



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

## **STUDI KELAYAKAN JALAN LINGKAR TIMUR MALANG RAYA DITINJAU DARI SEGI EKONOMI**

DINI SUKMA SALSABILLA  
NRP. 031 1 16 4000 0 047

DOSEN PEMBIMBING I  
Ir. Wahju Herijanto, MT

DOSEN PEMBIMBING II  
Anak Agung Gde Kartika, ST, MSc

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2020





TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**STUDI KELAYAKAN JALAN LINGKAR TIMUR  
MALANG RAYA DITINJAU DARI SEGI EKONOMI**

DINI SUKMA SALSABILLA  
NRP. 031116 40000 047

DOSEN PEMBIMBING I  
Ir. Wahju Herijanto, MT

DOSEN PEMBIMBING II  
Anak Agung Gde Kartika, ST, MSc

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2020





FINAL PROJECT (RC18-4803)

## **ECONOMIC FEASIBILITY STUDY OF MALANG RAYA EAST RING ROAD**

DINI SUKMA SALSABILLA  
NRP. 031116 40000 047

Supervisor I  
Ir. Wahju Herijanto, MT

Supervisor II  
Anak Agung Gde Kartika, ST, MSc

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Planning and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2020

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **STUDI KELAYAKAN JALAN LINGKAR TIMUR MALANG RAYA DITINJAU DARI SEGI EKONOMI**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

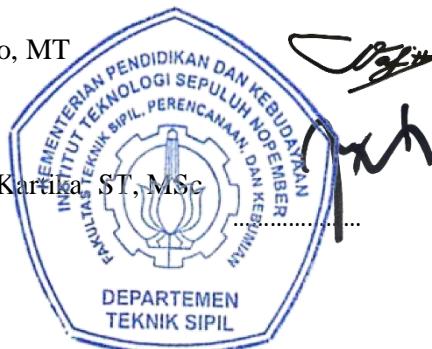
Program Studi S1 Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**DINI SUKMA SALSABILLA**  
NRP. 031116 40000 047

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Wahju Herijanto, MT  
(Pembimbing 1)

2. Anak Agung Gde Kartika ST, MSc  
(Pembimbing 2)



**SURABAYA  
AGUSTUS, 2020**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **STUDI KELAYAKAN JALAN LINGKAR TIMUR MALANG RAYA DITINJAU DARI SEGI EKONOMI**

**Nama Mahasiswa : Dini Sukma Salsabilla**  
**NRP : 03111640000047**  
**Departemen : Teknik Sipil FTSPK-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Wahju Herijanto, MT.**  
**Anak Agung Gde Kartika, ST., MSc.**

## **Abstrak**

Kota Malang merupakan salah satu kota besar yang ada di provinsi Jawa Timur. Hal ini menjadikan Kota Malang banyak dikunjungi oleh wisatawan baik domestik maupun mancanegara. Banyaknya kunjungan wisatawan dari luar Kota Malang mempengaruhi tingkat arus lalu lintas dan volume kendaraan di Kota Malang. Maka dari itu, pemerintah Kota malang berencana untuk mengurangi kemacetan dan mengurangi volume kendaraan pada pusat kota dengan melakukan pembangunan jalur jalan lingkar di Kota Malang. Jalan lingkar adalah jalan yang melingkari pusat suatu kota fungsinya agar kendaraan dapat mencapai bagian kota lainnya tanpa harus melalui pusat kota. Rencana pembangunan Jalan Lingkar Timur Kota Malang ini sendiri sebenarnya telah dicanangkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Malang Bersama dengan Dinas Perhubungan Kota Malang sejak tahun 2014. Rencana pembangunan jalur nya melalui rute jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono, jalan arteri Mayjen Sungkono – Bugis dan Jalan Bugis – Singosari. Yang akan terbagi dalam 3 segmen. Untuk mengetahui layak dibangun atau tidaknya jalan lingkar tersebut dari segi kelayakan ekonomi maka dibutuhkanlah Studi Kelayakan Jalur Jalan Lingkar Timur Malang Raya Ditinjau dari Segi Ekonomi.

Berdasarkan permasalahan diatas dan untuk menyelesaikan studi ini, maka diperlukan data-data yang menunjang pengerjaannya. data yang diambil adalah data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Data Lalu Lintas Harian Rata-

Rata (LHR), data suku bunga, nilai investasi, dan data inflasi Bank Indonesia. Dari data tersebut akan dilakukan analisis kelayakan. Analisis kelayakan dilakukan dengan menghitung Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dari jalan eksisting dan jalan lingkar, menghitung nilai waktu (time value) dengan harga dasar menggunakan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) , menghitung penghematan (Saving), menghitung Benefit Cost Ratio (BCR), menghitung Internal Rate of Return (IRR), serta Net Present Value (NPV).

Dari hasil analisa kelayakan yang dilakukan , dinyatakan bahwa Jalan Lingkar Timur Malang Raya layak dari segi ekonomi dengan Net Present Value (NPV ) sebesar Rp1,271,586,330,515 > 0 , Benefit Cost Ratio (BCR) 2,01 > 1, IRR sebesar 14,267 % > Discount Rate 5,09%, Rencana lama Konsesi Pembangunan yaitu 20 tahun.

**Kata Kunci : Jalur Jalan Lingkar, Jalan Lingkar Malang Raya, Analisis Kinerja Lalu Lintas, Studi Kelayakan, Kelayakan Jalan Lingkar.**

# **ECONOMIC FEASIBILITY STUDY OF MALANG RAYA EAST RING ROAD**

<b>Student name</b>	<b>: Dini Sukma Salsabilla</b>
<b>NRP</b>	<b>: 03111640000047</b>
<b>Departement</b>	<b>: Civil Engineering FTSPK – ITS</b>
<b>Supervisor 1</b>	<b>: Ir. Wahju Herijanto, MT.</b>
<b>Supervisor 2</b>	<b>: Anak Agung Gde Kartika, ST., MSc.</b>

## *Abstrac*

*Malang City is one of the big cities in East Java province. This makes Malang City visited by many tourists, both domestic and foreign. The number of tourist visits from outside Malang City affects the level of traffic flow and the volume of vehicles in Malang City. Therefore, the Malang City government plans to reduce congestion and reduce the volume of vehicles in the city center by building a ring road in Malang City. A ring road is a road that circles the center of a city so that vehicles can reach other parts of the city without having to go through the city center. The plan for the construction of the Malang City East Ring Road itself has actually been proclaimed by the Malang City Regional Development Planning Agency together with the Malang City Transportation Agency since 2014. The route development plan is through the Satsui Tubun - Mayjen Sungkono road route, the Mayjen Sungkono - Bugis artery road and the Bugis - Singosari. Which will be divided into 3 segments. To determine whether the ring road is feasible or not in terms of economic feasibility, a Feasibility Study on the East Ring Road of Malang Raya from an economic point of view is needed.*

*Based on the above problems and to complete this study, data that support the work is needed. The data taken are Gross Regional Domestic Product (PDRB), Average Daily Traffic (LHR), interest rate data, investment value, and Bank Indonesia inflation data. From these data a feasibility analysis will be carried out. Feasibility analysis is carried out by calculating Vehicle Operating Costs (BOK) of existing roads and ring roads, calculating the time value with a base price using Gross Regional Domestic Product (PDRB), calculating savings (Saving), calculating the Benefit Cost Ratio (BCR), calculating the Internal Rate of Return (IRR) and Net Present Value (NPV).*

*From the results of the feasibility analysis carried out, it was stated that the East Malang Raya Ring Road was economically feasible with a Net Present Value (NPV) of IDR 1,271,586,330,515 > 0, Benefit Cost Ratio (BCR) 2,01 > 1, IRR of 14,267% > Discount Rate 5.09%, the old plan for the Development Concession is 20 years.*

***Keywords:*** ***Ring Road Line, Great Malang Ring Road, Traffic Performance Analysis, Feasibility Study, Ring Road Feasibility.***

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur bagi Tuhan YME atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini membahas tentang “Studi Kelayakan Jalan Lingkar Timur Malang Raya Ditinjau Dari Segi Ekonomi” .

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis bermaksud mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung dan membantu atas terselesaiannya Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ir. Wahju Herijanto, MT. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Anak Agung Gde Kartika, ST, MSc. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Fuddoly, MSc.. selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama menjalani masa perkuliahan di ITS.
4. Mama, papa, adik-adik dan sanak saudara tercinta yang selalu memberikan dukungan baik doa maupun materil sehingga menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak dan Ibu dosen serta staff pengajar Departemen Teknik Sipil FTSLK ITS.
6. Kawan S-59 dan Sahabat SMA (Afifah, Intan, Sadana, Riana, Balqis, Nani) serta Sahabat Kuliah (Jepki, Tika, Qoni, Fida dkk) yang senantiasa menjadi teman diskusi penulis dan membantu memberi semangat kepada penulis.
7. Fajar bagus muliawan, yang senantiasa selalu memberi dukungan dan bantuan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, penulis, dan semua pihak yang terkait.

Surabaya, Juli 2020

(Dini Sukma Salsabilla)

## DAFTAR ISI

Abstrak .....	i
<i>Abstrac</i> .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah .....	6
1.5 Manfaat.....	6
1.6 Lokasi Studi .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Umum .....	9
2.2 Studi Terdahulu .....	9
2.2.1 I Made Vikannanda, Cahya Buana, ST., MT.        dan Ir. Hera Widystuti, M.T., PhD. 2017. “Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Lingkar Barat Gresik”. Surabaya.....	9
2.2.2 Muchammad Maulana Faridli & A.A Gde Kartika, ST. MSc. 2013. “Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Lingkar Barat Dalam Kota Surabaya”. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. ....	11
2.2.3 Gumarang Sagala. 2007. “Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Lingkar Probolinggo Ditinjau Dari Segi Teknik Lalu Lintas Dan Ekonomi”. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. ....	12
2.3 Tentang Jalan .....	13
2.3.1 Sistem Jaringan Jalan.....	13
2.3.2 Fungsi Jalan.....	13
2.3.3 Status Jalan .....	14

2.4 Karakteristik Jalan .....	15
2.4.1 Ketentuan Umum .....	15
2.4.2 Jalan Lingkar (Ring Road) .....	16
2.4.3 Bagian Jalan .....	17
2.4.4 Jalur Lalu Lintas .....	20
2.4.5 Jarak Pandang.....	24
2.4.6 Tipe Alinemen.....	27
2.5 Karakteristik Lalu Lintas .....	28
2.5.1 Satuan Mobil Penumpang .....	28
2.5.2 Kecepatan Tempuh (Vt).....	29
2.5.3 Kecepatan Arus Bebas (Vb).....	31
2.5.4 Kapasitas.....	34
2.6 Volume .....	40
2.6.1 Derajat Kejemuhan (Dj) .....	42
2.6.2 Waktu Tempuh (Wt) .....	42
2.6.3 Ekuivalen Kendaraan Ringan.....	43
2.6.4 Arus dan Komposisi lalu lintas .....	43
2.6.5 Trip Assigment.....	48
2.6.6 Pertumbuhan Lalu Lintas .....	48
2.7 Studi Kelayakan Ekonomi .....	49
2.7.1 BOK (Biaya Operasional Kendaraan) .....	49
2.7.1 Nilai Waktu ( <i>Time Value</i> ).....	54
2.7.2 BCR (Benefit Cost Ratio).....	56
2.7.3 Net Present Value (NPV) .....	57
BAB III METODOLOGI .....	59
3.1 Studi Literatur .....	59
3.2 Lokasi Survey.....	59
3.3 Pengumpulan Data .....	60
3.4 Langkah Penulisan .....	61
3.4.1 Identifikasi Masalah.....	61
3.4.2 Studi Literatur .....	61
3.4.3 Survei dan Pengumpulan Data.....	62
3.4.4 Rekapitulasi dan Analisis Data .....	63
3.4.5 Pembahasan .....	63
3.5 Analisis Data Lalu Lintas .....	66

3.6 Analisis Ekonomi .....	69
3.7 Analisis Nilai Waktu .....	72
3.8 Analisis Benefit Cost Ratio (BCR) .....	74
3.9 Perhitungan Net Present Value (NPV) .....	75
3.10 Kesimpulan dan Saran.....	75
3.11 Bagan Alir (Flow Chart).....	76
BAB IV ANALISIS KONDISI LALU LINTAS.....	77
4.1 Umum .....	77
4.2 Pengumpulan Data.....	77
4.2.1 Data Perencanaan Jalan Lingkar Timur .....	77
4.2.2 Data Jalan Eksisting.....	79
4.2.3 Data Lalu Lintas .....	81
4.3 Forecasting Pertumbuhan Kendaraan .....	83
4.4 Analisis Kondisi Lalu Lintas Sebelum adanya Jalan Lingkar .....	87
4.4.1 Analisis Volume Lalu Lintas .....	87
4.4.2 Analisis Kinerja Jalan .....	91
4.4.3 Analisis Kecepatan Arus Bebas .....	98
4.4.4 Analisis Waktu Tempuh Perjalanan ( <i>Travel Time</i> ) .....	104
4.4.5 Trip Assignment .....	105
4.5 Analisis Kondisi Lalu Lintas Setelah adanya Jalan Lingkar .....	119
4.5.1 Analisis Volume Lalu Lintas .....	119
4.5.2 Analisis Kinerja Jalan <i>With Project</i> .....	122
4.5.3 Analisis Kecepatan Tempuh .....	135
4.5.4 Analisis Waktu Tempuh .....	138
BAB V ANALISIS KELAYAKAN .....	141
5.1 Biaya Operasional Kendaraan .....	141
5.1.1 Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan .....	146
5.1.2 Perhitungan BOK Akibat adanya Sepeda Motor .....	157
5.1.3 Perhitungan BOK Sebelum adanya jalan lingkar.....	159
5.1.4 Perhitungan BOK setelah adanya Jalan Lingkar.....	163
5.1.5 Peritungan <i>Saving</i> Biaya Operasional Kendaraan (BOK) .....	168
5.2 Nilai Waktu .....	169

5.2.1 Perhitungan Nilai Waktu Without Project .....	173
5.2.2 Perhitungan Nilai Waktu <i>With Project</i> .....	176
5.2.2 Perhitungan <i>Saving</i> Nilai Waktu .....	178
5.3 Biaya Investasi .....	179
5.3.1 Biaya Rencana Pemeliharaan dan Operasional Jalan Lingkar Timur Malang Raya.....	179
5.4 Kelayakan Ekonomi.....	181
5.4.1 Analisis Benefit Cost Ratio (BCR).....	183
5.4.2 Analisa Net Present Value (NPV) .....	186
5.4.3 Analisis Internal Rate of Return (IRR) .....	188
BAB VI PENUTUP .....	193
6.1. Kesimpulan .....	193
6.2. Saran .....	194
DAFTAR PUSTAKA .....	195
BIODATA PENULIS .....	197
LAMPIRAN .....	199

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. 1	Peta Lokasi Jalan Lingkar Malang Raya .....	7
Gambar 2. 1	Damaja, Dumija dan Dawasja di Lingkungan Jalan Antar Kota.....	18
Gambar 2. 2	Penampang Melintang Jalan Dengan Median ....	20
Gambar 2. 3	tentang kemiringan melintang jalan normal.....	23
Gambar 2. 4	Bahu Jalan.....	24
Gambar 2. 5	Jarak Pandang Mendahului .....	27
Gambar 2. 6	Kecepatan sebagai dari derajat kejenuhan pada jalan 2/2TT .....	30
Gambar 2. 7	Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada jalan 4/2T .....	30
Gambar 2. 8	Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejenuhan pada Jalan Bebas Hambaan 4/2 atau 6/2 .....	31
Gambar 2. 9	Diagram Ekivalen Kendaraan Ringan untuk jalan 4/2T.....	46
Gambar 3. 1	Lokasi Survey.....	60
Gambar 3. 2	Bagan Alir ( <i>FlowChart</i> ).....	76
Gambar 4. 1	Segmen 1 (Singosari - Jl. Bugis) .....	78
Gambar 4. 2	Segmen 2 (Jl. Bugis - Jl. Mayjend Sungkono) .....	78
Gambar 4. 3	Segmen 3 (Jl.Mayjen Sungkono – Jl.Satsui Tubun) .....	78
Gambar 4. 4	Jalur Jalan Eksisting .....	80
Gambar 4.5	Kecepatan Tempuh Without Project Kendaraan Ringen pada Jalan Arteri Satsui Tubun – Mayjen Sungkono .....	100
Gambar 4. 6	Pembagian Ruas Jalan.....	106
Gambar 5. 1	Grafik Hubungan Kecepatan dan Biaya Operasional Kendaraan .....	156

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penentuan Lebar Jalur dan buah Jalan .....	21
Tabel 2. 2 Lebar Lajur Jalan Ideal .....	22
Tabel 2. 3 Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum .....	25
Tabel 2. 4 Panjang Jarak Pandang Mendahului .....	27
Tabel 2. 5 Ekivalen Mobil Penumpang (emp).....	28
Tabel 2. 6 Kecepatan arus bebas dasar, $V_{BD}$ .....	32
Tabel 2. 7 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur lalu lintas efektif, $V_{BL}$ .....	32
Tabel 2. 8 Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping, $FV_{BHS}$ , untuk jalan berbau dengan lebar efektif $L_{BE}$ .....	33
Tabel 2. 9 Faktor penyesuaian arus bebas akibat hambatan samping untuk jalan berkereb dengan jarak kereb ke penghalang terdekat $L_{K-P}$ .....	33
Tabel 2. 10 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan, $FV_{UK}$ .....	34
Tabel 2. 11 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan .....	35
Tabel 2. 12 Faktor penyesuaian kapasitas akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas.....	36
Tabel 2. 13 Faktor Penyesuaian Kapasitas terkait pemisahan arah lalu lintas ( $FC_{PA}$ ).....	36
Tabel 2. 14 Faktor penyesuaian kapasitas akibat KHS pada jalan berbau, ( $FC_{HS}$ ) .....	37
Tabel 2. 15 Faktor penyesuaian kapasitas akibat KHS pada jalan berkereb, ( $FC_{HS}$ ) .....	38
Tabel 2. 16 Faktor Penyesuaian Kapasitas terkait Ukuran Kota ( $FC_{UK}$ ) .....	39
Tabel 2. 17 Co Jalan Bebas Hambatan.....	39

Tabel 2. 18 FCL.....	40
Tabel 2. 19 Ekivalen Kendaraan Ringan untuk Tipe Jalan 2/2TT .....	43
Tabel 2. 20 Ekivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi dan Satu Arah .....	43
Tabel 2. 21 EKR untuk Jalan 2/2.....	45
Tabel 2. 22 Ekr untuk jalan 2/2TT .....	45
Tabel 2. 23 Ekr untuk jalan 6/2T .....	47
Tabel 2. 24 Faktor Koreksi konsumsi bahan bakar dasar kendaraan golongan I, IIa, IIb.....	51
Tabel 2. 25 Konsumsi minyak pelumas .....	52
Tabel 2. 26 Faktor koreksi.....	52
Tabel 2. 27 Nilai Waktu Minimum (Rp/Jam).....	55
Tabel 2. 28 Nilai Waktu dari Berbagai Studi .....	55
Tabel 2. 29 Nilai K untuk Beberapa Kota .....	55
Tabel 3. 1 Faktor Koreksi konsumsi bahan bakar dasar kendaraan golongan I, IIa, Iib .....	70
Tabel 3. 2 Konsumsi minyak pelumas .....	70
Tabel 3. 3 Faktor koreksi pelumas .....	71
Tabel 3. 4 Nilai Waktu Minimum (Rp/Jam).....	72
Tabel 3. 5 Nilai Waktu dari Berbagai Studi .....	73
Tabel 3. 6 Nilai K untuk Beberapa Kota .....	73
Tabel 4. 1 Rekapan Hasil Volume Lalu Lintas Harian Jalan Eksisting.....	82
Tabel 4. 2 PDRB Per Kapita Atas Dasar Harga Konstan 2010 menurut Kabupaten/Kota, 2012 – 2016 (Milliar Rupiah) .....	84
Tabel 4. 3 PDRB atas dasar harga konstan menurut lapangan usaha tahun 2012-2016 (Milliar Rupiah).....	84
Tabel 4. 4 Laju pertumbuhan PDRB per Kapita Atas Dasar Harga Konstan .....	85

Tabel 4. 5 Laju Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan menurut Lapangan Usaha.....	86
4. 6 Hasil <i>Forecasting</i> Volume Kendaraan Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono <i>Without Project</i> .....	89
Tabel 4. 7 Arus Lalu Lintas Jam Rencana (Qjp) .....	91
Tabel 4. 8 Arus Lalu Lintas Ruas Satsui Tubun – Mayjen Sungkono .....	92
Tabel 4. 9 Arus Lalu Lintas Ruas Mayjen Sungkono - Bugis ....	92
Tabel 4. 10 Arus Lalu Bugis - Singosari.....	92
Tabel 4. 11 Derajat Kejemuhan Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono <i>Without Project</i> .....	95
Tabel 4. 12 Derajat Kejemuhan Jalan Bugis – Singosari <i>Without Project</i> .....	96
Tabel 4. 13 Derajat Kejemuhan Jalan Raya Mayjen Sungkono - Bugis <i>Without Project</i> .....	97
Tabel 4. 14 Rekap Kecepatan Arus Bebas <i>Without Project</i> .....	99
Tabel 4. 15 Kecepatan Tempuh Kendaraan Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono <i>without project</i> .....	101
Tabel 4. 16 Kecepatan Tempuh Kendaraan Jalan Mayjen Sungkono - Bugis <i>without project</i> .....	102
Tabel 4. 17 Kecepatan Tempuh Kendaraan Jalan Bugis – Singosari <i>without project</i> .....	103
Tabel 4. 18 Waktu Tempuh Perjalanan Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono <i>Without Project</i> .....	105
Tabel 4. 19 <i>Trip Assignment</i> Metode Smock Jalan Bugis - Singosari. ....	110
Tabel 4. 20 Hasil <i>Trip Assignment</i> Metode Smock .....	111
Tabel 4. 21 Nilai Indeks Tingkat Pelayanan.....	112
Tabel 4. 22 Hasil <i>Trip Assignment</i> Metode Davidson .....	114
Tabel 4. 23 Rekapitulasi <i>Trip Assignment</i> Metode Davidson ...	115

