196.96
29	2047	Rp 2,690,215,100,702.75	Rp 76,196,940,333.60	Rp 2,614,018,160,369.15	0.014	0.011	Rp 35,320,505,692.17	Rp 27,537,125,875.31
30	2048	Rp 3,018,417,023,123.30	Rp 320,731,124,466.55	Rp 2,697,685,898,656.76	0.012	0.009	Rp 31,423,293,728.47	Rp 24,289,329,668.85
31	2049	Rp 3,386,688,530,448.21	Rp 84,377,120,123.85	Rp 3,302,311,410,324.36	0.010	0.008	Rp 33,160,445,696.85	Rp 25,413,021,916.78
32	2050	Rp 3,799,925,494,007.03	Rp 88,790,863,839.44	Rp 3,711,134,630,167.59	0.009	0.007	Rp 32,125,585,710.87	Rp 24,409,514,069.22
33	2051	Rp 4,263,622,485,379.31	Rp 93,435,489,262.76	Rp 4,170,186,996,116.55	0.007	0.006	Rp 31,120,164,586.88	Rp 23,443,480,666.01
34	2052	Rp 4,783,946,054,974.54	Rp 98,323,073,751.79	Rp 4,685,622,981,222.76	0.006	0.005	Rp 30,143,640,896.58	Rp 22,513,760,496.24
35	2053	Rp 5,367,816,988,57.93	Rp 413,865,305,711.11	Rp 4,953,951,682,446.82	0.006	0.004	Rp 27,474,015,789.83	Rp 20,344,480,537.12
36	2054	Rp 6,023,002,639,895.49	Rp 108,878,621,222.57	Rp 5,914,124,018,672.92	0.005	0.004	Rp 28,275,013,127.70	Rp 20,758,664,242.87
37	2055	Rp 6,758,220,584,056.35	Rp 114,574,031,654.66	Rp 6,643,646,552,401.69	0.004	0.003	Rp 27,381,732,170.23	Rp 19,931,025,048.64
38	2056	Rp 7,583,254,965,286.50	Rp 120,567,367,424.40	Rp 7,462,687,597,862.10	0.004	0.003	Rp 26,515,002,414.02	Rp 19,135,178,386.52

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					10%	11%		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^{(a)}}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^{(a)}}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
39	2057	Rp 8.509,087,111,80190	Rp 126,874,212,923.43	Rp 8.382,212,898,878.47	0.003	0.002	Rp 25,674,211,077.58	Rp 18,370,039,034.28
40	2058	Rp 9,548,042,158,835.77	Rp 534,043,871,034.47	Rp 9,013,998,287,801.30	0.003	0.002	Rp 23,801,147,851.54	Rp 16,884,297,718.11
41	2059	Rp 10,713,953,647,392.90	Rp 140,494,889,395.69	Rp 10,573,458,757,997.20	0.002	0.002	Rp 24,067,973,095.86	Rp 16,927,652,852.53
42	2060	Rp 12,022,348,304,312.30	Rp 147,844,138,033.62	Rp 11,874,504,166,278.70	0.002	0.001	Rp 23,301,288,480.73	Rp 16,248,350,949.68
43	2061	Rp 13,490,653,480,669.10	Rp 155,577,823,826.35	Rp 13,335,075,656,842.80	0.002	0.001	Rp 22,558,070,377.70	Rp 15,595,648,116.11
44	2062	Rp 15,138,430,029,917.00	Rp 163,716,056,574.64	Rp 14,974,713,973,342.30	0.001	0.001	Rp 21,837,705,750.82	Rp 14,968,580,559.01
45	2063	Rp 16,987,633,748,983.40	Rp 689,189,992,069.50	Rp 16,298,513,756,913.90	0.001	0.001	Rp 20,489,836,275.46	Rp 13,924,647,978.11
				Jumlah			Rp 205,999,861,253.87	Rp (68,920,279,726.45)
				FIRR				16.75%

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 41 Perhitungan FIRR Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 60%

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					1%	9%		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^a}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^a}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
0	2018	Rp -	Rp 1736,895,262,012.49	Rp (1736,895,262,012.49)	1000	1000	Rp (1736,895,262,012.49)	Rp (1736,895,262,012.49)
1	2019	Rp 130,783,778,178.61	Rp 18,277,517,706.97	Rp 112,506,260,471.64	0.847	0.840	Rp 95,344,288,535.28	Rp 94,543,076,026.58
2	2020	Rp 146,706,610,935.73	Rp 19,233,609,581.14	Rp 127,473,001,354.59	0.718	0.706	Rp 91,549,124,787.84	Rp 90,016,948,912.22
3	2021	Rp 164,569,117,29.29	Rp 20,239,714,355.66	Rp 144,329,467,373.63	0.609	0.593	Rp 87,843,369,680.95	Rp 85,647,388,391.03
4	2022	Rp 184,607,941,187.90	Rp 21,298,448,114.6	Rp 163,309,492,996.44	0.516	0.499	Rp 84,233,219,694.27	Rp 81,437,340,965.59
5	2023	Rp 207,088,182,374.97	Rp 22,358,499,102.48	Rp 184,729,683,272.49	0.437	0.419	Rp 79,317,434,889.92	Rp 77,500,063,243.04
6	2024	Rp 232,307,561,560.74	Rp 24,818,681,761.76	Rp 207,488,879,798.98	0.370	0.352	Rp 74,017,673,571.56	Rp 71,711,932,534.66
7	2025	Rp 260,600,049,104.74	Rp 26,116,940,110.64	Rp 234,516,989,915.38	0.314	0.296	Rp 69,771,932,534.66	Rp 67,711,932,534.66
8	2026	Rp 292,340,363,036.01	Rp 27,483,109,993.12	Rp 264,857,473,928.89	0.266	0.249	Rp 65,442,235,320.89	Rp 63,442,235,320.89
9	2027	Rp 327,948,944,353.46	Rp 28,519,407,513,178.88	Rp 300,468,351,832.58	0.225	0.209	Rp 61,143,521,711.11	Rp 59,143,521,711.11
10	2028	Rp 367,897,540,292.52	Rp 29,519,407,513,178.88	Rp 337,377,134,774.64	0.191	0.176	Rp 57,009,704,201.17	Rp 55,009,704,201.17
11	2029	Rp 412,715,469,912.23	Rp 30,433,579,919.53	Rp 382,281,889,992.70	0.162	0.148	Rp 53,009,704,201.17	Rp 51,009,704,201.17
12	2030	Rp 462,996,655,458.84	Rp 31,302,552,031.35	Rp 431,694,103,427.49	0.137	0.124	Rp 49,143,521,711.11	Rp 47,143,521,711.11
13	2031	Rp 519,407,513,178.88	Rp 32,205,552,031.35	Rp 487,202,965,147.53	0.116	0.104	Rp 45,442,235,320.89	Rp 43,442,235,320.89
14	2032	Rp 582,695,808,723.52	Rp 33,143,521,711.11	Rp 549,837,280,434.63	0.099	0.088	Rp 42,009,704,201.17	Rp 40,009,704,201.17
15	2033	Rp 653,700,595,160.50	Rp 34,099,784.71	Rp 617,799,379,375.79	0.084	0.074	Rp 39,009,704,201.17	Rp 37,009,704,201.17
16	2034	Rp 733,363,366,062.55	Rp 35,099,171.13	Rp 698,462,457,233.42	0.071	0.062	Rp 36,009,704,201.17	Rp 34,009,704,201.17
17	2035	Rp 822,740,572,365.08	Rp 36,119,521.29	Rp 788,859,053,886.37	0.060	0.052	Rp 33,009,704,201.17	Rp 31,009,704,201.17
18	2036	Rp 923,017,669,899.28	Rp 37,199,136.63	Rp 885,818,533,762.65	0.051	0.044	Rp 30,009,704,201.17	Rp 28,009,704,201.17
19	2037	Rp 1,035,524,884,952.67	Rp 38,349,076.87	Rp 996,873,963,829.54	0.043	0.037	Rp 27,009,704,201.17	Rp 25,009,704,201.17