Tabel 4. 24 Hasil Trip Assignment Metode Diversion Curve ...	117
Tabel 4. 25 Rekapitulasi presentase perpindahan kendaraan 3 jalan eksisting ke Lingkar Timur Malang Raya.....	117
Tabel 4. 26 Hasil Forecast Jalan Jalan Singosari - Bugis <i>With Project</i> .....	121
Tabel 4. 27 Hasil Forecast Jalan Singosari - Bugis <i>With Project</i> .....	122
Tabel 4. 28 Hasil Forecast Arus per arah Jalan Singosari - Bugis (arah Singosari) <i>With Project</i> .....	124
Tabel 4. 29 Hasil Forecast Arus per arah Jalan Singosari - Bugis (arah Bugis) <i>With Project</i> .....	125
Tabel 4. 30 Hasil Forecast Arus per arah Jalan Bugis – Mayjen Sungkono (arah Bugis) <i>With Project</i> .....	126
Tabel 4. 31 Hasil Forecast Arus per arah Jalan Bugis – Mayjen Sungkono (arah Mayjen Sungkono) <i>With Project</i> ... <td>127</td>	127
Tabel 4. 32 Hasil Forecast Arus per arah Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun (arah Mayjen Sungkono) <i>With Project</i> .....	128
Tabel 4. 33 Hasil Forecast Arus per arah Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun (arah Satsui Tubun) <i>With Project</i> ... <td>129</td>	129
Tabel 4. 34 Derajat Kejenuhan Jalan Singosari - Bugis <i>With Project</i> .....	130
Tabel 4. 35 Derajat Kejenuhan Jalan Bugis – Mayjen Sungkono <i>With Project</i> .....	131
Tabel 4. 36 Derajat Kejenuhan Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun <i>With Project</i> .....	132
Tabel 4. 37 Derajat Kejenuhan Jalan Lingkar Segmen 1 Arah Singosari - Bugis <i>With Project</i> .....	133
Tabel 4. 38 Derajat Kejenuhan Jalan Lingkar Segmen 2 Arah Bugis – Mayjen Sungkono <i>With Project</i> .....	134

Tabel 4. 39 Derajat Kejenuhan Jalan Lingkar Segmen 3 Arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun <i>With Project</i> .....	135
Tabel 4. 40 Kecepatan Tempuh Kendaraan With Project Jalan Singosari - Bugis .....	136
Tabel 4. 41 Kecepatan Tempuh Jalan Lingkar Timur Segmen 1 (arah Singosari - Bugis) .....	137
Tabel 4. 42 Waktu Tempuh Jalan Akses Toll Singosari - Bugis With Project .....	138
Tabel 4. 43 Waktu Tempuh Kendaraan Jalan Lingkar Timur Segmen 1 (arah Singosari - Bugis) .....	139
Tabel 5. 1 Harga Komponen Kendaraan Golongan 1 (KR) .....	142
Tabel 5. 2 Harga Komponen Kendaraan Golongan I (KBM) ...	142
Tabel 5. 3 Harga Komponen Kendaraan Golongan I (BB) .....	143
Tabel 5. 4 Harga Komponen Kendaraan Golongan II (TB) .....	143
Tabel 5. 5 Harga Komponen Kendaraan Golongan III (TB).....	144
Tabel 5. 6 Harga Komponen Kendaraan Golongan IV (TB).....	144
Tabel 5. 7 Harga Komponen Kendaraan Golongan V (TB).....	145
Tabel 5. 8 Harga Komponen Kendaraan Golongan VI (SM)....	145
Tabel 5. 9 Total Biaya Operasional Kendaraan per Golongan Kendaraan .....	155
Tabel 5. 10 BOK without project Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun (Rp/1000km/kend).....	159
Tabel 5. 11 Total BOK Jalan Singosari - Bugis Without Project .....	161
Tabel 5. 12 Total BOK Without Project .....	162
Tabel 5. 13 BOK <i>With Project</i> Jalan Singosari - Bugis .....	164
Tabel 5. 14 Total BOK With Project Jalan Singosari - Bugis ...	166
Tabel 5. 15 Total BOK With Project .....	167
Tabel 5. 16 Saving BOK .....	168
Tabel 5. 17 Nilai Waktu Dasar dan Nilai Waktu Minimum.....	170

Tabel 5. 18 Nilai Waktu per Golongan Kendaraan (Rp/jam/kend)	173
Tabel 5. 19 Total Nilai Waktu Without Project .....	175
Tabel 5. 20 Total Nilai Waktu With Project.....	177
Tabel 5. 21 Saving Nilai Waktu .....	178
Tabel 5. 22 Biaya Investasi Lingkar Timur Malang Raya .....	179
Tabel 5. 23 Rencana Biaya Perawatan dan Operasional (O/M)	180
Tabel 5. 24 BI rate .....	182
Tabel 5. 25 Perhitungan BCR Ekonomi.....	184
Tabel 5. 26 Perhitungan BCR Ekonomi.....	185
Tabel 5. 27 Perhitungan NPV .....	187
Tabel 5. 28 Perhitungan IRR Ekonomi .....	189
Tabel 5. 29 IRR Check.....	191

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Status Jalan Di Kota Malang.....	200
Lampiran 2	Jaringan Jalan Tembusan Di Kota Malang .....	201
Lampiran 3	Jaringan Jalan Lingkar Di Kota Malang .....	202
Lampiran 4	Rencana Rute Jalan Lingkar Di Kota Malang .....	203
Lampiran 5	Rencana Rute Jalan Lingkar Di Kota Malang Oleh Dinas Perhubungan Kota Malang.....	204
Lampiran 6	Hasil <i>Forecasting</i> Volume Kendaraan Jalan Arteri Bugis – Mayjen Sungkono <i>Without Project</i> .....	205
Lampiran 7	Hasil <i>Forecasting</i> Volume Kendaraan Jalan Arteri Mayjen Sungkono – Satsui Tubun <i>Without Project</i>	207
Lampiran 8	Waktu Tempuh Perjalanan Bugis – Mayjen Sungkono <i>Without Project</i> .....	209
Lampiran 9	Waktu Tempuh Perjalanan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun <i>Without Project</i> .....	210
Lampiran 10	<i>Trip Assignment Metode Smock</i> Jalan Bugis – Mayjen Sungkono .....	211
Lampiran 11	<i>Trip Assignment Metode Smock</i> Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun .....	212
Lampiran 12	Hasil Forecast Jalan Nasional Bugis – Mayjen Sungkono <i>With Project</i> .....	213
Lampiran 13	Hasil Forecast Jalan Nasional Mayjen Sungkono - Bugis <i>With Project</i> .....	214
Lampiran 14	Hasil Forecast Jalan Nasional Mayjen Sungkono – Satsui Tubun <i>With Project</i> .....	215
Lampiran 15	Hasil Forecast Jalan Satsui Tubun - Mayjen Sungkono <i>With Project</i> .....	216
Lampiran 16	Hasil Forecast Jalan Lingkar Timur Segmen 1 (arah Singosari - Bugis).....	217
Lampiran 17	Hasil Forecast Jalan Lingkar Timur Segmen 1 (arah Bugis - Singosari).....	218
Lampiran 18	Hasil Forecast Jalan Lingkar Timur Segmen 2 (arah Jalan Bugis – Mayjen Sungkono).....	219

Lampiran	19 Hasil <i>Forecast</i> Jalan Lingkar Timur Segmen 2 (arah Mayjen Sungkono - Jalan Bugis).....	220
Lampiran	20 Hasil <i>Forecast</i> Jalan Lingkar Timur Segmen 3 (arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun) .....	221
Lampiran	21 Hasil <i>Forecast</i> Jalan Lingkar Timur Segmen 3 (arah Satsui Tubun - Mayjen Sungkono) .....	222
Lampiran	22 Kecepatan Tempuh Kendaraan With Project Jalan Bugis – Mayjen Sungkono .....	223
Lampiran	23 Kecepatan Tempuh Jalan Lingkar Timur Segmen 2 (arah Bugis – Mayjen Sungkono) .....	224
Lampiran	24 Kecepatan Tempuh Kendaraan With Project Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun.....	225
Lampiran	25 Kecepatan Tempuh Jalan Lingkar Timur Segmen 3 (arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun).....	226
Lampiran	26 Waktu Tempuh Jalan Bugis – Mayjen Sungkono With Project .....	227
Lampiran	27 Waktu Tempuh Kendaraan Jalan Lingkar Timur Segmen 2 (arah Bugis – Mayjen Sungkono).....	228
Lampiran	28 Waktu Tempuh Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun With Project .....	229
Lampiran	29 Waktu Tempuh Kendaraan Jalan Lingkar Timur Segmen 3 (arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun).....	230
Lampiran	30 Total BOK Jalan Bugis – Mayjen Sungkono Without Project.....	231
Lampiran	31 Total BOK Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun Without Project.....	232
Lampiran	32 BOK with project Jalan Bugis – Mayjen Sungkono (Rp/1000km/kend).....	233
Lampiran	33 BOK with project Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun (Rp/1000km/kend).....	234
Lampiran	34 BOK with project Jalan Lingkar Segmen 1 (Rp/1000km/kend).....	235
Lampiran	35 BOK with project Jalan Lingkar Segmen 2 (Rp/1000km/kend).....	236

Lampiran	36 BOK with project Jalan Lingkar Segmen 3 (Rp/1000km/kend).....	237
Lampiran	37 Total BOK With Project Jalan Bugis – Mayjen Sungkono .....	238
Lampiran	38 Total BOK With Project Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun.....	239
Lampiran	39 Total BOK With Project Jalan Lingkar Timur Segmen 1.....	240
Lampiran	40 Total BOK With Project Jalan Lingkar Timur Segmen 2.....	241
Lampiran	41 Total BOK With Project Jalan Lingkar Timur Segmen 3.....	242
Lampiran	42 Benefit Ekonomi Kelayakan Jalan Lingkar Timur Malang .....	243

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Provinsi Jawa Timur merupakan daerah yang sangat padat dengan jumlah penduduk sebesar 42.030.633 jiwa (BPS, 2017), dimana Jawa Timur memiliki jumlah penduduk terbanyak kedua di Indonesia setelah Provinsi Jawa Barat (BPS 2017). Hal itu membuat Jawa Timur memiliki peranan yang sangat penting dalam perkembangan ekonomi dan finansial di Indonesia. Terdapat 4.618.283 unit usaha perindustrian dan 13.663.614 tenaga kerja di Provinsi Jawa Timur yang akan terus meningkat disetiap tahunnya (Sensus Ekonomi 2016). Dari hasil pendataan tersebut dapat dijadikan langkah untuk mengukur kekuatan perekonomian Jawa Timur di Indonesia, terutama perekonomian dua kota besar di Jawa Timur yakni Kota Surabaya sebagai ibu kotanya dan Kota Malang sebagai kota pariwisata yang tentunya akan banyak mempengaruhi ekonomi di Jawa Timur. Selain itu, akar dari penguatan perekonomian bangsa juga tidak lepas dari menguatnya perekonomian di berbagai aktivitas yang mulai menunjukkan perkembangan yang cukup pesat, dimana dengan perkembangan ekonomi yang sangat pesat itulah maka tingkat mobilitas seseorang, barang dan jasa yang ada di provinsi Jawa Timur ini kian meningkat. Sehingga, hal yang perlu diperhatikan oleh dampak mobilitas seseorang, barang dan jasa itu adalah transportasi.

Transportasi adalah perpindahan barang atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lain, dimana produk dipindahkan ke tempat tujuan dibutuhkan baik dengan atau tanpa sarana, definisi ini dikemukakan oleh Bowersox pada tahun 1981. Oleh karena itu, transportasi sangat mempengaruhi perkembangan ekonomi di suatu daerah atau dengan kata lain meningkatnya pembangunan infrastruktur transportasi pada suatu daerah berbanding lurus dengan meningkatnya perekonomian di daerah tersebut. Jawa

Timur merupakan provinsi yang mendapatkan pendapatan besar dari segi pariwisata jumlah kunjungan Wisatawan Mancanegara (Wisman) yang datang ke Jawa Timur melalui pintu masuk Juanda pada bulan Februari 2019 naik sebesar 23,48 persen dibandingkan jumlah kunjungan wisman bulan Januari yaitu dari 14.222 kunjungan menjadi 17.561 kunjungan. Jumlah kunjungan Wisman Februari 2019 turun sebesar 10,50 persen dibandingkan jumlah Wisman periode yang sama tahun 2018 yang mencapai 19.621 kunjungan (BPS Provinsi Jawa Timur). Daerah yang memiliki wisatawan terbanyak adalah kota Malang. Kota Malang masih menjadi primadona wisatawan, baik lokal maupun mancanegara. Tercatat kota yang disebut “Makobu” atau Malang Kota Bunga itu dikunjungi 15.034 wisatawan mancanegara dan 4,8 juta wisatawan nusantara sepanjang 2018. Dengan adanya perkembangan pariwisata di kota Malang tersebut, maka hal yang perlu diperhatikan adalah transportasi. Infrastruktur transportasi menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan pariwisata di suatu daerah. Hal itu dikarenakan apabila akses transportasi menuju daerah pariwisata itu cepat, mudah dan nyaman maka wisatawan pun banyak yang mengunjungi daerah pariwisata tersebut sehingga dapat meningkatkan perekonomian di daerahnya.

Jalur Pandaan – Malang merupakan salah satu bagian jalur yang menghubungkan dua kota besar di Jawa Timur, yaitu Kota Surabaya dan Kota Malang. Tentu jaringan jalur jalan ini yang mendukung perkembangan perekonomian di Jawa Timur. Di sisi lain, jalur ini belum memiliki alternatif lain yang menghubungkan dua kota besar di Jawa Timur tersebut, masih menjadi jalur utamanya. Oleh karena itu menyebabkan padatnya arus lalu lintas pada jalur tersebut, berbagai jenis kendaraan mulai dari kendaraan besar maupun kendaraan bermotor menumpuk yang mengakibatkan jalan berlubang tentu saja hal itu akan mempengaruhi rawannya kecelakaan.

Kecamatan Pandaan, Kota Pasuruan dapat dikatakan sebagai daerah industri, hal ini bisa dilihat dari begitu banyaknya

perusahaan yang berdiri di kota Pandaan. Kecamatan Pandaan memiliki 60 industri pabrik dari berbagai bidang yang berada di sepanjang jalur Pandaan – Malang. Beberapa pabrik tersebut terletak di kedua sisi jalan Kecamatan Pandaan karena wilayah ini cocok untuk dijadikan kawasan industri. Namun, terdapat permasalahan besar akibat banyaknya industri yaitu kepadatan arus lalu lintas di sepanjang jalan tersebut. Hal itu karena banyak arus pendistribusian barang pabrik yang melibatkan kendaraan besar melintasi jalur Pandaan – Malang sehingga arus lalu lintas disepanjang jalur tersebut menjadi padat. Selain itu, banyaknya pabrik di sepanjang jalur Pandaan – Malang juga dapat mengganggu kelancaran lalu lintas di jam-jam tertentu, seperti halnya pada pagi hari yang menjadi jam keberangkatan buruh pabrik, siang hari yang menjadi jam pergantian shift buruh pabrik dan sore hari yang menjadi jam kepulangan buruh pabrik. Banyaknya buruh pabrik yang menyeberang jalan dan para penjemput yang bergerombol di depan pintu gerbang pabrik hingga memakan badan jalan akan menyebabkan gangguan kelancaran arus lalu lintas dan kemacetan di sepanjang jalan tersebut.

Dengan telah dibangunnya Jalur Tol Pandaan – Malang membuat penduduk luar kota khususnya wisatawan yang ingin berlibur di Malang memiliki akses yang nyaman dan cepat, sehingga kepadatan lalu lintas semakin bertambah. Tiga kepala daerah di Malang Raya bersepaham bahwa kemacetan menjadi urusan penting untuk diselesaikan bersama di Malang Raya. Mantan bupati malang, Rendra Kresna mengusulkan Lingkar Malang sedangkan, Walikota Malang Sutiaji menyebutkan bahwa jalur lingkar dan tol tengah bisa menjadi alternatif solusi mengurangi kemacetan untuk keluar dan masuknya kota Malang tersebut (koran surya malang, 30 Juli 2019). Terdapat 2 jalur lingkar yang ada di Malang Raya, yaitu Jalur Lingkar Timur dan Jalur Lingkar Barat. Jalur Lingkar Timur membentang mulai jalan Ki Ageng Gribig hingga Jalan Mayjen Sungkono. Jalur ini menghubungkan Kota Malang dengan Kabupaten Malang. Sedangkan Jalur Lingkar Barat melintas dari Tlogomas kemudian

ke Kawasan Merjosari dan tembus ke Dau dan Batu di Kabupaten Malang. Tentu saja di kedua jalur tersebut memerlukan jalan lingkar dikarenakan kemacetan yang mungkin sudah tidak lazim lagi di dalam kota.

Hal lain yang disebabkan karena banyaknya kendaraan besar yang melintasi jalur Malang Raya adalah kerusakan jalan. Semua itu dikarenakan tingginya kapasitas kendaraan besar yang melintasi jalur tersebut dan tidak jarang kendaraan besar mengangkut muatan melebihi batas yang diperbolehkan. Kendaraan besar yang mengangkut melebihi kapasitas yang diperbolehkan akan merusak perkerasan jalan yang dilintasinya sehingga sering dijumpai jalan berlubang pada jalur ini. Oleh karena nya perbaikan jalan tentu membutuhkan waktu yang tidak singkat sehingga dapat mengganggu kelancaran lalu lintas di jalan ini. Serta padatnya jumlah penduduk yang berlalu lalang banyak dijumpai jalanan besar atau perempatan yang tidak memiliki lampu merah sehingga kemacetan semakin diperparah dengan keadaan tersebut. Maka dari itu, pemerintah kota malang mencanangkan akan proyek pembuatan Jalur Lingkar di daerah Malang Raya untuk dapat mengatasi kemacetan yang telah merajalela itu.

Dari permasalahan kemacetan yang terjadi pada jalur yang menghubungkan kedua daerah tersebut, tentu menimbulkan dampak negatif yang ditinjau dari berbagai segi, baik segi perekonomian daerah karena terhambatnya distribusi barang industri dan pariwisata, serta dari segi ekonomi bagi penumpang kendaraan karena waktu tempuh perjalanan yang cukup lama dan biaya operasional kendaraan karena seringnya kendaraan berhenti di jalan. Oleh karena itu, dalam mengatasi kemacetan tersebut dan untuk mendukung peningkatan perekonomian di Jawa Timur, pemerintah pusat dalam hal ini Dinas Perhubungan Kota Malang mempertimbangkan perlunya pembangunan Jalur Lingkar Malang Raya. Selain itu, Jalan lingkar ini akan mempermudah akses warga kota tersebut menuju jalan tol.

Dengan adanya pembangunan Jalur Lingkar Tmur Malang Raya yang terbentang dari Jl. Akses Toll Singosari sampai Jl.

Satsui Tubun, diharapkan dapat mengurangi kepadatan arus lalu lintas yang selama ini terjadi di daerah pandaan, lawang menuju Kota Malang dan Kota Batu. Hal tersebut menyebabkan adanya perpindahan kendaraan sehingga dapat memperpendek waktu dan jarak tempuh dari daerah Lawang ke Kota malang maupun Kota Batu. Maka dari itu, perlu dilakukannya studi tentang kelayakan dari proyek jalan Jalur Lingkar Timur ini. Analisis kelayakan ini sangat penting bagi masyarakat pengguna jalan, pemerintah dan investor.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berikut ini adalah beberapa permasalahan yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini antara lain :

1. Bagaimakah kinerja lalu lintas jalan eksisting sebelum dibangunnya Jalur Lingkar Malang Raya?
2. Bagaimakah kinerja lalu lintas rencana dan jalan eksisting setelah dibangun Jalur Lingkar Malang?
3. Berapakah penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan Nilai Waktu (*Time Value*) akibat beroperasinya Jalur Lingkar Malang Raya?
4. Bagaimakah kelayakan dari perencanaan pembangunan Jalur Lingkar Malang Raya ditinjau dari segi ekonomi ?