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					10%	11%		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^{(a)}}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^{(a)}}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
20	2038	Rp 1,161,754,908,162.99	Rp 192,621,729,750.99	Rp 969,133,178,412.00	0.037	0.031	Rp 35,378,817,732.86	Rp 29,884,378,898.24
21	2039	Rp 1,303,382,752,819.26	Rp 50,674,429,732.06	Rp 1,252,708,323,087.20	0.031	0.026	Rp 38,755,006,091.67	Rp 32,461,140,445.91
22	2040	Rp 1,462,288,042,573.14	Rp 53,325,195,075.11	Rp 1,408,962,847,498.03	0.026	0.022	Rp 36,939,871,533.26	Rp 30,680,779,599.24
23	2041	Rp 1,640,580,026,041.21	Rp 56,114,621,16.94	Rp 1,584,465,404,824.28	0.022	0.018	Rp 35,204,371,330.23	Rp 28,993,633,794.41
24	2042	Rp 1,840,625,652,240.77	Rp 59,049,961,465.40	Rp 1,781,575,690,775.37	0.019	0.015	Rp 33,545,641,613.65	Rp 27,395,372,171.66
25	2043	Rp 2,065,081,081,737.53	Rp 248,555,394,187.55	Rp 1,816,525,687,549.98	0.016	0.013	Rp 28,986,205,107.25	Rp 23,472,941,088.99
26	2044	Rp 2,316,927,054,342.84	Rp 65,389,314,453.58	Rp 2,251,537,739,889.26	0.014	0.011	Rp 30,447,177,633.15	Rp 24,448,838,666.77
27	2045	Rp 2,599,508,585,797.25	Rp 68,809,811,328.95	Rp 2,530,698,774,468.30	0.011	0.009	Rp 29,001,887,095.68	Rp 23,092,582,145.05
28	2046	Rp 2,916,579,523,810.19	Rp 72,409,233,445.73	Rp 2,844,170,290,364.45	0.010	0.008	Rp 27,622,271,585.39	Rp 21,809,247,274.05
29	2047	Rp 3,272,352,558,869.94	Rp 76,196,940,333.60	Rp 3,196,155,618,536.34	0.008	0.006	Rp 26,305,690,418.65	Rp 20,595,201,067.71
30	2048	Rp 3,671,555,358,268.12	Rp 320,731,124,466.55	Rp 3,350,824,233,801.58	0.007	0.005	Rp 23,371,760,566.25	Rp 18,144,408,122.09
31	2049	Rp 4,119,493,573,779.83	Rp 84,377,120,123.85	Rp 4,035,116,453,655.98	0.006	0.005	Rp 23,851,398,391.05	Rp 18,361,166,542.41
32	2050	Rp 4,622,121,565,507.34	Rp 88,790,863,839.44	Rp 4,533,330,701,667.90	0.005	0.004	Rp 22,708,746,786.45	Rp 17,334,632,423.10
33	2051	Rp 5,116,121,787,768.78	Rp 93,435,489,262.76	Rp 5,022,686,298,506.02	0.004	0.003	Rp 21,619,253,006.84	Rp 16,364,291,203.38
34	2052	Rp 5,611,993,898,985.08	Rp 98,323,073,751.79	Rp 5,720,670,825,233.29	0.004	0.003	Rp 20,580,632,144.84	Rp 15,447,217,846.05
35	2053	Rp 6,129,154,787,848.84	Rp 413,865,305,711.11	Rp 6,115,289,482,137.72	0.003	0.002	Rp 18,644,329,283.06	Rp 13,876,290,125.94
36	2054	Rp 7,326,050,854,402.67	Rp 108,878,621,222.57	Rp 7,217,172,233,180.10	0.003	0.002	Rp 18,647,250,566.65	Rp 13,761,838,579.44
37	2055	Rp 8,220,284,048,980.96	Rp 114,574,031,654.66	Rp 8,105,710,017,326.30	0.002	0.002	Rp 17,748,301,284.27	Rp 12,988,335,288.37
38	2056	Rp 9,223,753,356,490.22	Rp 120,567,367,424.40	Rp 9,103,185,989,065.82	0.002	0.001	Rp 16,891,846,971.00	Rp 12,257,697,037.05

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					10%	11%	10%	11%
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^{(a)}}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^{(a)}}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
39	2057	Rp 10,349,813,620,704.60	Rp 126,874,212,923.43	Rp 10,222,939,407,781.20	0.002	0.001	Rp 16,075,981,648.91	Rp 11,567,627,429.18
40	2058	Rp 11613,453,835,925.40	Rp 534,043,871,034.47	Rp 11,079,409,964,890.90	0.001	0.001	Rp 14,765,098,221.81	Rp 10,535,088,224.92
41	2059	Rp 13,031,497,294,630.50	Rp 140,494,889,395.69	Rp 12,891,002,405,234.80	0.001	0.001	Rp 14,558,760,103.93	Rp 10,300,570,344.60
42	2060	Rp 14,622,826,273,145.70	Rp 147,844,138,033.62	Rp 14,474,982,135,112.10	0.001	0.001	Rp 13,853,953,625.10	Rp 9,719,538,802.72
43	2061	Rp 16,408,634,266,854.60	Rp 155,577,823,826.35	Rp 16,253,056,443,028.30	0.001	0.001	Rp 13,182,832,360.26	Rp 9,170,979,099.21
44	2062	Rp 18,412,709,156,477.70	Rp 163,716,056,574.64	Rp 18,248,993,099,903.10	0.001	0.000	Rp 12,543,842,301.08	Rp 8,653,117,593.55
45	2063	Rp 20,661,751,102,474.80	Rp 689,189,992,069.50	Rp 19,972,631,110,405.30	0.001	0.000	Rp 11,634,425,741.24	Rp 7,958,331,384.66
				Jumlah			Rp 71,277,086,984.82	Rp (146,454,928,548.66)
				FIRR				18.33%

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4. 42 Perhitungan FIRR Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Seksi I dengan Tarif Tol 70%

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					9%	20%		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^{(a)}}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^{(a)}}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
0	2018	Rp -	Rp 1,736,895,262,012.49	Rp (1,736,895,262,012.49)	1.000	1.000	Rp (1,736,895,262,012.49)	Rp (1,736,895,262,012.49)
1	2019	Rp 150,370,164,550.51	Rp 18,277,517,706.97	Rp 132,092,646,843.53	0.840	0.833	Rp 110,022,224,238.26	Rp 110,077,205,702.94
2	2020	Rp 168,679,098,530.82	Rp 19,233,609,581.14	Rp 149,445,488,949.68	0.706	0.694	Rp 105,533,146,634.90	Rp 103,781,589,548.39
3	2021	Rp 189,218,647,644.44	Rp 20,239,714,355.66	Rp 168,978,933,288.79	0.593	0.579	Rp 100,274,771,276.06	Rp 97,788,734,542.12
4	2022	Rp 212,260,746,850.49	Rp 21,298,448,191.46	Rp 190,962,298,659.03	0.499	0.482	Rp 95,226,931,038.28	Rp 92,092,157,918.13
5	2023	Rp 238,110,505,573.80	Rp 89,650,256,400.48	Rp 148,460,249,173.33	0.419	0.402	Rp 62,212,174,024.26	Rp 59,662,844,478.65
6	2024	Rp 267,110,257,769.74	Rp 23,584,959,102.48	Rp 243,525,298,667.26	0.352	0.335	Rp 85,755,565,724.62	Rp 81,556,129,794.15
7	2025	Rp 299,644,106,827.91	Rp 24,816,681,761.76	Rp 274,825,425,066.15	0.296	0.279	Rp 81,325,769,006.30	Rp 76,698,732,329.15
8	2026	Rp 336,143,025,817.57	Rp 26,116,940,110.64	Rp 310,026,085,706.93	0.249	0.233	Rp 77,094,349,071.92	Rp 72,102,158,903.74
9	2027	Rp 377,090,580,997.06	Rp 27,483,109,993.12	Rp 349,607,471,003.94	0.209	0.194	Rp 73,056,363,764.50	Rp 67,756,270,064.56
10	2028	Rp 423,029,354,811.81	Rp 115,682,975,370.65	Rp 307,346,379,441.16	0.176	0.162	Rp 53,970,754,262.86	Rp 49,638,156,160.73
11	2029	Rp 474,568,153,942.46	Rp 30,433,579,919.53	Rp 444,134,574,022.93	0.148	0.135	Rp 65,538,727,849.89	Rp 59,775,177,715.92
12	2030	Rp 532,390,098,438.43	Rp 32,025,552,031.35	Rp 500,364,546,407.08	0.124	0.112	Rp 62,047,315,058.13	Rp 56,119,213,697.84
13	2031	Rp 597,261,699,731.06	Rp 33,700,799,762.12	Rp 563,560,899,968.94	0.104	0.093	Rp 58,725,991,225.85	Rp 52,672,587,756.60
14	2032	Rp 670,043,048,520.84	Rp 35,463,679,236.35	Rp 634,579,369,284.29	0.088	0.078	Rp 55,568,476,319.85	Rp 49,425,207,815.46
15	2033	Rp 751,699,248,349.64	Rp 149,275,097,784.71	Rp 602,424,150,564.92	0.074	0.065	Rp 44,330,022,637.24	Rp 39,100,623,546.77
16	2034	Rp 843,313,247,308.94	Rp 39,270,909,171.13	Rp 804,042,338,137.81	0.062	0.054	Rp 49,719,589,640.18	Rp 43,488,955,898.31
17	2035	Rp 946,100,238,998.09	Rp 41,325,159,521.29	Rp 904,775,079,476.81	0.052	0.045	Rp 47,015,632,874.05	Rp 40,781,148,022.20
18	2036	Rp 1,061,423,824,824.19	Rp 43,486,867,136.63	Rp 1,017,936,957,687.56	0.044	0.038	Rp 44,450,390,156.95	Rp 38,234,767,485.65
19	2037	Rp 1,190,814,153,258.97	Rp 45,761,653,076.87	Rp 1,145,052,500,182.10	0.037	0.031	Rp 42,017,782,909.43	Rp 35,841,024,514.56