## **1.3 Tujuan**

Dengan adanya permasalahan di atas, maka tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui kinerja lalu lintas jalan eksisting sebelum dibangun Jalur Lingkar Malang Raya.
2. Mengetahui kinerja lalu lintas rencana dan jalan eksisting setelah dibangun Jalur Lingkar Malang Raya.
3. Mengetahui berapa besar penghematan dari Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan juga Nilai Waktu (*Time Value*) akibat beroperasinya Jalur Lingkar Malang Raya.
4. Mengetahui kelayakan dari perencanaan pembangunan Jalur Lingkar Malang Raya ditinjau dari segi ekonomi.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penulisan tugas akhir ini jelas ruang lingkupnya dan sesuai dengan permasalahan yang dibahas, maka penulisan tugas akhir ini melingkupi:

1. Menganalisis kinerja jalan eksisting sebelum dibangun Jalur Lingkar Malang Raya.
2. Menganalisis kinerja lalu lintas rencana dan jalan eksisting jika telah dibangun Jalur Lingkar Malang Raya.
3. Menghitung berapa besar penghematan dari Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan juga Nilai Waktu (*Time Value*) akibat beroperasinya Jalur Lingkar Malang Raya.
4. Menganalisis kelayakan dari perencanaan pembangunan Jalur Lingkar Malang Raya ditinjau dari segi ekonomi.

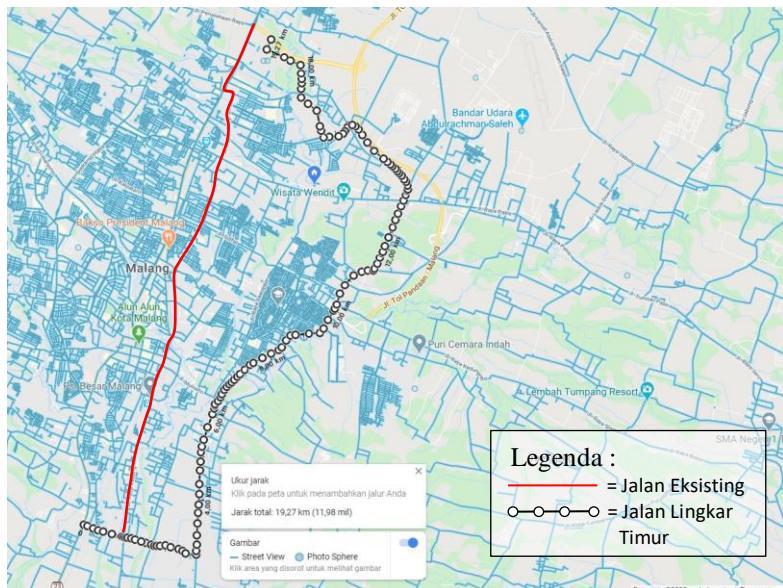
#### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang bisa diperoleh dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengaplikasikan teori yang telah diperoleh selama kuliah.
2. Diharapkan mampu menambah wawasan terkait proses studi kelayakan untuk pembangunan proyek jalur jalan lingkar serupa.

## 1.6 Lokasi Studi

Lokasi studi pada Tugas Akhir ini bertempat di Kota Malang Raya. Jalur jalan lingkar malang timur dan barat. Peta lokasi jalan lingkar timur dan barat terdapat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1. 1** Peta Lokasi Jalan Lingkar Malang Raya

(Sumber: <https://www.google.com/maps>)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

Tinjauan pustaka ini berisi teori-teori penunjang yang telah ditemukan oleh bidangnya masing-masing yang hasilnya telah terbukti melalui pengkajian dan penelitian serta diakui kebenarannya. Hal ini dimaksudkan agar tercipta persepsi yang sama antara pembaca dan penulis dan bisa dipertanggung jawabkan dikemudian hari. Tinjauan pustaka ini diambil dari berbagai sumber yaitu buku teks, jurnal, modul serta tugas akhir yang telah dikerjakan sebelumnya yang berisi referensi terbaru, relevan, dan asli. Tinjauan pustaka menguraikan dan menjelaskan seluruh teori, temuan, dan bahan penelitian lain yang diarahkan untuk menyusun kerangka pemikiran atau konsep yang akan digunakan dalam Tugas Akhir Studi Kelayakan Jalur Jalan Lingkar Timur Malang Raya.

#### **2.2 Studi Terdahulu**

**2.2.1 I Made Vikannanda, Cahya Buana, ST., MT. dan Ir. Hera Widyastuti, M.T., PhD. 2017.** “Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Lingkar Barat Gresik”. Surabaya.

Dalam kajian terhadap studi tersebut didapatkan :

- A. Metode-metode yang digunakan adalah sebagai berikut:
  - Dilakukan pengumpulan data primer seperti *survey* lapangan yang terdiri dari *survey* lalu lintas, *survey* wawancara multi kriteria, dan *survey* pengendara. Serta data sekunder yang didapatkan dari hasil studi yang telah ada yaitu trase jalan, peta topografi, PDRB Gresik, Jumlah penduduk dan Kajian Lingkungan JLBG.

- Perhitungan analisis kinerja lalu lintas dengan hasil data *survey* lalu lintas dan *survey* jalan raya didapatkan volume lalu lintas yang melewati ruas jalan. Jika hasil  $DS > 0.85$  maka dapat dipastikan daerah tersebut mengalami kepadatan arus lalu lintas.
  - Penentuan trase jalan lingkar dengan metode Analisis Multi Kriteria (AMK) melalui pembobotan penilaian kriteria menggunakan matriks *pairwise comparison*.
  - Perhitungan analisis *Trip Assignment* dengan metode SMOCK (1962).
  - Perhitungan analisis kelayakan ekonomi dengan melakukan analisis terhadap BOK (Biaya Operasional Kendaraan) dan Nilai Waktu pada kondisi jalan sebelum dan sesudah pembangunan jalan lingkar.
- B. Hasil penelitian yang terdiri dari:
- Kondisi kharakteristik jalan eksisting. Lebar efektif jalan adalah 7 meter, Tipe jalan adalah 2/2 TT.
  - Trase jalan lingkar barat gresik terpilih. Terdapat 3 alternatif trase jalan sebelum pemilihan trase
  - Analisis Multi Kinerja.
- Hasil analisis multi kriteria mendapatkan bahwa Alternatif 3 adalah alternatif terbaik sesuai dengan prinsip pemilihan menggunakan metode analisis multi kriteria dengan skor 41. Berikut kondisi kriteria alternatif 3 :
- Panjang Jalan = 5439 m
  - Biaya Pembebasan = Rp 6.156.708.000,-
  - Jumlah Tikungan = Tidak ada tikungan
  - Konflik Lalu Lintas = Tidak ada simpang.
  - Kelayakan jalan lingkar barat gresik dari aspek ekonomi.

Hasil analisis kelayakan ekonomi menyatakan bahwa Pembangunan Jalan Lingkar Barat Gresik Layak Secara Ekonomi , dengan nilai BCR sebesar 3.26 (BCR > 1) dan nilai NPV sebesar Rp 431,825,634,817.22 (NPV > 0)

**2.2.2 Muchammad Maulana Faridli & A.A Gde Kartika, ST. MSc.** 2013. "Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Lingkar Barat Dalam Kota Surabaya". Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam kajian terhadap studi tersebut didapatkan:

- A. Metode-metode yang digunakan adalah sebagai berikut :
  - Pengumpulan data primer seperti data matriks asal-tujuan, data *traffic counting* lalu lintas, faktor-faktor yang mempengaruhi biaya operasional kendaraan dan harga satuan material upah. Adapun data sekunder yang terdiri dari data tata guna lahan disekitar daerah yang akan dilakukan studi, data geometrik jalan serta data pertumbuhan lalu lintas
  - Trip assignment. Pola pergerakan dalam sistem transportasi sering dijelaskan dalam bentuk arus pergerakan (kendaraan, penumpang, dan barang) yang bergerak dari zona asal ke zona tujuan di dalam daerah tertentu dan selama periode waktu tertentu. Dalam tugas akhir ini menggunakan matriks pergerakan atau Matriks Asal Tujuan (MAT) yang bertujuan untuk menggambarkan pola pergerakan tersebut.
- B. Hasil yang didapatkan dari studi tersebut adalah:
  - Analisis kondisi eksisting. Dari hasil dari peramalan jumlah pertumbuhan kendaraan bermotor jenis LV berdasarkan rumus  $Y = 9982,5167x+198701,75$  nilai prosentase pertumbuhan ( $i$ ) sebesar 3,67%

- Trip assignment. Rute jalan eksisting dibagi menjadi beberapa segmen-segmen ruas sehingga dapat diketahui beban ruas yang akan dianalisa selama umur rencana. Ruas-rus jalan tersebut yaitu:

$$\begin{aligned}a &= \text{Jl Tandes (4/2UD)} \\b &= \text{Jl Taman Satelit (4/2D)} \\c &= \text{Jl HR Muhammad (6/2D)}\end{aligned}$$

Perhitungan nilai potensi volume kendaraan yang akan melewati masing-masing zona studi menggunakan nilai trial and error berdasarkan pangkat terbaik untuk setiap jenis kendaraan. Dengan menggunakan program bantu Program Excel dapat diperoleh pangkat terbaik yaitu 0,01. Potensi volume kendaraan tersebut kemudian dibandingkan dengan volume aktual yang terjadi dari masing-masing zona studi.

- Analisis kelayakan ekonomi  
Dari hasil analisa ekonomi, didapat nilai BCR sebesar 5,52 dan NPV Rp. 68.667.920.685,- Selain itu, untuk mendapat nilai BCR=1 atau NPV=0 dilakukan cara trial and error, sehingga mendapat nilai EIRR sebesar 50,999%. Dari hasil tersebut, dapat dikatakan pembangunan jalan lingkar barat dalam kota Surabaya layak untuk dibangun

**2.2.3 Gumarang Sagala.** 2007. “Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Lingkar Probolinggo Ditinjau Dari Segi Teknik Lalu Lintas Dan Ekonomi”. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam kajian terhadap studi tersebut didapatkan:

- Kelayakan pembangunan Jalan Lingkar Probolinggo ditinjau dari segi teknik lalu lintas adalah, bahwa jalan tersebut layak untuk dibangun, karena DS jalan untuk tahun 2021 segmen satu  $> 0.8$ , dan dengan adanya jalan

lingkar probolinggo Derajat kejemuhan pada kondisi eksisting akan semakin menurun sehingga dapat menghemat biaya operasional kendaraan (BOK) pada pengguna jalan, sedangkan dari hasil analisa ekonomi  $BCR < 1$  dan  $NPV < 0$  maka dapat disimpulkan bahwa jalan tersebut tidak layak untuk dibangun secara ekonomi.

- Penghematan Biaya Operasional Kendaraan setelah adanya jalan ring road di Probolinggo adalah Rp. 3,719,012,280.65 selama 20 tahun.

### **2.3 Tentang Jalan**

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, terdapat klasifikasi jalan sesuai peruntukannya, pengelompokan sistem jaringan jalan, klasifikasi jalan umum menurut fungsi dan klasifikasi jalan umum menurut status.

#### **2.3.1 Sistem Jaringan Jalan**

Menurut Undang – Undang Nomor 38 Tahun 2004 pasal 7 tentang jaringan jalan, sistem jaringan jalan terdiri atas:

1. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.
2. Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

#### **2.3.2 Fungsi Jalan**

Menurut Undang – Undang Nomor 38 Tahun 2004 pasal 8 tentang jalan, fungsi jalan dikelompokkan menjadi :

1. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

### **2.3.3 Status Jalan**

Menurut Undang – Undang Nomor 38 Tahun 2004 pasal 9 tentang jalan, jalan umum menurut statusnya dikelompokkan menjadi :

1. Jalan Nasional

Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota,

atau antaribukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten merupakan jalan lokal yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.

5. Jalan Desa

Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan / atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

## **2.4 Karakteristik Jalan**

### **2.4.1 Ketentuan Umum**

Menurut Undang - Undang No.38 tahun 2004 tentang jalan, pengertian jalan adalah :

- 1.Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang ada di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.
- 2.Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum.

- 3.Jalan khusus adalah jalan yang di bangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.
- 4.Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunannya diwajibkan membayar biaya tol.

#### **2.4.2 Jalan Lingkar (Ring Road)**

Dalam Kamus Tata Ruang (Dirjen Cipta Karya Departemen PU) disebut kan bahwa Jalan Lingkar adalah semua jalan melingkari pusat suatu kota yang fungsinya agar kendaraan dapat mencapai bagian kota tertentu tanpa harus melalui pusat kota atau bagian kota lainnya untuk mempercepat perjalanan dari satu sisi kota ke sisi lainnya. Menurut, Tamin (2000) Jalan Lingkar yaitu jalan yang melingkari suatu wilayah yang pada prinsipnya merupakan usaha untuk mengalihkan pergerakan lalu lintas agar jangan memasuki wilayah yang bersangkutan sehingga kemacetan yang timbul karena pembebanan yang terlalu banyak pada jalan arteri radial dapat dihindari.

Terdapat tiga bentuk jalan lingkar, yaitu sebagai :

1) Jalan Lingkar Dalam Kota

Jika kita bayangkan bentuk dasar jalan kota sebagai roda pedati, lalu jari-jarinya sebagai rute-rute radial. Poros dari roda pedate sebagai jalan lingkar inner. Jalan lingkar inner dapat berupa lingkaran, kotak atau memanjang.

2) Jalan Lingkar Outer

Jalan lingkar outer dapat dianggap sebagai velg roda. Walaupun biasanya digunakan untuk lalu lintas langsung yang memotong kota, kegunaan aslinya adalah untuk melayani lalu lintas kota itu sendiri dengan menghubungkan masyarakat dan kegiatan luar sebagai dengan menghubungkan masyarakat dan kegiatan luar sebagai distributor diantara radial.

3) Jalan Lingkar Intermediate

Jalan Lingkar intermediate melayani kebutuhan lalu lintas yang diinginkan untuk mencapai titik antara jalan-jalan lingkar inner dan outer.

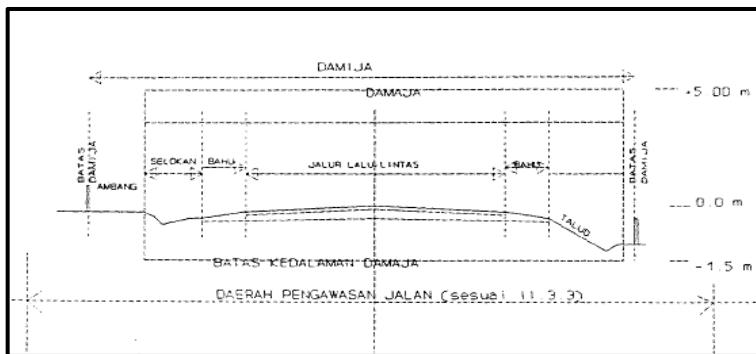
#### **2.4.3 Bagian Jalan**

Menurut Undang - Undang No.38 tahun 2004 tentang jalan, bagian jalan dikelompokkan menjadi :

1. Daerah Manfaat Jalan
  - a) Daerah manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamannya.
  - b) Daerah manfaat jalan hanya diperuntukkan bagi median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan, dan bangunan pelengkap lainnya.
  - c) Trotoar hanya diperuntukkan bagi lalu lintas pejalan kaki.
  - d) Badan jalan hanya diperuntukkan bagi pelayanan lalu lintas dan angkutan jalan.
  - e) Dalam rangka menunjang pelayanan lalu lintas dan angkutan jalan serta pengamanan konstruksi jalan, badan jalan dilengkapi dengan ruang bebas.
  - f) Ruang bebas dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu.
  - g) Lebar ruang bebas sesuai dengan lebar badan jalan.
  - h) Tinggi dan kedalaman ruang bebas ditetapkan lebih lanjut oleh penyelenggara jalan yang bersangkutan berdasarkan pedoman yang ditetapkan dengan Peraturan Menteri.
  - i) Tinggi ruang bebas bagi jalan arteri dan jalan kolektor paling rendah 5 (lima) meter.
  - j) Kedalaman ruang bebas bagi jalan arteri dan jalan kolektor paling rendah 1,5 (satu koma lima) meter dari permukaan jalan.
  - k) Saluran tepi jalan hanya diperuntukkan bagi penampungan dan penyaluran air agar badan jalan bebas dari pengaruh air.

- l) Ukuran saluran tepi jalan ditetapkan sesuai dengan lebar permukaan jalan dan keadaan lingkungan.
- m) Saluran tepi jalan dibangun dengan konstruksi yang mudah dipelihara secara rutin.
- n) Dalam hal tertentu dan dengan syarat-syarat tertentu yang ditetapkan oleh penyelenggara jalan, saluran tepi jalan dapat diperuntukkan sebagai saluran lingkungan.
- o) Ambang pengaman jalan berupa bidang tanah dan/atau konstruksi bangunan pengaman yang berada di antara tepi badan jalan dan batas ruang manfaat jalan yang hanya diperuntukkan bagi pengamanan konstruksi jalan.

Berikut adalah gambar mengenai damaja, dumija dan dawasja yang tertera pada gambar 2.1



**Gambar 2. 1** Damaja, Dumija dan Dawasja di Lingkungan  
Jalan Antar Kota

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
No.038/TBM/1997*

## 2. Daerah Milik Jalan

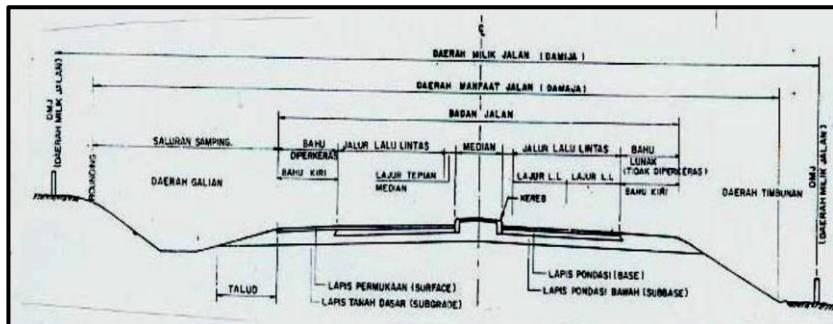
- a) Daerah milik jalan terdiri dari ruang manfaat jalan dan sejulur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan.
- b) Daerah milik jalan merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, kedalaman, dan tinggi tertentu.
- c) Ruang milik jalan diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan, dan penambahan jalur lalu lintas di masa akan datang serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan.
- d) Sejulur tanah tertentu dapat dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai lansekap jalan.
- e) Ketentuan lebih lanjut mengenai penggunaan ruang di atas dan/atau di bawah ruang milik jalan diatur dalam Peraturan Menteri.
- f) Ruang milik jalan paling sedikit memiliki lebar sebagai berikut :
  - a. jalan bebas hambatan 30 (tiga puluh) meter;
  - b. jalan raya 25 (dua puluh lima) meter;
  - c. jalan sedang 15 (lima belas) meter;
  - d. jalan kecil 11 (sebelas) meter.
- g) Apabila terjadi gangguan dan hambatan terhadap fungsi ruang milik jalan, penyelenggara jalan wajib segera mengambil tindakan untuk kepentingan pengguna jalan.

## 3. Daerah Pengawasan Jalan

- a) Daerah pengawasan jalan merupakan ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang penggunaannya ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan.
- b) Daerah pengawasan jalan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan serta pengamanan fungsi jalan.
- c) Daerah pengawasan jalan merupakan ruang sepanjang jalan di luar ruang milik jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu.

- d) Dalam hal ruang milik jalan tidak cukup luas, lebar ruang pengawasan jalan ditentukan dari tepi badan jalan paling sedikit dengan ukuran sebagai berikut :
1. jalan arteri primer 15 (lima belas) meter;
  2. jalan kolektor primer 10 (sepuluh) meter;
  3. jalan lokal primer 7 (tujuh) meter;
  4. jalan lingkungan primer 5 (lima) meter;
  5. jalan arteri sekunder 15 (lima belas) meter;
  6. jalan kolektor sekunder 5 (lima) meter;
  7. jalan lokal sekunder 3 (tiga) meter;
  8. jalan lingkungan sekunder 2 (dua) meter;
  9. jembatan 100 (seratus) meter ke arah hilir dan hulu.
- e) Untuk keselamatan pemakai jalan, Dawasa di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.

Berikut merupakan gambar mengenai penampang melintang jalan yang dicantumkan pada gambar 2.2



**Gambar 2. 2 Penampang Melintang Jalan Dengan Median**  
*Sumber : Silvia Sukirman,2004*

#### 2.4.4 Jalur Lalu Lintas

1. Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan dan batas lalu lintas meliputi:
  - a. Bahu
  - b. Trotoar

2. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur
3. Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe yaitu:
  - 1 jalur – 2 lajur – 2 arah (2/2 TB)
  - 1 jalur – 2 lajur – 1 arah (2/1 TB)
  - 2 jalur – 4 lajur – 2 arah (4/2 B)
  - 2 lajur – n lajur – 2 arah (n 12 B)

dimana:

n = Jumlah

TB = tidak terbagi

B = terbagi

4. Lebar Jalur yaitu:
  - a. Lebar jalur sangat ditentukan oleh jumlah dan lebar lajur peruntukannya yang sesuai dengan lebar jalur dan bahu jalan sesuai VLHR.
  - b. Lebar jalur minimum adalah 4,5 m, memungkinkan 2 kendaraan kecil saling berpapasan. Papasan dua kendaraan besar yang terjadi sewaktu-waktu dapat menggunakan bahu jalan.

Berikut adalah tabel 2.1 mengenai penentuan lebar jalur dan bahu jalan.