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2
					10%	11%		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^{(a)}}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^{(a)}}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)
20	2038	Rp 1.335.988,278,094.55	Rp 192.621.729,750.99	Rp 1.143.366.548,343.56	0.031	0.026	Rp 35,257,072,930.12	Rp 29,823,633,993.68
21	2039	Rp 1.498,873,007,400.48	Rp 50,674,429,732.06	Rp 1.448,198,577,668.43	0.026	0.022	Rp 37,526,834,105.65	Rp 31,479,074,079.61
22	2040	Rp 1.681,630,548,185.41	Rp 53,325,195,075.11	Rp 1.628,305,353,110.30	0.022	0.018	Rp 35,457,058,1131	Rp 29,495,002,518.53
23	2041	Rp 1.886,687,289,153.22	Rp 56,114,621,16.94	Rp 1.830,572,667,936.29	0.018	0.015	Rp 33,497,073,149.47	Rp 27,632,381,393.73
24	2042	Rp 2,116,766,105,917.68	Rp 59,049,961,465.40	Rp 2,057,716,144,452.28	0.015	0.013	Rp 31,641,596,757.74	Rp 25,884,248,455.64
25	2043	Rp 2,374,922,620,164.40	Rp 248,555,394,187.55	Rp 2,126,367,225,976.86	0.013	0.010	Rp 27,476,678,678.97	Rp 22,289,848,599.66
26	2044	Rp 2,664,585,897,158.38	Rp 65,389,314,453.58	Rp 2,599,196,582,704.80	0.011	0.009	Rp 28,223,971,905.04	Rp 22,705,273,106.75
27	2045	Rp 2,989,604,125,398.49	Rp 68,809,811,328.95	Rp 2,920,794,314,069.54	0.009	0.007	Rp 26,652,197,135.00	Rp 21,262,157,516.56
28	2046	Rp 3,354,295,888,917.00	Rp 72,409,233,445.73	Rp 3,281,886,655,471.27	0.008	0.006	Rp 25,165,679,367.75	Rp 19,908,965,255.33
29	2047	Rp 3,763,507,717,607.37	Rp 76,196,940,333.60	Rp 3,687,310,777,273.77	0.006	0.005	Rp 23,760,078,018.93	Rp 18,640,330,460.52
30	2048	Rp 4,222,678,685,044.28	Rp 320,731,124,466.55	Rp 3,901,947,560,577.73	0.005	0.004	Rp 21,128,690,754.93	Rp 16,437,813,436.89
31	2049	Rp 4,737,912,917,667.39	Rp 84,377,120,123.85	Rp 4,653,535,797,543.53	0.005	0.004	Rp 21,175,187,078.52	Rp 16,336,703,674.76
32	2050	Rp 5,316,060,985,202.46	Rp 88,790,863,839.44	Rp 5,227,270,121,363.02	0.004	0.003	Rp 19,988,130,602.68	Rp 15,292,379,586.17
33	2051	Rp 5,964,811,261,18.37	Rp 93,435,489,262.76	Rp 5,871,375,771,955.62	0.003	0.002	Rp 18,866,448,327.07	Rp 14,313,925,642.69
34	2052	Rp 6,692,792,476,365.73	Rp 98,323,073,751.79	Rp 6,594,469,402,613.95	0.003	0.002	Rp 17,806,688,857.53	Rp 13,397,306,461.65
35	2053	Rp 7,509,688,836,912.37	Rp 413,865,305,711.11	Rp 7,095,823,531,201.25	0.002	0.002	Rp 16,102,333,848.21	Rp 12,013,213,477.49
36	2054	Rp 8,426,369,249,702.14	Rp 108,878,621,222.57	Rp 8,317,490,628,479.57	0.002	0.001	Rp 15,859,946,211.19	Rp 11,734,577,633.07
37	2055	Rp 9,455,032,383,886.18	Rp 114,574,031,654.66	Rp 9,340,458,352,231.52	0.002	0.001	Rp 14,966,857,260.69	Rp 10,981,510,586.00
38	2056	Rp 10,609,369,512,257.60	Rp 120,567,367,424.40	Rp 10,488,802,144,833.20	0.001	0.001	Rp 14,123,468,324.97	Rp 10,276,341,860.00