**Tabel 2. 1** Penentuan Lebar Jalur dan bahu Jalan

VLHR (smp/hari)	Arteri				Kolektor				Lokal			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)										
<3.000	6.0	1.5	4.5	1.0	6.0	1.5	4.5	1.0	6.0	1.0	4.5	1.0
3.000- 10.000	7.0	2.0	6.0	1.5	7.0	1.5	6.0	1.5	7.0	1.5	6.0	1.0
10.001- 25.000	7.0	2.0	7.0	2.0	7.0	2.0	**)	**) -	-	-	-	-
>25.000	2n x 3,5")	2.5	2 x 7,0")	2.0	2n x 3,5")	2.0	**) -	**) -	-	-	-	-

Keterangan :      \*\*) = Mengacu pada persyaratan ideal  
                       \*) = 2 Jalur tebagi, masing-masing n x 3,5m, dimana n= jumlah lajur per jalur  
                       - = Tidak Ditentukan

Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

No.038/TBM/1997

## 5. Lajur

- Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana.
- Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan seperti ditetapkan dalam Tabel 2.8.
- Jumlah lajur ditetapkan dengan mengacu kepada MKJI berdasarkan tingkat kinerja yang direncanakan, di mana untuk suatu ruas jalan dinyatakan oleh nilai rasio antara volume terhadap kapasitas yang nilainya tidak lebih dari 0.80.
- Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada alinemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut (lihat Gambar 4.1) :
  - 2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton;
  - 4-5% untuk perkerasan kerikil

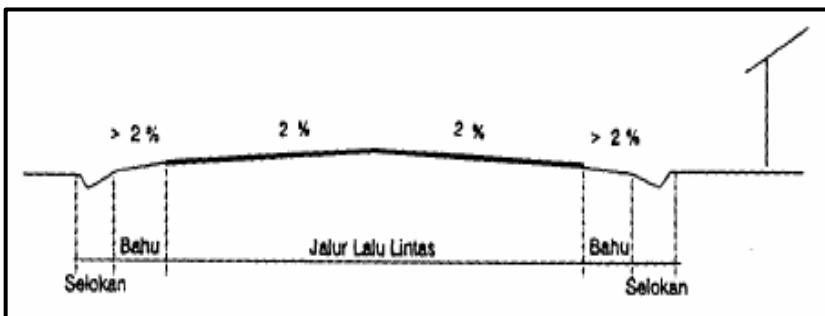
Berikut adalah tabel 2.2 mengenai lebar lajur jalan yang ideal

**Tabel 2. 2 Lebar Lajur Jalan Ideal**

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal (m)
Arteri	I	3.75
	II, IIIA	3.50
Kolektor	IIIA, IIIB	3.00
Lokal	IIIC	3.00

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
No.038/TBM/1997*

Berikut adalah gambar 2.3 tentang kemiringan melintang jalan normal



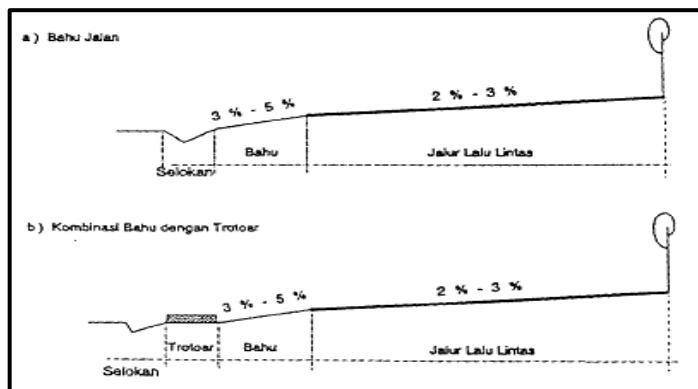
**Gambar 2. 3** tentang kemiringan melintang jalan normal

Sumber: *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997*

## 6. Bahu Jalan

1. Bahu Jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras (lihat Gambar 2.8).
2. Fungsi bahu jalan adalah sebagai berikut:
  - a) Lajur lalu lintas darurat, tempat berhenti sementara, dan atau tempat parkir darurat;
  - b) Ruang bebas samping bagi lalu lintas; dan
  - c) Penyangga sampai untuk kestabilan perkerasan jalur lalu lintas.
3. Kemiringan bahu jalan normal antara 3 – 5 %.
4. Lebar bahu jalan dapat dilihat dalam tabel 2.7.

Berikut adalah gambar 2.4 mengenai bahu jalan



**Gambar 2.4** Bahu Jalan

Sumber: *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997*

#### 2.4.5 Jarak Pandang

Jarak Pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Dibedakan dua Jarak Pandang, yaitu Jarak Pandang Henti (Jh) dan Jarak Pandang Mendahului (Jd).

##### 1. Jarak Pandang Henti (Jh)

Jh adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Setiap titik disepanjang jalan harus memenuhi Jh. Jh diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm diukur dari permukaan jalan.

Jh terdiri atas 2 elemen jarak, yaitu :

- a. Jarak tanggap (Jht) adalah jarak yang ditempuh oleh kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem; dan
- b. Jarak pengereman (Jh<sub>r</sub>) adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jh, dalam satuan meter, dapat dihitung dengan rumus :

$$Jh = \frac{V_R}{3,6} T + \frac{\left(\frac{(V_R)}{3,6}\right)^2}{2gf} \quad \dots \dots \dots \quad (2.1)$$

Dimana :

$V_R$  = kecepatan rencana (km/jam)

T = waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det<sup>2</sup>

f = koefisien gesek memanjang perkerasan jalan aspal, ditetapkan 0,35-0,55.

Persamaan (2.1) disederhanakan menjadi

$$JB_{hB} = 0,694 VB_{RB} + 0,04 \frac{V_{R^2}}{F} \quad \dots \dots \dots \quad (2.2)$$

Berikut merupakan tabel mengenai jarak pandang henti minimum yang tertera pada tabel 2.3

**Tabel 2. 3** Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum

VR , km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh minimum(m)	250	175	120	75	55	40	27	16

*Sumber: Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997*

2. Jarak Pandang Mendahului

- a. Jd adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula (lihat Gambar)
- b. Jd diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan adalah 105 cm.
- c. Jd, dalam satuan meter ditentukan sebagai berikut :

$$Jd = d1 + d2 + d3 + d4 \quad \dots \dots \dots \dots \dots \quad (2.3)$$

Dimana :

d<sub>1</sub> = jarak yang ditempuh selama waktu tanggap (m),

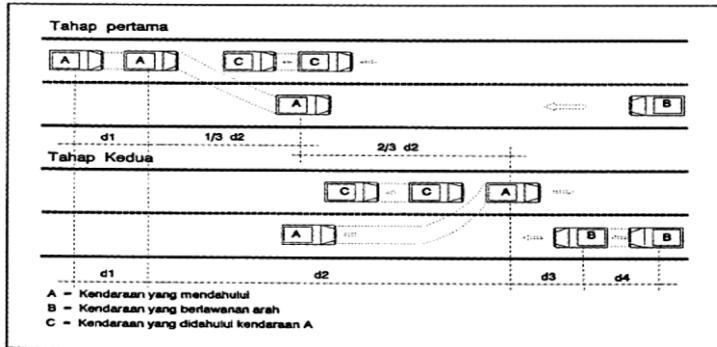
d<sub>2</sub> = jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m),

d<sub>3</sub> = jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m),

d<sub>4</sub> = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan, yang besarnya diambil sama dengan 213 d<sub>2</sub> (m).

- d. Jd yang sesuai dengan VR ditetapkan dari Tabel
- e. Daerah mendahului harus disebar di sepanjang jalan dengan jumlah panjang minimum 30% dari panjang total ruas jalan tersebut.

Berikut adalah gambar mengenai jarak pandang mendahului yang tertera pada gambar 2.5



**Gambar 2. 5 Jarak Pandang Mendahului**

Sumber: *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997*

Berikut adalah tabel 2.4 tentang Panjang jarak pandang mendahului

**Tabel 2. 4 Panjang Jarak Pandang Mendahului**

<b>VR , km/jam</b>	120	100	80	60	50	40	30	20
<b>Jd (m)</b>	800	670	550	350	250	200	15	100

Sumber: *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No.038/TBM/1997.*

#### 2.4.6 Tipe Alinemen

##### 1. Alinemen Vertikal

Alinemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.

## 2. Alinemen Horizontal

Alinemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal atau dikenal dengan nama trasse jalan , yang terdiri dari garis – garis lurus yang dihubungkan dengan garis – garis lengkung . Alinemen horisontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan). Perencanaan geometri pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan VR. Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan.

## 2.5 Karakteristik Lalu Lintas

### 2.5.1 Satuan Mobil Penumpang

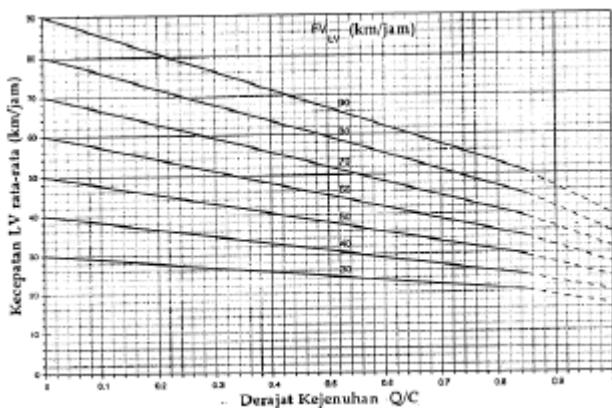
- a. SMP adalah angka satuan kendaraan dalam hal ini kapasitas jalan, dimana mobil penumpang ditetapkan memiliki satu SMP.
- b. SMP untuk jenis-jenis kendaraan dan kondisi medan lainnya dapat dilihat tabel 2.5

**Tabel 2. 5** Ekivalen Mobil Penumpang (emp)

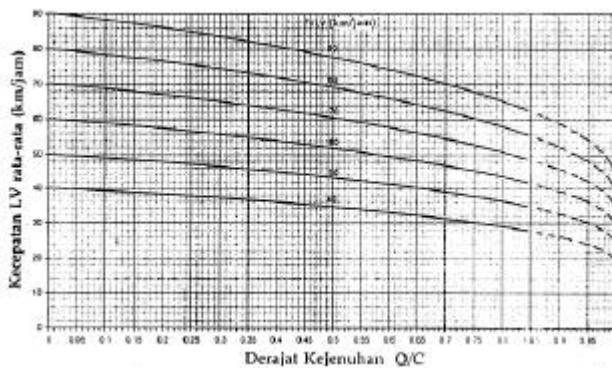
No	Jenis Kendaraan	Datar/Perbukitan	Pegunungan
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	1	1
2	Pick-Up,Bus Kecil, Truck Kecil	1,2 - 2,4	1,9 - 3,5
3	Bus dan Truck Besar	1,2 - 5,0	2,2 - 6,0

*Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota  
No.038/TBM/1997*

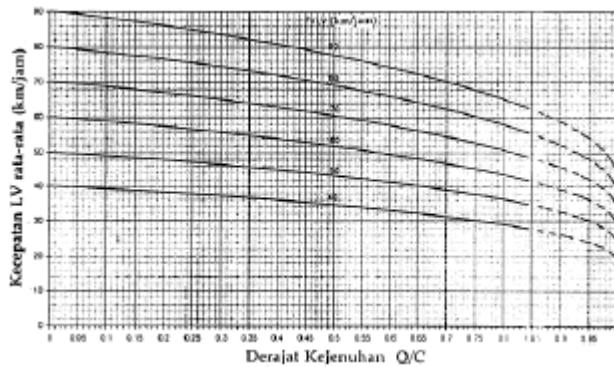




**Gambar 2. 6** Kecepatan sebagai dari derajat kejemuhan pada jalan 2/2TT  
 (Sumber : PKJI 2014)



**Gambar 2. 7** Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejemuhan pada jalan 4/2T  
 (Sumber : PKJI 2014)



**Gambar 2. 8** Kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejemuhan pada Jalan Bebas Hambaan 4/2 atau 6/2  
 (Sumber : PKJI 2014)

### 2.5.3 Kecepatan Arus Bebas (V<sub>b</sub>)

Kecepatan arus bebas adalah kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan. Kecepatan arus bebas menurut (Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan, 2014) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

$V_B$  = kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam).

$V_{BD}$  = kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam).

$V_{BL}$  = penyesuaian lebar jalir lalu-lintas efektif (km/jam).

$FV_{BHS}$  = faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki buah atau jalan yang

dilengkapi kereb/trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat.

$FV_{BUK}$  = Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota.

Berikut adalah tabel 2.6 tentang kecepatan arus bebas dasar :

**Tabel 2. 6 Kecepatan arus bebas dasar,  $V_{BD}$**

<b>Tipe Jalan</b>	<b><math>V_{BD}</math>, km/jam</b>			
	<b>KR</b>	<b>KB</b>	<b>S M</b>	<b>Rata-rata semua kendaraan</b>
6/2 T atau 3/1	61	52	48	57
4/2 T atau 2/1	57	50	47	55
2/2 TT	44	40	40	42

*Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)*

Berikut tabel 2.7 mengenai nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar:

**Tabel 2. 7 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar  
akibat lebar jalur lalu lintas efektif,  $V_{BL}$**

<b>Tipe Jalan</b>	<b>Lebar jalur efektif, <math>L_e</math> (m)</b>	<b><math>V_{BL}</math> (km/jam)</b>
4/2 TT Atau Jalan Satu Arah	Per Lajur : 3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
2/2 T	Per Jalur : 5,00	-9,50
	6,00	-3
	7,00	0
	8,00	3
	9,00	4
	10,00	6
	11,00	7

*Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)*

Berikut adalah faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping yang tertera pada tabel 2.8 :

**Tabel 2. 8** Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping,  $FV_{BHS}$ , untuk jalan berbahu dengan lebar efektif  $L_{BE}$

Tipe Jalan	KHS	<b><math>FV_{BHS}</math></b>			
		<b><math>L_{BE}</math> (m)</b>			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	$\geq 2$ m
4/2 T	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2 TT Atau Jalan satu-arah	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,90	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

*Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)*

Berikut adalah faktor penyesuaian kecepatan arus bebas hambatan samping untuk jalan berkereb dengan jarak kereb ke penghalang terdekat yang tertera pada tabel 2.9

**Tabel 2. 9** Faktor penyesuaian arus bebas akibat hambatan samping untuk jalan berkereb dengan jarak kereb ke penghalang terdekat  $L_{K-P}$

Tipe Jalan	KHS	<b><math>FV_{BHS}</math></b>			
		<b><math>L_{Be}</math> (m)</b>			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	$\geq 2$ m
4/2 T	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,90	0,93	0,96
	Sangat Tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2 TT Atau Jalan satu-arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

*Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)*

Berikut adalah tabel 2.10 yang berisi tentang Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan :

**Tabel 2. 10** Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh ukuran kota pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan,  $FV_{UK}$

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota, $FV_{UK}$
< 0,1	0,90
0,1 – 0,5	0,93
0,5 – 1,0	0,95
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,03

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)

#### 2.5.4 Kapasitas

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014), memberikan persamaan untuk memperkirakan kapasitas jalan dengan rumus sebagai berikut :

$$C = C_o \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \dots \dots \dots \quad (2.6)$$

Keterangan :

$C$  = kapasitas (smp/jam)

$C_o$  = kapasitas dasar (smp/jam)

$FC_{LJ}$  = Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas

$FC_{PA}$  = Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisah arah hanya pada jalan tak terbagi

$FC_{HS}$  = Faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb

$FC_{UK}$  = Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota

Nilai Kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan. Karena kurangnya lokasi yang arusnya mendekati kapasitas segmen jalan sendiri, kapasitas juga telah dipekirakan secara teoritis dengan menganggap suatu hubungan matematik antara kerapatan, kecepatan, dan arus. Persamaan umum untuk menentukan kapasitas adalah :

$$C = Co \times FCw \times FCPA \times FCHS \quad \dots(2)$$

Keterangan :

$C$  = kapasitas (skr/jam)

$Co$  = kapasitas dasar (skr/jam)

$FCw$  = faktor penyesuaian lebar jalan

$FCPA$  = faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan terbagi)

$FCHS$  = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan.

### 1. Kapasitas Dasar (Co)

Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014),  $Co$  ditetapkan secara empiris dari kondisi segmen jalan yang ideal, yaitu jalan dengan kondisi geometrik lurus, sepanjang 300 m, dengan lebar lajur rata-rata 2,75 m, memiliki kereb atau bahu berpenutup, ukuran kota 1-3 Juta jiwa, dan hambatan samping sedang. Besarnya kapasitas dasar jalan kota yang dijadikan acuan tertera pada tabel 2.11 berikut :

**Tabel 2. 11 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan**

Tipe Jalan Kota	Kapasitas dasar $Co$ (Skr/jam)	Catatan
4/2T atau Jalan satu-arah	1.650	Per lajur (satu arah)
2/2 TT	2.900	Per lajur (dua arah)

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)

## 2. Faktor Koreksi Lebar Jalan ( $FC_{LJ}$ )

Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas ( $FC_{LJ}$ ), dapat dilihat pada Tabel 2.12 berikut :

**Tabel 2. 12** Faktor penyesuaian kapasitas akibat perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas

Tipe Jalan	Lebar Jalur lalu lintas efektif ( $W_c$ ) (m)	( $FC_{LJ}$ )
4/2T atau jalan satu arah	Lebar per lajur; 3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2TT	Lebar Jalur 2 arah; 5,00	0,56
	6,00	0,87
	7,00	1,00
	8,00	1,14
	9,00	1,25
	10,00	1,29
	11,00	1,34

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)

## 3. Faktor Penyesuaian Kapasitas terkait pemisahan arah lalu lintas ( $FC_{PA}$ )

Besarnya faktor penyesuaian pada jalan tanpa menggunakan pemisah tergantung kepada besarnya split kedua arah seperti tabel 2.13 berikut :

**Tabel 2. 13** Faktor Penyesuaian Kapasitas terkait pemisahan arah lalu lintas ( $FC_{PA}$ )

Pemisah arah PA %-%	50-50	55-45	60-40	65-45	70-30
FSP	2/2 TT	1,00	0,97	0,94	0,91
	4L/2A	1,00	0,975	0,925	0,90

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)

#### 4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat KHS pada Jalan Berbahu, ( $FC_{HS}$ )

Faktor penyesuaian hambatan samping untuk jalan dengan berbahu ditampilkan dalam Tabel 2.14 berikut :

**Tabel 2. 14** Faktor penyesuaian kapasitas akibat KHS pada jalan berbahu, ( $FC_{HS}$ )

<b>Tipe Jalan</b>	<b>KHS</b>	<b>(<math>FC_{HS}</math>)</b>			
		<b>Lebar efektif bahu jalan Ws (m)</b>			
4/2 TT	SR	≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
	R	0,96	0,98	1,01	1,03
	S	0,94	0,97	1,00	1,02
	T	0,92	0,95	0,98	1,00
	ST	0,88	0,92	0,95	0,98
2/2 TT atau jalan satu arah	SR	0,84	0,88	0,92	0,96
	R	0,94	0,96	0,99	1,01
	S	0,92	0,94	0,97	1,00
	T	0,89	0,92	0,95	0,98
	ST	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

*Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)*

Faktor penyesuaian kapasitas untuk 6 lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai yang diberikan pada tabel 2.7, disesuaikan dengan rumus sebagai berikut :

$$FC6,HS = 1 - 0,8 (1 - FC4,HS) \quad \dots(3)$$

Keterangan :

FC6,HS adalah faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam lajur

**5. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat KHS pada Jalan Berkereb dengan jarak dari kereb ke hambatan samping terdekat sejauh  $L_{K-P}$ ,  $FC_{HS}$**

Berikut adalah tabel 2.15 tentang faktor penyesuaian kapasitas akibat KHS

**Tabel 2. 15** Faktor penyesuaian kapasitas akibat KHS pada jalan berkereb,( $FC_{HS}$ )

Tipe Jalan	Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu ( $F_{SF}$ )			
		Lebar efektif bahu jalan $W_s$ (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 TT	SR	1,00	1,01	1,01	1,02
	R	0,97	0,98	0,99	1,00
	S	0,93	0,95	0,97	0,99
	T	0,87	0,90	0,93	0,96
	ST	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2 TT atau jalan satu arah	SR	0,98	0,99	0,99	1,00
	R	0,93	0,95	0,96	0,98
	S	0,87	0,89	0,92	0,95
	T	0,78	0,81	0,84	0,88
	ST	0,68	0,72	0,77	0,82

*Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)*

**6. Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Ukuran Kota, ( $FC_{UK}$ )**

Faktor ukuran kota yang mempengaruhi kapasitas lalu lintas ditunjukkan dalam tabel 2.16 berikut :

**Tabel 2. 16** Faktor Penyesuaian Kapasitas terkait Ukuran Kota ( $FC_{UK}$ )

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

*Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Perkotaan (PKJI 2014)*

## 7. Kapasitas Jalan untuk Jalan Bebas Hambatan

Pada jalan bebas hambatan terbagi, C adalah arus maksimum per lajur . Persamaan untuk menentukan C adalah sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FCL \quad \dots(4)$$

Keterangan :

$C_0$  = Kapasitas dasar jalan bebas hambatan

FCL = Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas

Penentuan nilai  $C_0$  dan FCL untuk jalan bebas hambatan dengan lajur lebih dari 6, agar disamakan nilainya dengan tipe jalan bebas hambatan untuk 6 lajur. Dapat dilihat di tabel 2.17 dan tabel 2.18 berikut.

### 1. Kapasitas Dasar ( $C_0$ ) jalan bebas hambatan

**Tabel 2. 17** Co Jalan Bebas Hambatan

Tipe JBH/Tipe Alinyemen	Kapasitas dasar
JBH 4/2 dan JBH 6/2	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

*(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)*

2. Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas

**Tabel 2. 18 FCL**

	Lebar efektif jalur lalu lintas	FCL
JBH 4/2 dan JBH 6/2	Per lajur	3,25
		3,50
		3,75
		0,96
		1,00
		1,03

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

## 2.6 Volume

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan, dan kapasitas. Data volume lalu lintas dapat berupa :

1. Volume berdasarkan arah arus :
  - a. Dua arah.
  - b. Satu arah.
  - c. Arus lurus.
  - d. Arus belok (belok kiri atau belok kanan).
2. Menurut Hendarsin, (2000) volume berdasarkan jenis kendaraan :
  - a. Mobil penumpang atau kendaraan ringan (LV). Kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan dengan jarak as 2.0- 3.0 m (meliputi mobil penumpang , oplet, microbus, pick up, dan truck kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
  - b. Kendaraan berat (HV). Bus dengan dua atau atau tiga gandar dengan jarak as 5.0 - 6.0 m.

- c. Sepeda motor (MC). Kendaraan bermotor dengan dua 2 atau 3 roda (meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- d. Kendaraan tak bermotor (UM) Kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

Data jumlah kendaraan kemudian dihitung dalam kendaraan/jam untuk setiap kendaraan. Arus lalu lintas total dalam smp/jam menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia, (1997), dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q \text{ smp} = (\text{ekr KR} \times \text{KR}) + (\text{ekr KB} \times \text{KB}) + (\text{ekr SM} \times \text{SM}) \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

$Q$  = Volume Kendaraan Bermotor (smp/jam)

Ekr KR = Nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan ringan.

Ekr KB = Nilai ekivalen mobil untuk kendaraan berat

Ekr SM = Nilai ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor

KR = Notasi untuk kendaraan ringan

KB = Notasi untuk kendaraan berat

SM = Notasi untuk sepeda motor

Faktor satuan mobil penumpang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F \text{ smp} = Q \text{ smp} / Q \text{ kendaraan} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

$F_{\text{smp}}$  = Faktor satuan mobil penumpang.

$Q_{\text{smp}}$  = Volume kendaraan bermotor (smp/jam).



$VT$  = kecepatan tempuh kendaraan ringan atau kecepatan rata-rata ruang kendaraan ringan (space mean speed, sms), km/jam.

$L$  = panjang segmen, km.

### 2.6.3 Ekuivalen Kendaraan Ringan

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)  $Ekr$  untuk kendaraan ringan adalah satu dan  $ekr$  untuk kendaraan berat dan sepeda motor ditetapkan sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Tabel 2.19. dan Tabel 2.20.

**Tabel 2. 19** Ekivalen Kendaraan Ringan untuk Tipe Jalan 2/2TT

Tipe Jalan	Arus lalu-lintas total dua arah (kend/jam)	Ekr		
		KB	SM	
			Lebar jalur lalu-lintas, $L_{Jalur}$	
			$\leq 6$ m	$> 6$ m
2/2TT	$> 3700$	1,3	0,5	0,40
	$\geq 1800$	1,2	0,35	0,25

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

**Tabel 2. 20** Ekivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi dan Satu Arah

Tipe Jalan	Arus lalu-lintas per lajur (kend/jam)	Ekr	
		KB	SM
2/1, dan 4/2T	$< 1050$	1,3	0,40
	$\geq 1050$	1,2	0,25
3/1, dan 6,2D	$< 1100$	1,3	0,40
	$\geq 1100$	1,2	0,25

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014)

### 2.6.4 Arus dan Komposisi lalu lintas

Menurut PKJI 2014 Nilai arus lalu lintas ( $Q$ ) mencerminkan komposisi lalu linas, dengan menyatakan arus

dalam satuan kendaraan ringan (skr). Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) dikonversikan menjadi skr dengan menggunakan nilai skr yang diturunkan secara empiris untuk jenis-jenis kendaraan sebagai berikut :

Kendaraan ringan (KR), meliputi mobil penumpang , minibus, truk pik-up, dan jeep, Bus besar (BB), Truk besar (TB) , meliputi truk tiga gandar atau lebih , truk tempelan, dan truk gandengan , dan Sepeda motor. Kendaraan tak bermotor dianggap hambatan samping dan dimasukkan ke dalam faktor penyesuaian hambatan samping.

Ekr untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan , tipe alinemen dan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam kendaraan/jam. Ekr sepeda motor ada juga dalam masalah jalan 2/2 TT, tergantung [ada lebar efektif jalur lalu lintas. Semua ekr kendaraan yang berbeda pada alinemen datar, bukit, dan gunung disajikan tabel sebagai berikut :

**Tabel 2. 21** EKR untuk Jalan 2/2

Tipe Alinemen	Arus total (kend/jam)	Ekr					
		KBM	BB	TB	SM		
					Lebar jalur lalu lintas		
Datar	0	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,6	0,5	0,4
Bukit	0	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	0	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,4	0,3

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Tahun 2014)

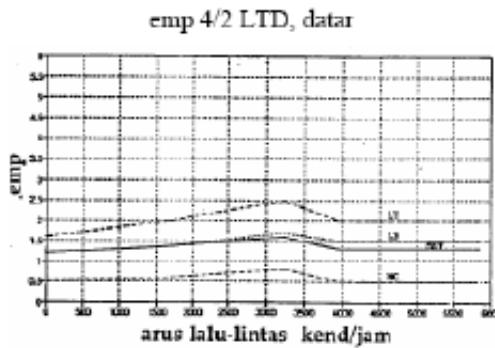
**Tabel 2. 22** Ekr untuk jalan 2/2TT

Tipe Alinemen	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
	$\geq 2150$	$\geq 3950$	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	2500	2,2	2,3	4,3	0,7
	$\geq 1750$	$\geq 3150$	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
	1100	2000	2,6	2,9	4,8	0,6
	$\geq 1500$	$\geq 2700$	2,0	2,4	3,8	0,3

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2014)

Berikut merupakan gambar diagram ekivalen kendaraan ringan untuk jalan 4 jalur dan 2 lajur :



**Gambar 2. 9** Diagram Ekivalen Kendaraan Ringan untuk jalan 4/2T

**Tabel 2. 23** Ekr untuk jalan 6/2T

Tipe Alinemen	Arus lalu lintas per arah	Ekr			
		KBM	BB	TB	SM
Datar	0	1,2	1,2	1,6	0,5
	1500	1,4	1,4	2,0	0,6
	2750	1,6	1,7	2,5	0,8
	$\geq 3250$	1,3	1,5	2,0	0,5
Bukit	0	1,8	1,6	4,8	0,4
	1100	2,0	2,0	4,6	0,5
	2100	2,2	2,3	4,3	0,7
	$\geq 2650$	1,8	1,9	3,5	0,4
Gunung	0	3,2	2,2	5,5	0,3
	800	2,9	2,6	5,1	0,4
	1700	2,6	2,9	4,8	0,6
	$\geq 2300$	2,0	2,4	3,8	0,3

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

Dalam Lalu Lintas Eksisting yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas. Data arus lalu lintas rencana digunakan sebagai dasar untuk menetapkan lebar jalur lalu lintas atau jumlah jalur lalu lintas, berupa arus lalu lintas jam desain ( $Q_{jp}$ ) yang ditetapkan dari LHRT , menggunakan faktor k.

## Keterangan :

LHRT adalah volume lalu lintas rata-rata tahunan yang ditetapkan dari survei perhitungan lalu lintas selama satu tahun penuh dibagi jumlah hari dalam tahun tersebut, dinyatakan dalam skr/hari.

K adalah faktor jam rencana, ditetapkan dari kajian fluktuasi arus lalu lintas jam-jaman selama satu tahun.

### 2.6.5 Trip Assignment

Trip Assignment merupakan suatu metode yang digunakan untuk menghitung persentase jumlah kendaraan yang melewati masing – masing ruas jalan. Pada tugas akhir ini, metode trip assignment digunakan untuk menghitung arus yang memisahkan dari jaringan jalan yang telah ada sebelumnya (jalan eksisting) dan jalan rencana (jalan lingkar)

Dalam tugas akhir ini untuk memperkirakan persentase jumlah arus lalu lintas yang melewati masing – masing ruas digunakan metode *smock* (1962). *Smock* waktu yang bisa dihemat apabila melewati salah satu rute.

Dengan perumusan :

Dimana:  $t_0$  = Travel time per satuan jarak saat *free flow*

$Q_s$  = Kapasitas pada kondisi jenuh

$v$  = Volume kendaraan

### 2.6.6 Pertumbuhan Lalu Lintas

Berdasarkan Pra Studi Kelayakan Proyek Jalan dan Jembatan T-18-2005 B, pertumbuhan normal lalu lintas masa depan dapat dicari dengan mengeksploitasi data LHR yang ada dari tahun-tahun sebelumnya. Prakiraan lalu lintas masa depan dapat juga diperoleh melalui asumsi bahwa pertumbuhan lalu lintas berkaitan erat dengan pertumbuhan ekonomi di wilayah studi.

Maka digunakan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Gresik untuk dicari pertumbuhan tiap tahun dan

$$T = t_0 \cdot \text{Exp} \frac{v}{Q_s} \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

kemudian dirata-rata Analisa untuk menghitung jumlah kendaraan pada umur rencana menggunakan metode analisa geometrik. Berikut persamaan analisa geometrik.



perjalanan total dengan jalan lingkar dan tanpa jalan lingkar. Pada Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Lingkar Malang Raya, metode yang digunakan untuk menghitung BOK adalah metode PCI tahun 1988. Penghitungan biaya operasi kendaraan mobil penumpang menggunakan Metode PCI 1988 sebagaimana dikutip pada Lembaga Afiliasi Penelitian dan Industri (LAPI) ITB (1996) untuk jenis jalan perkotaan (*non toll road*).

## 1. Konsumsi Bahan Bakar

$$\text{Konsumsi BBM} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \\ [1 + (kk + kl + kr)] \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

Konsumsi BBM dasar dalam liter/1000km, sesuai golongan :

- Gol I =  $0,0284V^2 - 3,0644V + 141,68$  .....(2.13)
- Gol IIa =  $2,26533 * \text{Konsumsi bahan bakar dasar Gol I.}$  ..(2.14)
- Gol IIb =  $2,90805 * \text{Konsumsi bahan bakar dasar Gol I.}$  ..(2.15)

Keterangan :

$kk$  = Koreksi akibat kelandaian

$kl$  = koreksi akibat kondisi lalu lintas

$kr$  = koreksi akibat kerataan permukaan jalan  
(roughness)

Berikut merupakan tabel 2.24 tentang Faktor Koreksi konsumsi bahan bakar dasar kendaraan golongan I, IIa, IIb :

**Tabel 2. 24** Faktor Koreksi konsumsi bahan bakar dasar kendaraan golongan I, IIa, IIb

Faktor	Batasan	Nilai
Koreksi kelandaian negatif (kk)	G<-5%	-0,337
	-5%<G<0%	-0,158
Koreksi kelandaian positif (kk)	0%≤G<5%	0,400
	G≥5%	0,820
Koreksi lalu lintas (kl)	0<DS<0,6	0,050
	0,6<DS<0,8	0,185
	DS≥0,8	0,253
Koreksi kerataan (kr)	<3m/km	0,035
	≥3m/km	0,085

(Sumber : Tamin , Ofyar 2014)

## 2. Konsumsi Minyak Pelumas

$$\text{Konsumsi Pelumas} = \text{Konsumsi pelumas dasar} \times \text{Faktor koreksi.....(2.19)}$$

Berikut adalah tabel 2.25 tentang konsumsi minyak pelumas

**Tabel 2. 25** Konsumsi minyak pelumas

Kecepatan (km/jam)	Jenis Kendaraan		
	Gol I	Gol IIa	Gol IIb
10-20	0,0032	0,0060	0,0049
20-30	0,0030	0,0057	0,0046
30-40	0,0028	0,0055	0,0044
40-50	0,0027	0,0054	0,0043
50-60	0,0027	0,0054	0,0043
60-70	0,0029	0,0055	0,0044
70-80	0,0031	0,0057	0,0046
80-90	0,0033	0,0060	0,0049
90-100	0,0035	0,0064	0,0053
100-110	0,0038	0,0070	0,0059

(Sumber : Tamin, Ofyar 2014)

Berikut merupakan tabel 2.26 mengenai tabel koreksi :

**Tabel 2. 26** Faktor koreksi

Nilai Kerataan	Faktor Koreksi
<3m/km	1,00
>3m/km	1,50

(Sumber : Tamin, Ofyar 2014)

### 3. Konsumsi Ban

$$\text{Golongan I , } Y = 0,0008848V - 0,0045333.....(2.16)$$

$$\text{Golongan IIa, } Y = 0,0012356V - 0,0064667..(2.17)$$

$$\text{Golongan IIb , } Y = 0,0015553V - 0,0059333..(2.18)$$

Dimana :

Y = Pemakaian ban per 1000km

#### 4. Pemeliharaan

Pemeliharaan terdiri dari biaya suku cadang dan biaya jam kerja mekanik.

➤ **Biaya Suku cadang**

- Golongan I ,  $Y = 0,0000064V + 0,0005567 \dots\dots\dots(2.19)$
- Golongan IIa ,  $Y = 0,0000332V + 0,0020891 \dots\dots\dots(2.20)$
- Golongan IIb ,  $Y = 0,0000191V + 0,0015400 \dots\dots\dots(2.21)$

Dimana :

$Y$  Pemeliharaan suku cadang per 1000km  
 $Y'$   $Y^*$ harga kendaraan (p/1000km)

➤ **Pemeliharaan jam kerja mekanik**

1. Golongan I,  $Y = 0,00362V + 0,36267 \dots\dots\dots(2.22)$
2. Golongan IIa ,  $Y = 0,02311V + 1,97733 \dots\dots\dots(2.23)$
3. Golongan IIb ,  $Y = 0,01511V + 1,21200 \dots\dots\dots(2.24)$

Dimana :

$Y$  Jam montir per 1000km  
 $Y'$   $Y^*$ Upah kerja per jam (Rp/1000km)

#### 5. Depresiasi

Rumus Yang digunakan untuk menghitung depresiasi adalah sebagai berikut :

Golongan I :  $Y = 1/(2.5V + 125) \dots\dots\dots(2.25)$

Golongan II a :  $Y = 1/(9,0V + 450) \dots\dots\dots(2.26)$

Golongan IIb :  $Y = 1/(6.0V + 300) \dots\dots\dots(2.27)$

Dimana :

$Y$ = depresiasi per 1000km

$Y' = Y \times 0,5 \times \text{nilai kendaraan (RP./1000km)}$

## 6. Bunga Modal

Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{INT} = \text{AINT} / \text{AKM}$$

$$\text{INT} = 0,22\% \times \text{Harga kendaraan baru Rp}/1000\text{km} \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana :

$\text{AINT}$  = rata-rata bunga modal tahunan dari kendaraan yang diekspresikan sebagai fraksi dari harga kendaraan baru.

$$\text{AINT} = 0,01 \times (\text{AINV}/2)$$

$\text{AINV}$  = Bunga modal tahunan dari harga kendaraan baru

$\text{AKM}$  = Rata-rata jarak tempuh tahunan (kilometer) kendaraan.

## 7. Asuransi

Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Golongan I : } Y = 38/(500V) \dots\dots\dots(2.29)$$

$$\text{Golongan Iia : } Y = 60/(2571.42857V) \dots\dots\dots(2.30)$$

$$\text{Golongan IIb : } Y = 61/(1714.28571V) \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana :

$Y$  = Asuransi per 1000 km

$Y' = Y \times \text{nilai kendaraan (Rp}/1000\text{km}$

### 2.7.1 Nilai Waktu (*Time Value*)

Perhitungan nilai waktu dihitung menggunakan studi dari LAPI-ITB yang didanai Jasa Marga dengan formula sebagai berikut:

Nilai waktu:  $\text{Max}\{(K \times \text{Nilai waktu dasar}); \text{Nilai waktu maksimum}\}$  Besarnya nilai waktu maksimum didapatkan dari tabel 2.27

**Tabel 2. 27** Nilai Waktu Minimum (Rp/Jam)

No	Kab/Kota	Jasa Marga			JIUTR		
		Gol I	Gol IIa	Gol IIb	Gol I	Gol IIa	Gol IIb
1	DKI	8200	12369	9188	8200	17022	4246
2	Selain DKI	6000	9051	6723	6000	12455	3170

*Sumber : Tamin, Ofyar 2014*

Nilai waktu dasar diambil dari tabel 2.28 sedangkan nilai K didapat dari tabel 2.26

**Tabel 2. 28** Nilai Waktu dari Berbagai Studi

Referensi	Nilai Waktu (Rp/Jam/kend)		
	Gol I	Gol IIa	Gol IIb
PT. Jasa Marga (1990-1996), Formula Herbert Mohring	12.287	18.534	13.768
Padalarang-Cileunyi (1996)	3.385 5.425	- 38.344	5.716
Semarang (1996)	3.411 6.221	- 14.541	1.506
IHCM (1995)	3.281,25	18.212	4.971,20
PCI (1979)	1.341	3.827	3.152
JIUTR northern extension (PCI 1989)	7.067	14.670	3.659
Surabaya-Mojokerto (JICA 1991)	8.880	7.960	7.980

*Sumber : Tamin, Ofyar 2014*

Nilai K untuk beberapa kota tertera pada Tabel 2.29

**Tabel 2. 29** Nilai K untuk Beberapa Kota

No	Kabupaten / Kota	Nilai K	PDRB (juta rupiah)	Jumlah Penduduk	PDRB per kapita (juta rupiah)
1	DKI - Jakarta	1.00	60.638.217	9.113.000	6,65
2	Jawa Barat	0.23	60.940.114	39.207.000	1,55
3	Bandung	0.39	6.097.380	2.356.120	2.59
4	Jawa Tengah	0.20	39.125.323	29.653.000	1,32
5	Semarang	0.52	4.682.002	1.346.352	3,48

6	Jawa Timur	0.35	57.047.812	33.844.000	1,69
7	Surabaya	0.74	13.231.986	2.694.554	4,91
8	Sumatra Utara	0.02	21.802.508	11.115.000	1,96
9	Medan	0.46	5.478.924	1.800.000	3,04

*Sumber : Tamin, Ofyar 2014*

K merupakan nilai faktor koreksi dengan asumsi bahwa nilai waktu dasar hanya berlaku untuk daerah DKI Jakarta dan sekitarnya. Untuk daerah lainnya harus dilakukan koreksi sesuai dengan PDRB per kapitanya. DKI-Jakarta dan sekitarnya dianggap mempunyai nilai faktor koreksi 1,0. Besarnya Nilai Waktu Minimum dapat dilihat di Tabel 2.25.

### 2.7.2 BCR (Benefit Cost Ratio)

*Benefit cost ratio* adalah perbandingan antara jumlah *present value benefit* yang dibagi dengan jumlah *present value cost*. BCR mengukur mana yang lebih besar, biaya yang dikeluarkan disbanding hasil yang diperoleh. Umumnya proposal investasi baru diterima jika  $B/C > 1$ , sebab berarti output dihasilkan lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan. Jadi hasil BCR dari proyek dikatakan layak secara ekonomi, bila nilai BCR lebih besar dari satu.

Persamaan untuk perhitungan BCR sebagai berikut:

$$BCR = \frac{\text{Present value benefits}}{\text{Present value cost}} \dots\dots\dots(2.25)$$

Indikator *NET B/C Ratio* adalah :

- Jika Net B/C > 1, maka proyek layak (go) untuk dilaksanakan
- Jika Net B/C < 1 , maka proyek tidak layak (not go) untuk dilaksanakan
- Jika Net B/C=1, maka manfaat proyek sebanding dengan biaya dikeluarkan

(sumber: Modul 3 Kelayakan Ekonomi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat)

### 2.7.3 Net Present Value (NPV)

*Net present value* adalah selisih antara *Present Value Benefit* dikurangi dengan *Present Value Cost*. Hasil NPV dari suatu proyek yang dikatakan layak secara ekonomi adalah yang menghasilkan NPV bernilai positif.

NPV merupakan manfaat yang diperoleh pada suatu masa proyek yang diukur pada tingkat suku bunga tertentu. NPV juga dapat diartikan sebagai nilai saat ini suatu cash flow yang diperoleh dari suatu investasi yang dilakukan.

Dasar metode perhitungan NPV adalah bahwa semua manfaat (benefit) ataupun biaya (cost) mendatang yang berhubungan dengan suatu proyek didiskonto ke nilai sekarang (*present value*), dengan menggunakan suatu suku bunga.

Persamaan umum untuk metode ini adalah sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} - C_0 \quad \dots\dots\dots (2.26)$$

Dengan pengertian:

NPV = Nilai bersih sekarang

$C_t$  = Aliran kas masuk bersih (net cash inflow)  
selama periode t

$C_0$  = Total biaya investasi

i = Suku bunga

t = Jangka waktu

Hasil NPV dari suatu proyek yang dikatakan layak secara ekonomi adalah yang menghasilkan nilai NPV bernilai positif.

Indikator NPV:

- Jika  $NPV > 0$  (positif), maka proyek layak (*go*) untuk dilaksanakan.
- Jika  $NPV < 0$  (negatif), maka proyek tidak layak (not *go*) untuk dilaksanakan.
- Jika  $NPV = 0$ , maka manfaat proyek akan sama dengan biaya proyek.