Thn ke-	Tahun	Total Manfaat (B)	Total Biaya (C)	NPV	r1	r2	NPV1	NPV2	
					10%	11%			10%
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (c) - (d)	$(f) = \frac{1}{(1+r1)^{(a)}}$	$(g) = \frac{1}{(1+r2)^{(a)}}$	(h) = (e)(f)	(i) = (e)(g)	
39	2057	Rp 11904,747,313,624.70	Rp 126,874,212,923.43	Rp 11777,873,100,70130	0.001	0.001	Rp 13,327,091,407.13	Rp 9,616,084,586.78	
40	2058	Rp 13,358,413,085,601.10	Rp 534,043,871,034.47	Rp 12,824,369,214,566.70	0.001	0.001	Rp 12,194,319,149.90	Rp 8,725,416,584.49	
41	2059	Rp 14,989,725,118,078.90	Rp 140,494,889,395.69	Rp 14,849,230,228,683.30	0.001	0.001	Rp 11,865,294,546.19	Rp 8,419,239,284.24	
42	2060	Rp 16,820,411,315,552.20	Rp 147,844,138,033.62	Rp 16,672,567,177,518.60	0.001	0.000	Rp 11,195,154,654.44	Rp 7,877,531,382.00	
43	2061	Rp 18,874,859,535,914.50	Rp 155,577,823,826.35	Rp 18,719,281,712,088.10	0.001	0.000	Rp 10,562,575,841.38	Rp 7,370,477,081.98	
44	2062	Rp 21,180,443,539,496.40	Rp 163,716,056,574.64	Rp 21,016,727,482,921.70	0.000	0.000	Rp 9,965,493,073.82	Rp 6,895,889,072.81	
45	2063	Rp 23,767,888,920,683.20	Rp 689,119,992,069.50	Rp 23,078,768,928,613.70	0.000	0.000	Rp 9,196,008,758.54	Rp 6,310,395,316.76	
		Jumlah						Rp 120,951,544,700.22	Rp (85,182,747,039.80)
		FIRR						19,59%	

Sumber : Hasil perhitungan

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil analisa permasalahan yang terkait dengan analisa kelayakan pada proyek Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo Seksi I adalah sebagai berikut :