(*sumber: Modul 3 Kelayakan Ekonomi,Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*).

## **BAB III**

## **METODOLOGI**

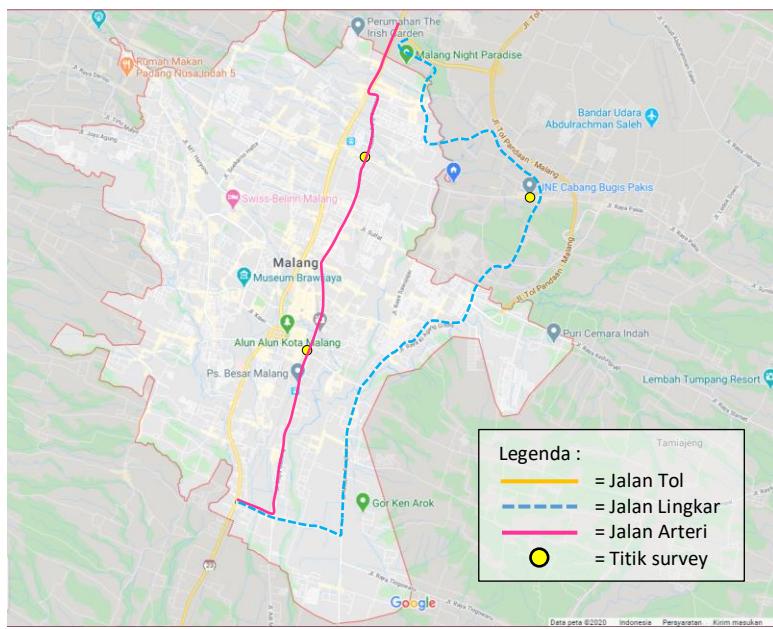
### **3.1 Studi Literatur**

Pada tahap ini penulis mencari acuan yang menunjang untuk penggerjaan tugas akhir Studi Kelayakan Jalur Jalan Lingkar Timur Malang Raya. Teori dasar yang digunakan mengacu pada *text book*, informasi dari internet, jurnal, tugas akhir, dan sebagainya. Secara garis besar yang dipelajari adalah sebagai berikut :

- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014
- Analisis Biaya Operasional Kendaraan metode Jasa Marga
- Motode Trip Assignment (*Diversion Curve dan Smock*)

### **3.2 Lokasi Survey**

Untuk memperkirakan volume lalu lintas, maka akan dilakukan di 3 titik survey yaitu pertama akan dilakukan survey pada jalan eksisting Jl.Laksda Adi Sucipto, yang kedua pada Jl. Raya Gadang serta yang ketiga yaitu di Jl. Raya Pakis dimana jalan tersebut merupakan jalan exit Tol Pakis.Lokasi survey yang tertera pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 1 Lokasi Survey**  
 (Sumber: <https://www.google.com/maps>)

### 3.3 Pengumpulan Data

Semua data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari sumber yang ada, diantaranya yaitu:

- Data Biaya Operasional Kendaraan diperoleh dari:
  - Harga ban diperoleh dari PT Planet Ban
  - Harga kendaraan baru diperoleh dari PT Honda
  - Harga satuan bahan bakar diperoleh dari PT Pertamina
  - Harga satuan minyak pelumas diperoleh dari PT Pertamina
  - Tingkat suku bunga diperoleh dari Bank Indonesia
- Data Jumlah dan Kepadatan Penduduk  
 Data jumlah dan kepadatan penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) kota Malang
- Data Penghasilan Penduduk

Data penghasilan penduduk diperoleh dari PDRB daerah Malang

d. Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas dapat diperoleh dari dinas Pekerjaan Umum daerah Malang

e. Data geometric jalan.

Data geometric jalan meliputi pengukuran:

- Panjang jalan
- Lebar jalan
- Lebar bahu jalan
- Lebar median
- Kondisi lingkungan

### **3.4 Langkah Penulisan**

Adapun langkah-langkah dalam penulisan Tugas Akhir Studi Kelayakan Jalur Jalan Lingkar Timur Malang Raya adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah.
2. Studi Literatur.
3. Survei dan Pengumpulan Data.
4. Rekapitulasi dan Analisis Data.
5. Pembahasan.
6. Kesimpulan dan Saran.

#### **3.4.1 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah adalah tahapan awal yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir. Di dalam tahap ini meninjau kondisi lapangan dan permasalahan yang terjadi, identifikasi masalah yang dilakukan adalah peninjauan langsung kondisi lapangan yang terdapat dalam Jalur Jalan Lingkar Timur Malang Raya.

#### **3.4.2 Studi Literatur**

Pada tahap ini studi literatur yang dimaksud adalah melakukan pembelajaran dari literatur - literatur yang menunjang penggerjaan tugas akhir tentang Studi Kelayakan Jalur Jalan Lingkar Timur

Malang Raya. Literatur-literatur yang ada bisa berupa jurnal-jurnal ilmiah internasional maupun nasional, buku-buku, peraturan-peraturan yang membahas tentang Studi Kelayakan Jalur Jalan Lingkar, tugas akhir yang berkaitan dengan Studi Kelayakan Jalur Jalan Lingkar, dan lain-lain.

### **3.4.3 Survei dan Pengumpulan Data**

Survei dan pengumpulan data adalah dengan melakukan observasi yang dilakukan di jalan eksisiting yaitu pada 3 titik survey yang pertama akan dilakukan survey pada jalan Jl.Raden Intan, yang kedua pada Jl. Raya Gadang serta yang ketiga yaitu di Jl. Raya Pakis dimana jalan tersebut merupakan jalan exit Tol Pakis. Survei yang dilakukan adalah menghitung jumlah kendaraan yang datang. Pada tahap pengumpulan data dapat diperoleh di Dinas Perhubungan Kota Malang ataupun Binamarga Kota Malang. Dalam pengumpulan data terdiri dari 2 (dua) jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Berikut adalah data-data yang akan dikumpulkan:

#### **1. Data Primer**

Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari lapangan dengan cara survei lapangan. Data yang dibutuhkan antara lain : *Traffic Counting* atau perhitungan di titik titik jalan yang telah ditentukan. Untuk mengetahui volume kendaraan atau jumlah kendaraan yang melintasi jalan tersebut.

#### **2. Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang telah ada atau data-data yang tidak berhubungan langsung terhadap objek penelitian. Data sekunder diperoleh dari instansi-instansi yang bersangkutan dengan penyusunan tugas akhir. Data yang dibutuhkan antara lain:

- a. Data Geometri Jalan Raya area Timur Malang Raya
- b. Data PDRB
- c. Data LHRT

- d. Data tata guna lahan sekitar
- e. Data pertumbuhan lalu lintas
- f. Data komponen BOK
- g. HSPK
- h. Data biaya pembangunan dan pemeliharaan

#### **3.4.4 Rekapitulasi dan Analisis Data**

Tahap rekapitulasi dan analisis data adalah tahap dimana data diolah dari pengumpulan data yang sudah ada untuk menganalisis objek penelitian. Data volume kendaraan yang datang digunakan untuk menghitung pengehamatan biaya BOK yang dikeluarkan dan lain lain.

#### **3.4.5 Pembahasan**

Pada tahap ini penulis membahas kelayakan jalur jalan lingkar seperti volume kendaraan yang masuk dan keluar jalan lingkar, tingkat kepadatan penduduk, kinerja lalu lintas pada tiap jalan eksisting, biaya operasional kendaraan (BOK) serta Nilai waktu yang layak pada setiap jalan.

##### **1. Mengetahui kinerja lalu lintas jalan eksisting sebelum dibangun Jalur Lingkar Malang Raya.**

Langkah-langkah untuk mengetahui kinerja lalu lintas jalan eksisting :

- a) Mendapatkan data primer berupa volume kendaraan dengan cara *survey traffic counting* di 3 titik survey yang pertama akan dilakukan survey pada jalan Jl.Raden Intan, yang kedua pada Jl. Raya Gadang serta yang ketiga yaitu di Jl. Raya Pakis dimana jalan tersebut merupakan jalan exit Tol Pakis.
- b) Mendapatkan data sekunder berupa data ruas jalan diantaranya kondisi ruas jalan, kondisi geometric, kondisi lalu lintas dan kondisi hambatan samping
- c) Menghitung kecepatan arus bebas dengan mengacu pada pedoman PKJI dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dan menentukan kecepatan arus bebas dasar berdasarkan tipe jalan sesuai dengan tabel 2.6 dan tabel 2.7

- d) Menentukan kapasitas dasar dengan menggunakan pedoman PKJI yang ditetapkan secara empiris dari kondisi segmen jalan yang ideal, yaitu jalan dengan kondisi geometrik lurus, sepanjang 300 m, dengan lebar lajur rata-rata 2,75 m, memiliki kereb atau bahu berpenutup, ukuran kota 1-3 Juta jiwa, dan hambatan samping sedang. Besarnya kapasitas dasar ( $C_0$ ) tertera pada tabel 2.11.
- e) Menentukan kinerja ruas jalan dengan cara menghitung derajat kejemuhan yaitu yang dapat dihitung dengan rumus :  $DS = Q / C$ .....(2.9)

Dimana : DS = derajat kejemuhan

$Q$  = volume lalu lintas (smp/jam)

$C$  = kapasitas (smp/jam)

Serta, menentukan Ekr (Ekuivalen Kendaraan Ringan) dengan menggunakan pedoman PKJI 2014 yang tertera pada tabel 2.17 dan tabel 2.18

## 2. Mengetahui kinerja lalu lintas jalan rencana dan jalan eksisting setelah dibangun Jalur Lingkar Malang Raya.

Untuk mengetahui kinerja lalu lintas rencana setelah dibangun jalur lingkar, adalah dengan menggunakan salah satu metode yaitu *trip assignment* dimana itu merupakan suatu metode yang digunakan untuk menghitung persentase jumlah kendaraan yang melewati masing – masing ruas jalan. Pada tugas akhir ini, metode *trip assignment* digunakan untuk menghitung arus yang

memisahkan dari jaringan jalan yang telah ada sebelumnya (jalan eksisting) dan jalan rencana (jalan lingkar)

Dalam tugas akhir ini untuk memperkirakan presentase jumlah arus lalu lintas yang melewati masing – masing ruas digunakan metode *smock* (1962). *Smock* waktu yang bisa dihemat apabila melewati salah satu rute.

Dengan perumusan :

$$T = t_0 \cdot \text{Exp} \frac{v}{Q_s} \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

$t_0$  = Travel time per satuan jarak saat *free flow*

$Q_s$  = Kapasitas pada kondisi jenuh

$v$  = Volume kendaraan

**3. Mengetahui berapa besar penghematan dari Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan juga Nilai Waktu (*Time Value*) akibat beroperasinya Jalur Lingkar Malang Raya.**

Langkah-langkah untuk mengetahui besar penghematan

- a) Untuk biaya operasional kendaraan menggunakan metode PCI (*Pacific Consultant International*). Untuk itu diperlukan pengumpulan data primer berupa : kecepatan bergerak kendaraan dan waktu tempuh rata rata serta volume lalu lintas yang dihitung menggunakan (*Traffic Counting*). Lalu mengumpulkan data sekunder berupa komponen BOK dan survey lalu lintas.
- b) Untuk penentuan nilai waktu menggunakan metode *income approach*. Untuk itu diperlukan pengumpulan data sekunder berupa jumlah penduduk dan produk domestic regional bruto (PDRB)

- c) Setelah semuanya telah terkumpul maka melakukan perhitungan analisis BOK, biaya perjalanan dan waktu tempuh serta menganalisis probabilitas pemilihan rute
  - d) Setelah di analisis maka akan diketahui berapa besar penghematan dari Biaya Operasional Kendaraan dan juga Nilai waktu akibat beroperasinya jalur lingkar tersebut.
- 4. Mengetahui kelayakan dari perencanaan pembangunan Jalur Lingkar Malang Raya ditinjau dari segi ekonomi.** Berdasarkan lalu lintas dan ekonomi dari pembangunan Jalan Lingkar Timur Malang Raya. Pembangunan jalan lingkar dikatakan layak ketika nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) > 1 dan *Net Present Value* (NPV) > 0. Penghematan pembangunan lalu lintas ini dihitung berdasarkan selisih kinerja pada jalan eksisting dengan jalan rencana, apabila BOK pada jalan rencana lebih rendah dibandingkan jalan eksisting maka pembangunan jalan lingkar tersebut layak dikarenakan memiliki penghematan biaya dan waktu.

### 3.5 Analisis Data Lalu Lintas

Analisis data lalu lintas terdiri dari:

- a. Analisis lalu lintas kondisi eksisting yaitu analisis kondisi simpang dengan jalan 4 lajur  
Menggunakan data LHR untuk memperhitungkan:
1. Volume kendaraan diperoleh dari data sekunder
  2. Kapasitas jalan simpang 4 lajur diperoleh dari analisis kapasitas simpang menggunakan metode PKJI 2014. Berikut rumusan yang digunakan:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BKa} \times F_{Rmi} \dots \dots \dots \quad (3.1)$$

Keterangan :

- |          |   |
|----------|---|
| $C$      | : Kapasitas simpang (skr/jam)               |
| $C_0$    | : Kapasitas dasar simpang (skr/jam)         |
| $F_{LP}$ | : Faktor koreksi lebar rata – rata pendekat |
| $F_M$    | : Faktor koreksi tipe median                |

$F_{UK}$  : Faktor koreksi ukuran kota  
 $F_{HS}$  : Faktor koreksi hambatan samping  
 $F_{BKl}$  : Faktor koreksi rasio arus belok kiri  
 $F_{Bka}$  : Faktor koreksi rasio arus kanan  
 $F_{Rmi}$  : Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor

3. Perhitungan derajat kejemuhan menggunakan metode PKJL 2014. Berikut rumusan yang digunakan:

## Keterangan :

$D_J$  = Derajat kejemuhan

$q$  = semua arus lalu lintas yang masuk simpang dalam satuan skr/jam

- ## b Analisis jalur lintas rencana

Analisis lalu lintas kondisi rencana yaitu analisis kondisi jalan dengan jalan 4 lajur (tetap di jalan eksisting) dan analisis kondisi jalan lingkar 2 lajur (berpindah ke jalan lingkar).

Menggunakan data LHR untuk memperhitungkan:

- Volume kendaraan diperoleh dari data sekunder dengan melakukan analisa menggunakan Trip Assignment.

Adapun langkah perhitungan trip assignment sebagai berikut :

- 1) Menentukan panjang jalan eksisting dan jalan lingkar.
  - 2) Menentukan travel time jalan eksisting dan jalan lingkar.
  - 3) Menentukan kecepatan rata-rata kendaraan yang melewati jalan eksisiting.
  - 4) Menentukan kecepatan kendaraan yang akan melewati jalan Lingkar timur.
  - 5) Melakukan kajian tentang pengembangan jalan.

Melakukan perhitungan trip assignment berdasarkan rumus smock (1962).

Rumus trip assignment dengan menggunakan rumus *smock* (1962), yaitu :

$$T = t0 \cdot \text{Exp} \frac{v}{Q_s} \dots\dots \quad (3.3)$$

Dimana :

$t_0$  = Travel time per satuan jarak saat *free flow*

$Q_s$  = Kapasitas pada kondisi jenuh

$v$  = Volume kendaraan

2. Kapasitas jalan simpang 4 lajur diperoleh dari analisis kapasitas simpang menggunakan metode PKJI 2014. Berikut rumusan yang digunakan:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKi} \times F_{BKa} \times F_{Rmi} \dots\dots \quad (3.4)$$

Keterangan :

$C$  : Kapasitas simpang (skr/jam)

$C_0$  : Kapasitas dasar simpang (skr/jam)

$F_{LP}$  : Faktor koreksi lebar rata – rata pendekat

$F_M$  : Faktor koreksi tipe median

$F_{UK}$  : Faktor koreksi ukuran kota

$F_{HS}$  : Faktor koreksi hambatan samping

$F_{Bki}$  : Faktor koreksi rasio arus belok kiri

$F_{Bka}$  : Faktor koreksi rasio arus kanan

$F_{Rmi}$  : Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor

3. Kapasitas jalan jalur lingkar 2 lajur diperoleh dari analisis kapasitas jalan menggunakan metode PKJI 2014. Berikut rumusan yang digunakan:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \dots\dots \quad (3.5)$$

Keterangan :

$C$  : kapasitas (skr/jam)

$C_0$  : kapasitas dasar (skr/jam)

$FC_{LJ}$  : Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas

$FC_{PA}$  : Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisah arah hanya pada jalan tak terbagi

$FC_{HS}$  : Faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbau atau berkereb

$FC_{UK}$  : Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota

4. Perhitungan derajat memperhitungkan derajat kejemuhan yang tetap melewati jalan eksisting dan jalan lingkar menggunakan metode PKJI 2014. Berikut rumusan yang digunakan:

$$D_j = \frac{q}{c} \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

$D_j$  = Derajat kejemuhan

$q$  = semua arus lalu lintas yang masuk simpang dalam satuan skr/jam

$c$  = Perbandingan antara lalu lintas kondisi eksisting dengan lalu lintas rencana

### 3.6 Analisis Ekonomi

#### Analisis Penghematan Biaya Operasional Kendaraan

Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) diperoleh dengan cara membandingkan BOK pada kondisi nothing (sebelum adanya jalan lingkar) dan setelah adanya jalan lingkar. Analisis menggunakan metode jasa marga. Berikut rumusan yang digunakan :

##### 1. Konsumsi Bahan Bakar

$$Konsumsi\ BBM = Konsumsi\ BBM\ Dasar [1 + (kk + kl + kr)] \quad (3.7)$$

Konsumsi BBM dasar dalam liter/1000km, sesuai golongan :

- Gol I =  $0,0284V^2 - 3,0644V + 141,68$
- Gol IIa =  $2,26533 * \text{Konsumsi bahan bakar dasar Gol I}$
- Gol IIb =  $2,90805 * \text{Konsumsi bahan bakar dasar Gol I}$

Keterangan :

$Kk$  = Koreksi akibat kelandaian

K<sub>l</sub> = Koreksi akibat kondisi lalu lintas

K<sub>r</sub>= Koreksi akibat kerataan permukaan jalan (roughness)

Berikut merupakan faktor koreksi konsumsi bahan bakar kendaraan yang terlampir pada tabel 3.1

**Tabel 3. 1** Faktor Koreksi konsumsi bahan bakar dasar kendaraan golongan I, IIa, IIb

Faktor	Batasan	Nilai
Koreksi kelandaian negative (kk)	G<-5%	-0,337
	-5%<G<0%	-0,158
Koreksi kelandaian positif (kk)	0%≤G<5%	0,400
	G≥5%	0,820
Koreksi lalu lintas (kl)	0<DS<0,6	0,050
	0,6<DS<0,8	0,185
	DS≥0,8	0,253
Koreksi kerataan (kr)	<3m/km	0,035
	≥3m/km	0,085

(Sumber : Tamin , Ofyar 2014)

## 2. Konsumsi minyak pelumas

*Konsumsi Pelumas = Konsumsi pelumas dasar \* Faktor koreksi (3.8)*

Berikut merupakan tabel 3.2 yang berisi tentang konsumsi minyak pelumas

**Tabel 3. 2** Konsumsi minyak pelumas

Kecepatan (km/jam)	Jenis Kendaraan		
	Gol I	Gol IIa	Gol IIb
10-20	0,0032	0,0060	0,0049
20-30	0,0030	0,0057	0,0046
30-40	0,0028	0,0055	0,0044
40-50	0,0027	0,0054	0,0043
50-60	0,0027	0,0054	0,0043
60-70	0,0029	0,0055	0,0044

70-80	0,0031	0,0057	0,0046
80-90	0,0033	0,0060	0,0049
90-100	0,0035	0,0064	0,0053
100-110	0,0038	0,0070	0,0059

(Sumber : Tamin, Ofyar 2014)

Berikut merupakan faktor koreksi pelumas yang tertera pada tabel 3.3

**Tabel 3. 3 Faktor koreksi pelumas**

Nilai Kerataan	Faktor Koreksi
<3m/km	1,00
>3m/km	1,50

(Sumber : Tamin, Ofyar 2014)

### 3. Konsumsi Ban

- Golongan I , Y =  $0,0008848V - 0,0045333\dots(3.9)$
- Golongan IIa, Y =  $0,0012356V - 0,0064667\dots(3.10)$
- Golongan IIb , Y =  $0,0015553V - 0,0059333\dots(3.11)$

Dimana :

Y : Pemakaian ban per 1000km

### 4. Pemeliharaan

Pemeliharaan terdiri dari biaya suku cadang dan biaya jam kerja mekanik.

➤ Biaya Suku cadang

- Golongan I , Y =  $0,0000064V + 0,0005567\dots(3.12)$

- Golongan IIa , Y =  $0,0000332V + 0,0020891\dots(3.13)$

- Golongan IIb, Y =  $0,0000191V + 0,0015400\dots(3.14)$

Dimana :

Y : Pemeliharaan suku cadang per 1000km

Y' : Y\*harga kendaraan (p/1000km)

➤ Pemeliharaan jam kerja mekanik

- Golongan I, Y =  $0,00362V + 0,36267\dots\dots\dots(3.15)$

- Golongan IIa , Y =  $0,02311V + 1,97733\dots\dots\dots(3.16)$

- Golongan IIb , Y = 0,01511V + 1,21200.....(3.17)

Dimana :

**Y** : Jam montir per 1000km

$Y'$  :  $Y^*$ Upah kerja per jam (Rp/1000km)

### 3.7 Analisis Nilai Waktu

Analisis Nilai waktu diperoleh dengan cara membandingkan nilai waktu pada kondisi eksisting dan setelah adanya jalan lingkar. Perhitungan analisis nilai waktu menggunakan metode Jasa Marga. Berikut rumusan yang digunakan :

Nilai waktu: Max {(K x Nilai waktu dasar); Nilai waktu maksimum})

Berikut merupakan tabel 3.4 yang berisi tentang nilai waktu minimum (Rp/jam)

**Tabel 3. 4** Nilai Waktu Minimum (Rp/Jam)

No	Kab/Kota	Jasa Marga			JIUTR		
		Gol I	Gol IIa	Gol IIb	Gol I	Gol IIa	Gol IIb
1	DKI	8200	12369	9188	8200	17022	4246
2	Selain DKI	6000	9051	6723	6000	12455	3170

Sumber : Tamin, Ofyar 2014

Nilai waktu dari berbagai studi terlampir pada tabel 3.5

**Tabel 3. 5** Nilai Waktu dari Berbagai Studi

Referensi	Nilai Waktu (Rp/Jam/kend)		
	Gol I	Gol IIa	Gol IIb
PT. Jasa Marga (1990-1996), Formula Herbert Mohring	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)	3.281,25	18.212	4.971,20
PCI (1979)	1.341	3.827	3.152
JIUTR northern extension (PCI 1989)	7.067	14.670	3.659
Surabaya-Mojokerto (JICA 1991)	8.880	7.960	7.980

*Sumber : Tamin, Ofyar 2014*

Nilai K pada beberapa kota terlampir pada tabel 3.6

**Tabel 3. 6** Nilai K untuk Beberapa Kota

No	Kabupaten/Kota	Nilai K
1	Jakarta	1.00
2	Cianjur	0.15
3	Bandung	0.39
4	Cirebon	0.06
5	Semarang	0.52
6	Surabaya	0.74
7	Gresik	0.25
8	Mojokerto	0.02
9	Medan	0.46

*Sumber : Tamin, Ofyar 2014*

### 3.8 Analisis Benefit Cost Ratio (BCR)

Penilaian kelayakan rencana pembangunan proyek Jalan Lingkar Timur Malang berdasarkan analisis BCR sebagai berikut:

$$BCR = \frac{\text{Present value benefits}}{\text{Present value cost}} \quad \dots \dots \dots \quad (3.18)$$

$$\text{Benefit} = \Delta BOK + \Delta \text{Nilai Waktu} \quad \dots \dots \dots \quad (3.19)$$

$$\text{Benefit} = (\text{BOK Eksisting} - \text{BOK Kondisi Baru}) + (\text{Nilai Waktu Eksisting} - \text{Nilai Waktu Kondisi Baru}) \quad \dots \dots \dots \quad (3.20)$$

Dimana:

- Benefit: Penghematan BOK, Penghematan nilai waktu
- Cost : biaya pembangunan dan pemeliharaan jalan lingkar

(sumber: Modul 3 Kelayakan Ekonomi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat)

### 3.9 Perhitungan Net Present Value (NPV)

Perhitungan NPV dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} - C_0 \quad \dots \dots \dots \quad (3.21)$$

Dengan pengertian :

$NPV$  = Nilai bersih sekarang

$C_t$  = Aliran kas masuk bersih (net cash inflow) selama periode t

$C_0$  = Total biaya investasi

i = Suku bunga

t = Jangka waktu

(sumber: Modul 3 Kelayakan Ekonomi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat)

### 3.10 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berisi tentang hasil studi yang telah dilakukan tentang kelayakan berdasarkan lalu lintas dan ekonomi dari pembangunan Jalan Lingkar Timur Malang Raya. Pembangunan jalan lingkar dikatakan layak ketika nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR)  $> 1$  dan *Net Present Value* (NPV)  $> 0$

Setelah melakukan pengolahan data-data yang ada , maka harapanya didapat hasil yaitu :

1. Volume Kendaraan yang melalui jalan eksisting dan jalan lingkar timur malang raya
2. Kelayakan Jalan Lingkar Timur Malang Raya ditinjau dari segi ekonomi.

### 3.11 Bagan Alir (Flow Chart)

Bagan Alir (flow chart) merupakan urutan kegiatan dalam Tugas Akhir ini dapat dilihat pada gambar bagan 3.2 dibawah ini.



**Gambar 3. 2 Bagan Alir (FlowChart)**

## **BAB IV**

### **ANALISIS KONDISI LALU LINTAS**

#### **4.1 Umum**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai pengumpulan data sekunder serta analisis perhitungan dan pengolahan data-data tersebut, dari hasil pengolahan nantinya akan digunakan untuk mengetahui kelayakan jalur jalan lingkar timur Malang Raya yang ditinjau dari segi ekonomi.

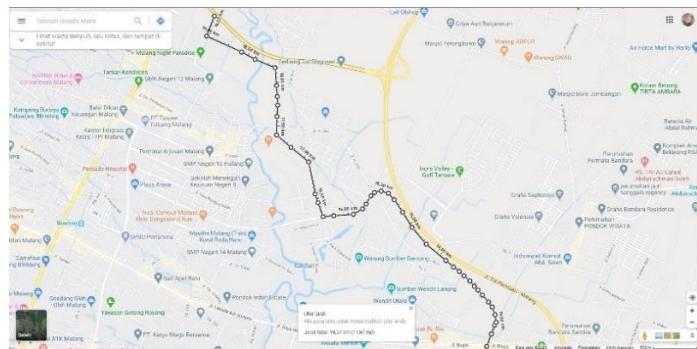
#### **4.2 Pengumpulan Data**

##### **4.2.1 Data Perencanaan Jalan Lingkar Timur**

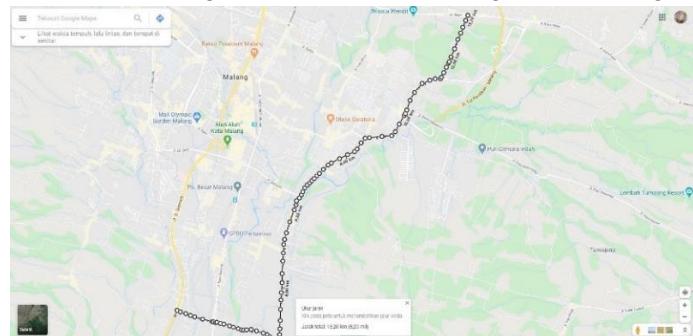
Data perencanaan jalan lingkar menggunakan data sekunder yang didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Malang :

- Panjang jalan lingkar : 19,27 km
- Kecepatan rencana : 40 – 60 km/jam
- Jumlah lajur : 4/2 UD
- Lebar bahu luar : 2,50 m
- Lebar bahu jalan : 2,00 m
- Lebar median : -
- Biaya investasi : Rp. 483.332.377.248,00
- Masa konsesi : 20 Tahun (2023-2043)

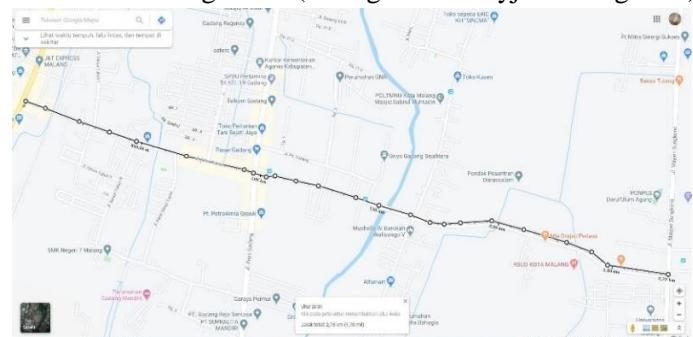
Selain itu, jalan lingkar ini terbagi menjadi 3 segmen, yaitu Segmen 1 Akses Toll Singosari – Jl. Bugis, Segmen 2 Jl.Bugis – Jl.Mayjend Sungkono, Segmen 3 Jl.Mayjend Sungkono – Jl.Satsui Tubun yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 – Gambar 4.3 berikut ini :



**Gambar 4. 1 Segmen 1 ( Akses Toll Singosari – Jl.Bugis)**



**Gambar 4. 2 Segmen 2 (Jl.Bugis – Jl.Mayjend Sungkono)**



**Gambar 4. 3 Segmen 3 (Jl.Mayjen Sungkono – Jl.Satsui Tubun)**

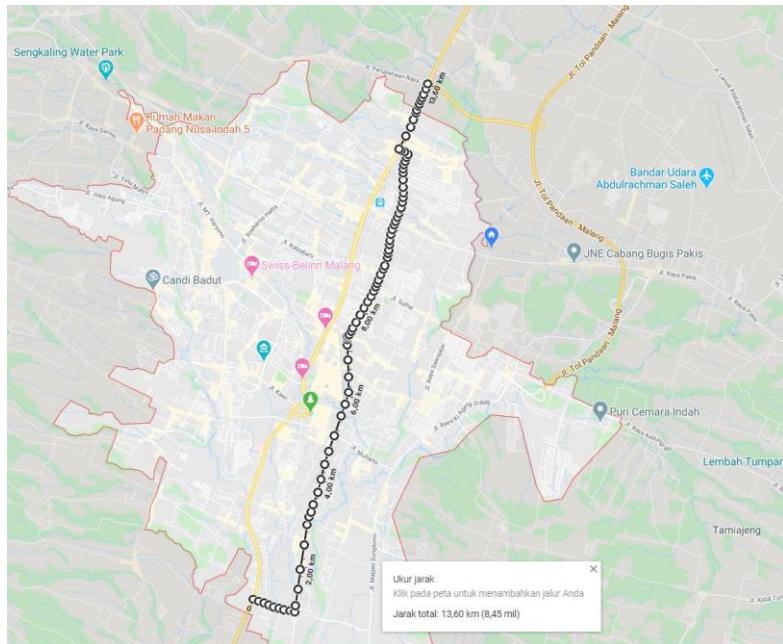
#### 4.2.2 Data Jalan Eksisting

Data jalan eksisting menggunakan data sekunder yang didapatkan dari Dinas Perhubungan Kota Malang. Dalam data jalan eksisting ini berisi tentang karakteristik jalan antara lain data tipe jalan, panjang jalan, lebar jalan efektif, lebar bahu jalan , pemisah arah dan kelas hambatan samping. Dari data tersebut nantinya digunakan untuk mencari kapasitas (C) dari jalan eksisting sepanjang jalan raya arteri yaitu Ruas Jalan Raya Karanglo – Jalan Laksda Adi Sucipto, Jalan Laksda Adi Sucipto – Jalan Raya Gadang, Jalan Gadang – Satsui Tubun. Berikut adalah karakteristik jalan yang ditinjau.

- a. Ruas Jalan Raya Karanglo – Jalan Laksda Adi Sucipto
  - Panjang jalan : 3,4 km
  - Tipe jalan : 2/2 TT
  - Kelas hambatan samping : Sedang
  - Lebar lajur : 7 m
  - Lebar bahu jalan : 1 m
- b. Ruas Jalan Laksda Adi Sucipto – Jalan Raya Gadang
  - Panjang jalan : 6,84 km
  - Tipe jalan : 2/2 TT
  - Kelas hambatan samping : Sedang
  - Lebar lajur : 7 m
  - Lebar bahu jalan : 1 m
- c. Ruas Jalan Raya Gadang – Satsui Tubun
  - Panjang jalan : 3,36 km
  - Tipe jalan : 2/2 TT
  - Kelas hambatan samping : Sedang
  - Lebar lajur : 7 m
  - Lebar bahu jalan : 1 m

**Total Panjang jalan eksisting = 13,60 km**

Berikut merupakan gambar jalur eksisting jalan sebelum adanya jalan lingkar yang tertera pada Gambar 4.4 :



**Gambar 4. 4 Jalur Jalan Eksisting**

#### 4.2.3 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas yang digunakan dalam tugas akhir ini didapatkan dari data sekunder dan data primer, data sekunder diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Malang . sedangkan data primer diperoleh dengan cara survey *traffic counting* menggunakan perantara video *CCTV*. Data lalu lintas yang didapatkan berupa volume kendaraan per hari pada ruas ruas yang mempengaruhi jalan lingkar, yaitu Ruas Jalan Raya Karanglo – Jalan Laksda Adi Sucipto, Jalan Laksda Adi Sucipto – Jalan Raya Gadang, Jalan Gadang – Satsui Tubun. Berikut adalah hasil rekapan volume lalu lintas masing-masing ruas pada jalan eksisting, yang disajikan pada tabel 4.1 .

**Tabel 4. 1** Rekapan Hasil Volume Lalu Lintas Harian Jalan Eksisting

Ruas Jalan	Jenis Kendaraan								Jumlah	Total LHR 2 Arah
	Gol. I			Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Gol. VI		
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	SM		
Satsui Tubun - Mayjen Sungkono	173	17	0	2	13	4	0	755	<b>964</b>	2622
Mayjen Sungkono - Satsui Tubun	321	22	0	4	8	2	0	1301	<b>1658</b>	
Mayjen Sungkono - Bugis	224	14	0	3	4	4	0	647	<b>896</b>	1859
Bugis - Mayjen Sungkono	240	20	1	3	15	11	0	673	<b>963</b>	
Bugis - Akses Toll Singosari	171	16	0	2	4	3	0	548	<b>744</b>	
Akses Toll Singosari - Bugis	152	7	0	2	0	4	0	465	<b>630</b>	1374

(Sumber : <http://cctv.malangkota.go.id/>)

#### **4.3 Forecasting Pertumbuhan Kendaraan**

Pada peramalan pertumbuhan kendaraan menggunakan data PDRB. PDRB merupakan salah satu indikator penting untuk mengetahui kondisi ekonomi disuatu daerah dalam suatu periode tertentu, baik atas dasar harga berlaku maupun atas dasar harga konstan . PDRB Atas dasar harga berlaku digunakan untuk mengetahui kemampuan sumber daya ekonomi, pergeseran dan struktur ekonomi suatu daerah , sedangkan PDRB atas dasar harga konstan digunakan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi secara riil atau nyata dari tahun ke tahun.

Data PDRB didapat dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang dan Kota Malang. Data PDRB ini akan digunakan untuk mengetahui laju pertumbuhan lalu lintas kendaraan yang akan melewati jalan yang ditinjau selama umur rencana. Data PDRB yang diperlukan meliputi Data PDRB per kapita atas dasar harga konstan menurut kabupaten/kota dan PDRB atas dasar harga konstan menurut lapangan usaha.

PDRB Per kapita atas dasar harga konstan menurut kabupaten / kota digunakan untuk melakukan peramalan / forecasting kendaraan pribadi yaitu sepeda motor dan golongan I (mobil , jepp dll), dengan asumsi bahwa pertumbuhan PDRB per kapita sebanding dengan pertumbuhan kendaraan pribadi. Hal ini dikarenakan PDRB per kapita atas dasar harga konstan menurut kabupaten/kota merupakan pendapatan rata-rata individu suatu daerah yang mana menunjukkan kemampuan individu untuk membeli kendaraan pribadi. Sedangkan , PDRB atas dasar harga konstan menurut lapangan usaha digunakan untuk melakukan peramalan pertumbuhan kendaraan niaga/usaha seperti golongan II , III, IV dan V, dengan asumsi bahwa pertumbuhan kendaraan niaga sebanding dengan laju pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan menurut lapangan usaha. Hal ini dikarenakan PDRB atas dasar harga konstan menurut lapangan usaha mencerminkan

pertumbuhan perekonomian suatu daerah. Apabila suatu daerah mempunyai tingkat perekonomian yang tinggi, maka hasil produksi yang dihasilkan juga akan tinggi.

Berikut merupakan tabel 4.2 terkait PDRB Per kapita atas dasar harga konstan menurut kabupaten/kota tahun 2012-2016 .

**Tabel 4. 2 PDRB Per Kapita Atas Dasar Harga Konstan 2010 menurut Kabupaten/Kota, 2012 – 2016 (Milliar Rupiah)**

Kab/kota	Tahun				
	2012	2013	2014	2015	2016
Kab. Malang	18899.20	19759.90	20794.80	21741.90	22746.60
Kota Malang	42367.60	44657.20	46955.90	49280.10	51732.70

(Sumber: Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur , 2018)

Berikut merupakan tabel 4.3 terkait PDRB atas dasar harga konstan menurut lapangan usaha tahun 2012 - 2016 .

**Tabel 4. 3 PDRB atas dasar harga konstan menurut lapangan usaha tahun 2012-2016 (Milliar Rupiah).**

Tahun	Daerah	
	Kab Malang	Kota Malang
2012	47.075,96	35,355,741,9
2013	49.571,72	37,547,738,8
2014	52.550,42	39,724,309,8
2015	55.317,82	41,951,560,17
2016	58.247,34	44,303,900,96

(Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur , 2018)

Dari data PDRB diatas digunakan untuk mencari laju pertumbuhan PDRB setiap tahun dan kemudian digunakan untuk mengetahui nilai laju pertumbuhan kendaraan setiap tahunnya untuk menghitung proyeksi lalu lintas hingga masa konsesi

berakhir. Berikut ini adalah laju pertumbuhan kendaraan golongan I dan II , pada tabel 4.4 dan laju pertumbuhan kendaraan golongan III , IV dan V pada tabel 4.5.

**Tabel 4. 4** Laju pertumbuhan PDRB per Kapita Atas Dasar Harga Konstan

Tahun	Kabupaten / Kota		Laju PDRB		Laju PDRB rata-rata
	Kab Malang	Kota Malang	Kab Malang	Kota Malang	
2012	18899,20	42367,60			
2013	19759,90	44657,20	4,55%	5,40%	4,97%
2014	20794,80	46955,90	5,23%	5,14%	5,20%
2015	21741,90	49280,10	4,55%	4,94%	4,75%
2016	22746,60	51732,70	4,62%	4,97%	4,79%
Laju PDRB per kapita atas harga dasar konstan					4,93%

(Sumber : Perhitungan)

Berikut adalah contoh perhitungan laju pertumbuhan PDRB per kapita ADHK rata-rata.

- 1) Kabupaten Malang  

$$\frac{(19759,90 - 18899,20)}{18899,20} \times 100 = 4,55\%$$
- 2) Kota Malang  

$$\frac{(44657,20 - 42367,60)}{42367,60} \times 100 = 5,40\%$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung laju pertumbuhan PDRB rata-rata , kemudian hasil setiap tahun tersebut dirata-rata dan diperoleh hasil 4,93% untuk golongan 1 dan sepeda motor.

**Tabel 4. 5 Laju Pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan menurut Lapangan Usaha**

Tahun	Kabupaten/Kota		Laju PDRB		Laju PDRB rata-rata
	Kab Malang	Kota Malang	Kab Malang	Kota Malang	
2012	47.075,96	35,355,741,9			
2013	49.571,72	37,547,738,8	5,30%	6,20%	5,75%
2014	52.550,42	39,724,309,8	6,00%	5,79%	5,90%
2015	55.317,82	41,951,560,17	5,26%	5,60%	5,43%
2016	58.247,34	44,303,900,96	5,29%	5,61%	5,45%
Laju PDRB menurut lapangan usaha					5,63%

(Sumber : Perhitungan)

Berikut adalah contoh perhitungan laju pertumbuhan PDRB Atas Dasar Harga Konstan menurut Lapangan Usaha rata-rata.

3) Kabupaten Malang

$$\frac{(49.571,72 - 47.075,96)}{47.075,96} \times 100 = 5,30\%$$

4) Kota Malang

$$\frac{(37.547.738,8 - 35.355.741,9)}{35.355.741,9} \times 100 = 6,20\%$$

Dengan cara yang sama untuk menghitung laju pertumbuhan PDRB rata-rata , kemudian hasil setiap tahun tersebut di rata-rata dan diperoleh hasil 5,63% untuk golongan II, III, IV dan V.

## **4.4 Analisis Kondisi Lalu Lintas Sebelum adanya Jalan Lingkar**

Analisis Kondisi lalu lintas sebelum adanya jalan lingkar adalah analisis kondisi lalu lintas jalan eksisting sebelum adanya pembangunan jalan lingkar timur Malang Raya yang meliputi volume kendaraan, derajat kejemuhan, kecepatan arus bebas dan kecepatan tempuh.

### **4.4.1 Analisis Volume Lalu Lintas**

Analisis Volume lalu lintas sebelum adanya jalan lingkar merupakan perhitungan peramalan (forecasting) volume lalu lintas per tahun dijalan eksisting yang berpengaruh terhadap Jalan Lingkar Timur Malang Raya selama 20 tahun. Masa waktu 20 tahun ini dihitung sejak mulainya beroperasinya jalan lingkar ini yaitu tahun 2020.

Perhitungan *forecasting* ini didapatkan dengan menggunakan volume lalu lintas harian pada tabel 4.1 yang dikalikan dengan 365 hari untuk mendapatkan volume lalu lintas tahunan. Laju pertumbuhan kendaraan yang digunakan adalah 4,93% untuk kendaraan golongan I dan sepeda motor, dan 5,63% untuk golongan II, III, IV, dan V.