1. Kinerja Jalan Nasional Pasuruan-Probolinggo dapat meningkat dengan adanya pembangunan Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo. Peningkatan kinerja jalan tersebut dibuktikan berdasarkan hasil analisa peramalan derajat kejenuhan (DJ) pada bab 4.1.
2. Kelayakan pembangunan Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo Seksi I ditinjau dari aspek teknis adalah sebagai berikut :

Kontrol tikungan alinyemen horizontal pada Jalan Tol Pasuruan-Probolinggo Seksi I telah memenuhi yang mana telah dibuktikan pada bab 4.2.
3. Analisa ekonomi dan finansial Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I yang ditinjau dari aspek mikronya adalah layak, yang mana telah dibuktikan pada bab 4.3.

5.2 Saran

Dari pekerjaan yang telah dilakukan, didapatkan dua saran yang diharapkan dapat digunakan oleh pembaca untuk menyempurnakan pekerjaan di kemudian hari. Berikut ini adalah saran yang didasarkan dari proses kerja yang dilakukan :

1. Analisa kelayakan teknik hanya dilakukan pada alinyemen horizontal, maka sebaiknya bisa dilengkapi pula dengan kontrol alinyemen vertikal.
2. Analisa kelayakan ekonomi tidak membahas pengaruh ekonomi makro, tetapi hanya mempertimbangkan faktor penghematan biaya perjalanan bagi pengguna jalan. Oleh

karena itu, pembahasan lebih lanjut terkait faktor-faktor secara ekonomi lainnya sangat disarankan.

DAFTAR PUSTAKA

- Menteri Pekerjaan Umum. (2007). *Golongan Jenis Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Tol yang Sudah Beroperasi*.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia : Kapasitas Jalan Luar Kota*.
- Malau, B. C. (2012). *PDRB (Produk Domestik Regional Bruto)*. <https://andre239.wordpress.com/2012/03/09/pdrb-produk-domestik-regional-bruto.html>>.
- Wahab, W., Sentosa, L., Sebayang, M. (1990). *Analisis Nilai Pertumbuhan Lalu Lintas dan Perkiraan Volume Lalu Lintas Dimasa Mendatang Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata*. JOM FTEKNIK Vol.2 No.1.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2007). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan : Pra Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan*.
- Tamin, O. (2000). *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia : Kapasitas Jalan Luar Kota*.
- Tjokroadiredjo, R. E. (1990). *Ekonomi Rekayasa Transport (Transport Engineering Economics)*. Bandung: ITB.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2009). *Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- Jumingan. (2014). *Studi Kelayakan Bisnis : Teori dan Pembuatan Proposal Kelayakan..* -: Bumi Aksara.

- Muchsin, H. (2007). *Investasi Jalan Tol*. Jakarta: Fakultas Hukum Indonesia.
- Nugraha, A. B. (2017). *Studi Kelayakan Jalan Tol Bawen-Salatiga Ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yanida, A. (2000). *Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Krian-Legundi-Bunder-Manyar Seksi III dan IV*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Oktavia Merriandy Ayu Prahara. Lahir di Surabaya, Jawa Timur pada tanggal 25 Oktober 1996. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dan tinggal di Sidoarjo. Pendidikan formal penulis antara lain : TK Kunci Harapan pada tahun 2000, SD Kemala Bhayangkari 10 Porong tahun 2002, SMPN 1 Candi pada tahun 2008, SMAN 1 Sidoarjo pada tahun 2011. Penulis melanjutkan pendidikan di program Diploma IV Departemen

Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 10111410000039. Penulis mengambil konsentrasi studi di bangunan transportasi. Penulis juga mengikuti kerja praktek di Adhi Karya pada proyek Pembangunan Tol Ngawi – Kertosono. Penulis mengambil Proyek Akhir dengan judul Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I.

Terima kasih kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral serta materil, terimakasih pula kepada Bapak Ir. Djoko Sulistiono, MT dan Ir. Widjonarko Roestam, MSc (CS) selaku dosen pembimbing. Tak lupa juga penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa Diploma Teknik Sipil ITS dan seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.