Berikut ini adalah contoh perhitungan forecasting pada tahun 2023 untuk Jalan Arteri Satsui Tubun – Mayjen Sungkono

- Golongan I (KR)  $P_{2020} = Po (1+r)^n$   
 $= 129,002 (1+4,93\%)^1$   
 $= 135,362$
- Golongan I (KBM)  $P_{2023} = Po (1+r)^n$   
 $= 8,841 (1+4,93\%)^1$   
 $= 9,277$
- Golongan I (BB)  $P_{2023} = Po (1+r)^n$   
 $= 0 (1+4,93\%)^1$   
 $= 0$
- Golongan II (KBM)  $P_{2023} = Po (1+r)^n$   
 $= 1,629 (1+5,63\%)^1$   
 $= 1,721$

- Golongan III (TB)  $P_{2023} = Po (1+r)^n$   
= 3,258  $(1+5,63\%)^1$   
= 3,441
- Golongan IV (TB)  $P_{2023} = Po (1+r)^n$   
= 815  $(1+5,63\%)^1$   
= 860
- Golongan V (TB)  $P_{2020} = Po (1+r)^n$   
= 0  $(1+5,63\%)^1$   
= 0
- Golongan VI (SM)  $P_{2020} = Po (1+r)^n$   
= 522,841  $(1+4,93\%)^1$   
= 548,617

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan volume lalu lintas pada jalan eksisting lainnya dan tahun selanjutnya dengan asumsi tanpa ada pembangunan Jalan lingkar timur Malang Raya dan hasil dari peramalan lalu lintas ditunjukan pada tabel 4.6 dibawah ini.

**Tabel 4. 6 Hasil Forecasting Volume Kendaraan Jalan Satsui  
Tubun – Mayjen Sungkono Without Project**

a. Dari arah Satsui Tubun – Mayjen Sungkono

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)								
	Gol VI		Gol I		Gol II		Gol III	Gol IV	Gol V
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2020	474,865	117,165	8,030	-	1,460	2,920	730	-	
2021	498,276	122,941	8,426	-	1,542	3,084	771	-	
2022	522,841	129,002	8,841	-	1,629	3,258	815	-	
2023	548,617	135,362	9,277	-	1,721	3,441	860	-	
2024	575,664	142,035	9,735	-	1,818	3,635	909	-	
2025	604,044	149,038	10,214	-	1,920	3,840	960	-	
2026	633,823	156,385	10,718	-	2,028	4,056	1,014	-	
2027	665,071	164,095	11,246	-	2,142	4,284	1,071	-	
2028	697,859	172,185	11,801	-	2,263	4,526	1,131	-	
2029	732,263	180,674	12,383	-	2,390	4,780	1,195	-	
2030	768,364	189,581	12,993	-	2,525	5,050	1,262	-	
2031	806,244	198,927	13,634	-	2,667	5,334	1,333	-	
2032	845,992	208,734	14,306	-	2,817	5,634	1,409	-	
2033	887,699	219,025	15,011	-	2,976	5,951	1,488	-	
2034	931,463	229,823	15,751	-	3,143	6,286	1,572	-	
2035	977,384	241,153	16,528	-	3,320	6,640	1,660	-	
2036	1,025,569	253,042	17,342	-	3,507	7,014	1,754	-	
2037	1,076,130	265,517	18,197	-	3,705	7,409	1,852	-	
2038	1,129,183	278,607	19,095	-	3,913	7,826	1,957	-	
2039	1,184,852	292,342	20,036	-	4,133	8,267	2,067	-	
2040	1,243,265	306,755	21,024	-	4,366	8,732	2,183	-	
2041	1,304,558	321,878	22,060	-	4,612	9,224	2,306	-	
2042	1,368,872	337,746	23,148	-	4,872	9,743	2,436	-	
2043	1,436,358	354,397	24,289	-	5,146	10,292	2,573	-	

b. Dari arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)								
	Gol VI		Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2020	275,575	63,145	6,205	-	730	4,745	1,460	-	
2021	289,161	66,258	6,511	-	771	5,012	1,542	-	
2022	303,416	69,525	6,832	-	815	5,294	1,629	-	
2023	318,375	72,952	7,169	-	860	5,592	1,721	-	
2024	334,071	76,549	7,522	-	909	5,907	1,818	-	
2025	350,540	80,323	7,893	-	960	6,240	1,920	-	
2026	367,822	84,282	8,282	-	1,014	6,591	2,028	-	
2027	385,956	88,438	8,690	-	1,071	6,962	2,142	-	
2028	404,983	92,798	9,119	-	1,131	7,354	2,263	-	
2029	424,949	97,372	9,568	-	1,195	7,768	2,390	-	
2030	445,899	102,173	10,040	-	1,262	8,206	2,525	-	
2031	467,882	107,210	10,535	-	1,333	8,668	2,667	-	
2032	490,948	112,495	11,054	-	1,409	9,156	2,817	-	
2033	515,152	118,041	11,599	-	1,488	9,671	2,976	-	
2034	540,549	123,861	12,171	-	1,572	10,215	3,143	-	
2035	567,198	129,967	12,771	-	1,660	10,791	3,320	-	
2036	595,161	136,375	13,401	-	1,754	11,398	3,507	-	
2037	624,503	143,098	14,062	-	1,852	12,040	3,705	-	
2038	655,291	150,153	14,755	-	1,957	12,718	3,913	-	
2039	687,596	157,555	15,482	-	2,067	13,434	4,133	-	
2040	721,495	165,323	16,246	-	2,183	14,190	4,366	-	
2041	757,065	173,473	17,046	-	2,306	14,989	4,612	-	
2042	794,388	182,025	17,887	-	2,436	15,833	4,872	-	
2043	833,551	190,999	18,769	-	2,573	16,724	5,146	-	

Hasil *forecasting* volume kendaraan ruas jalan yang lain disajikan pada lampiran.

#### 4.4.2 Analisis Kinerja Jalan

Analisis kinerja jalan ini berguna untuk memperkirakan kepadatan lalu lintas dan kapasitas jalan eksisting sebelum adanya jalan lingkar timur Malang Raya. Analisis kinerja jalan ini terdiri dari analisis arus jam perencanaan, ekivalensi kendaraan ringan, kapasitas jalan, arus total, derajat kejemuhan, kecepatan arus bebas, kecepatan tempuh, dan waktu tempuh.

##### a) Arus Jam

Arus jam perencanaan diperoleh dari data lalu lintas harian, dari data lalu lintas harian dicari dan dihitung jam puncak dengan satuan ekr/jam. Didalam tugas akhir ini ada 2 cara yang digunakan untuk menghitung arus jam perencanaan, menggunakan data LHR langsung dan juga menggunakan data volume lalu lintas dikalikan dengan faktor-k. Yang nilai normal k adalah 11% atau 0,11, data LHR yang didapatkan dalam bentuk kendaraan/hari. Berikut ini adalah contoh perhitungan arus jam rencana untuk kendaraan ringan pada ruas jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun

$$\begin{aligned}
 \text{LHR KR} &= 1572 \text{ kend/hari} \\
 \text{Faktor-k} &= 0,11 \\
 Q_{JP} &= \text{LHR} \times k \\
 &= 1572 \text{ kend./hari} \times 0,11 \\
 &= 173 \text{ skr/jam}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan arus jam rencana ditunjukan pada tabel 4.7.

**Tabel 4. 7 Arus Lalu Lintas Jam Rencana (Qjp)**

Jenis Kendaraan	Gol. I							Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	Gol. VI	Total Arus Lalu Lintas (skr/jam)						
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB												
ekr	1.00	1.80	1.20	1.80	2.70	2.70	2.70	0.90	(skr/jam)										
Ruas M.Sungkono – Satsui Tubun	173	31	0	4	35	11	0	680						933					
Ruas Satsui Tubun – M.Sungkono	321	39.6	0	7.2	21.6	5.4	0	1170.9						1566					

### b) Ekivalensi Kendaraan Ringan

Untuk melakukan analisis arus jam puncak, diperlukan adanya penyetaraan satuan kendaraan ringan (skr). Penyetaraan dilakukan dengan mengalikan arus lalu lintas jam puncak dengan angka ekivalensi kendaraan ringan (ekr). Ekr yang digunakan untuk 2 ruas jalan yaitu Satsui Tubun – Mayjen Sungkono, Bugis - Singosari ialah ekr jalan luar kota untuk jalan 2/2 TT dengan tipe alinemen datar , sedangkan untuk 1 ruas yaitu jalan Mayjen Sungkono - Bugis menggunakan ekr jalan bebas hambatan. Berikut adalah rekapitulasi arus lalu lintas yang ditunjukan pada tabel 4.8 – 4.10.

**Tabel 4. 8 Arus Lalu Lintas Ruas Satsui Tubun – Mayjen Sungkono**

Jenis Kendaraan	Gol. I		Gol. II		Gol. III		Gol. IV		Gol. V		Gol. VI		Total Arus Lalu Lintas (skr/jam)
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	TB	SM	SM	SM	SM	
ekr	1,00	1,80	1,20	1,80	2,70	2,70	2,70	2,70	0,90	0,90	0,90	0,90	
(skr/jam)													
Ruas Pangsdud - Gadang	173	31	0	4	35	11	0	680					933

**Tabel 4. 9 Arus Lalu Lintas Ruas Mayjen Sungkono - Bugis**

Jenis Kendaraan	Gol. I		Gol. II		Gol. III		Gol. IV		Gol. V		Gol. VI		Total Arus Lalu Lintas (skr/jam)
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	TB	SM	SM	SM	SM	
ekr	1,00	1,80	1,20	1,80	2,70	2,70	2,70	2,70	0,90	0,90	0,90	0,90	
(skr/jam)													
Ruas Mayjen Sungkono - Bugis	224	25,2	0	5,4	10,8	10,8	0	582,3					858,5

**Tabel 4. 10 Arus Lalu Bugis - Singosari**

Jenis Kendaraan	Gol. I		Gol. II		Gol. III		Gol. IV		Gol. V		Gol. VI		Total Arus Lalu Lintas (skr/jam)
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	TB	SM	SM	SM	SM	
ekr	1,00	1,80	1,20	1,80	2,70	2,70	2,70	2,70	0,90	0,90	0,90	0,90	
(skr/jam)													
Ruas Bugis - Singosari	171	29	0	4	11	8	0	493					715,5

### c) Kapasitas Jalan

Perhitungan Kapasitas jalan digunakan untuk mengetahui kemampuan jalan untuk menampung arus lalu lintas persatuan jam (skr/jam) pada jalan eksisting sebelum adanya jalan lingkar timur Malang Raya. Pada tugas akhir ini , jalan eksisting pada lokasi studi

yaitu Jalan Arteri Primer Satsui Tubun – Mayjen Sungkono, Jalan Mayjen Sungkono - Bugis, dan Jalan Arteri Bugis - Singosari. Berikut ini merupakan perhitungan kapasitas jalan eksisting yang berpengaruh terhadap jalan lingkar timur Malang Raya.

- Jalan Arteri Satsui Tubun – Mayjen Sungkono

$$Co = 2900 \text{ skr/jam}$$

$$Fcij = 1 \text{ (lebar 7 m)}$$

$$FC_{PA} = 1 \text{ (50% - 50%)}$$

$$FC_{HS} = 0,92 \text{ (sedang)}$$

Maka ,

$$C = Co \times FC_{IJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS}$$

$$= 2900 \text{ skr/jam} \times 1 \times 1 \times 0,92$$

$$= 2668 \text{ skr/jam}$$

- Jalan Raya Mayjen Sungkono - Bugis

$$Co = 2900 \text{ skr/jam}$$

$$Fcij = 0,87 \text{ (lebar 7 m)}$$

$$Fc_{pa} = 1 \text{ (50% - 50%)}$$

$$FChs = 0,94 \text{ (rendah)}$$

Maka,

$$C = Co \times FC_{IJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS}$$

$$= 2900 \text{ skr/jam} \times 1 \times 1 \times 0,94$$

$$= 2372 \text{ skr/jam}$$

- Jalan Arteri Bugis - Singosari

$$Co = 2900 \text{ skr/jam}$$

$$Fcij = 1 \text{ (lebar 7 m)}$$

$$FC_{PA} = 1 \text{ (50% - 50%)}$$

$$FC_{HS} = 0,92 \text{ (sedang)}$$

Maka ,

$$C = Co \times FC_{IJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS}$$

$$= 2900 \text{ skr/jam} \times 1 \times 1 \times 0,92$$

$$= 2668 \text{ skr/jam}$$

#### d) Derajat Kejemuhan

Nilai derajat kejemuhan menunjukkan kepadatan atau tingkat kemacetan suatu jalan dengan cara membandingkan antara volume arus lalu lintas dengan kapasitas jalan. Berikut ini adalah contoh perhitungan derajat kejemuhan yang dimulai tahun 2023 hingga tahun 2043 pada ruas jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono.

$$\begin{array}{ll} \text{Arus Total (Q)} & = 2888 \text{ skr/jam} \\ \text{Kapasitas (C)} & = 2668 \text{ skr/jam} \\ \text{Maka,} & \end{array}$$

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ DS &= \frac{2888 \text{ skr/jam}}{2668 \text{ skr/jam}} \end{aligned}$$

$$\mathbf{DS = 1,0825}$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan derajat kejemuhan yang dimulai tahun 2023 hingga tahun 2043 pada ruas jalan Mayjen Sungkono - Bugis.

$$\begin{array}{ll} \text{Arus Total (Q)} & = 1518 \text{ skr/jam} \\ \text{Kapasitas (C)} & = 2372 \text{ skr/jam} \\ \text{Maka,} & \end{array}$$

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ DS &= \frac{1518 \text{ skr/jam}}{2372 \text{ skr/jam}} \end{aligned}$$

$$\mathbf{DS = 0,6399}$$

Dengan perhitungan yang sama, hasil derajat kejenuhan untuk 3 ruas disajikan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4. 11** Derajat Kejenuhan Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono *Without Project*

<b>Ruas Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono</b>			
<b>Tahun</b>	<b>Arus (Q)</b>	<b>Kapasitas (C)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DS)</b>
2020	2498	2668	0.936394303
2021	2622	2668	0.982778145
2022	2752	2668	1.031461074
2023	2888	2668	1.082557131
2024	3031	2668	1.136186018
2025	3182	2668	1.192473381
2026	3339	2668	1.251551104
2027	3505	2668	1.313557616
2028	3678	2668	1.378638224
2029	3860	2668	1.446945446
2030	4052	2668	1.518639377
2031	4252	2668	1.593888059
2032	4463	2668	1.672867882
2033	4684	2668	1.755763995
2034	4917	2668	1.842770741
2035	5160	2668	1.93409212
2036	5416	2668	2.029942259
2037	5684	2668	2.130545927
2038	5966	2668	2.236139054
2039	6262	2668	2.346969294
2040	6572	2668	2.463296602
2041	6898	2668	2.585393849
2042	7240	2668	2.713547464
2043	7599	2668	2.848058107

**Tabel 4. 12** Derajat Kejenuhan Jalan Bugis – Singosari *Without Project*

<b>Ruas Jalan Bugis - Singosari</b>			
<b>Tahun</b>	<b>Arus (Q)</b>	<b>Kapasitas (C)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DS)</b>
2020	1817	2668	0.681034483
2021	1907	2668	0.714878673
2022	2002	2668	0.750406538
2023	2102	2668	0.787701934
2024	2206	2668	0.826852904
2025	2316	2668	0.867951879
2026	2431	2668	0.9110959
2027	2552	2668	0.956386852
2028	2678	2668	1.0039317
2029	2812	2668	1.053842746
2030	2951	2668	1.106237895
2031	3098	2668	1.161240937
2032	3252	2668	1.218981837
2033	3414	2668	1.279597048
2034	3584	2668	1.343229831
2035	3762	2668	1.410030599
2036	3949	2668	1.480157273
2037	4145	2668	1.553775657
2038	4352	2668	1.631059832
2039	4568	2668	1.712192572
2040	4795	2668	1.797365777
2041	5034	2668	1.886780927
2042	5284	2668	1.980649566
2043	5547	2668	2.079193803

**Tabel 4. 13** Derajat Kejenuhan Jalan Raya Mayjen Sungkono - Bugis *Without Project*

<b>Ruas Jalan Mayjen Sungkono - Bugis</b>			
<b>Tahun</b>	<b>Arus (Q)</b>	<b>Kapasitas (C)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DS)</b>
2020	1313	2372	0.553630008
2021	1378	2372	0.58103288
2022	1446	2372	0.609792846
2023	1518	2372	0.639977155
2024	1593	2372	0.671656392
2025	1672	2372	0.704904643
2026	1755	2372	0.739799666
2027	1841	2372	0.776423077
2028	1933	2372	0.814860539
2029	2028	2372	0.855201966
2030	2129	2372	0.897541728
2031	2234	2372	0.94197888
2032	2345	2372	0.988617386
2033	2461	2372	1.037566372
2034	2583	2372	1.088940374
2035	2710	2372	1.142859612
2036	2845	2372	1.19945027
2037	2986	2372	1.258844791
2038	3133	2372	1.321182191
2039	3289	2372	1.386608384
2040	3451	2372	1.455276523
2041	3622	2372	1.527347361
2042	3802	2372	1.602989629
2043	3990	2372	1.682380429

#### 4.4.3 Analisis Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas merupakan kecepatan pada saat tingkat arus nol atau dengan kata lain keadaan dimana pengemudi mobil mengendarai kendaraan tanpa halangan kendaraan bermotor lainnya.

Analisis kecepatan arus bebas sebelum adanya jalan lingkar timur didasarkan pada PKJI 2014 untuk jalan perkotaan. Untuk perhitungan kecepatan arus bebas kendaraan ringan dan kendaraan lain pada Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono sebagai berikut :

##### 1. Kendaraan Ringan (KR)

$$V_{BD} = 46 \text{ km/jam}$$

$$FV_{BW} = 0 \text{ km/jam}$$

$$FV_{BHS} = 0,93$$

$$FV_{BFJ} = 0,93$$

Maka,

$$\begin{aligned} V_B &= (V_{BD} + FV_{BW}) \times FV_{BHS} \times FV_{BFJ} \\ &= (46 + 0) \times 0,93 \times 0,93 \\ &= 39,7854 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

##### 2. Kendaraan Berat Menengah (KBM)

$$V_{BD} = 46 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,KBM} = 42 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 39,7854 \text{ km/jam}$$

Maka,

$$F_{VB} = V_{BD} - V_B$$

$$= 46 - 39,7854$$

$$= 6,2146$$

$$V_{B,KBM} = V_{BD} - F_{VB} \times V_{BD,KBM} / V_{BD}$$

$$= (46 - 6,2146) \times (42 / 46)$$

$$= 36,3258 \text{ km/jam}$$

3. Bus Besar (BB)

$$V_{BD} = 65 \text{ km/jam}$$

$$V_{BD,BB} = 69 \text{ km/jam}$$

$$V_B = 59,6781$$

Maka,

$$F_{VB} = V_{BD} - V_B$$

$$= 65 - 59,6781$$

$$= 5,3219$$

$$V_{B,BB} = V_{BD} - F_{VB} \times V_{BD,BB}/V_{BD}$$

$$= (65 - 5,3219) \times 69/65$$

$$= 59,6781 \text{ km/jam}$$

Dengan cara yang sama digunakan untuk menghitung kecepatan arus bebas untuk ruas jalan lain . Berikut hasil rekapitulasi perhitungan kecepatan arus bebas sebelum adanya jalan lingkar yang disajikan pada tabel 4.14.

**Tabel 4. 14** Rekap Kecepatan Arus Bebas Without Project

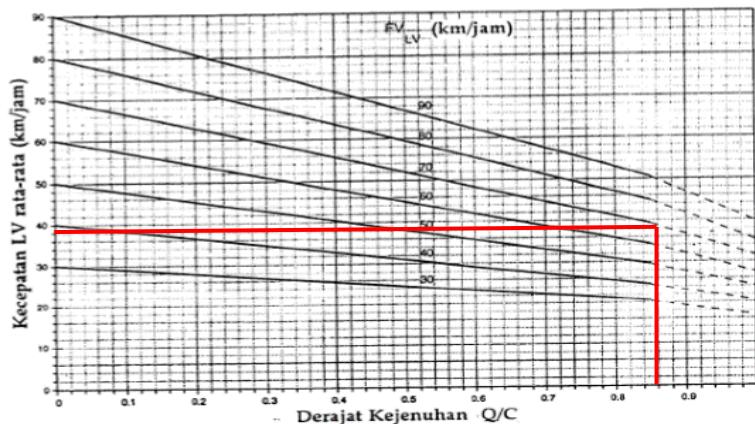
Ruas	Kecepatan Arus Bebas (km/jam)					rata rata
	KR	KBM	BB	TB	SM	
Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono	39.79	36.33	59.68	47.57	51.894	47.05
Jalan Bugis - Singosari	38.92	36.33	59.68	47.57	47.5695	46.01
Jalan Mayjen Sungkono - Bugis	42.26	40.34	66.27	49.94	52.822	50.32

Kecepatan tempuh kendaraan pada jalan eksisting without project digunakan grafik kecepatan sebagai fungsi dari derajat kejemuhan jalan sebelum adannya jalan lingkar timur malang raya. Berikut merupakan contoh analisis kecepatan kendaraan without project pada ruas jalan nasional Satsui Tubun – Mayjen Sungkono pada tahun 2020.

Diketahui :

$$D_j = 0,86$$

$$V_B (LV) = 39,79 \text{ km/jam}$$



**Gambar 4. 5** Kecepatan Tempuh Without Project Kendaraan Ringan pada Jalan Arteri Satsui Tubun – Mayjen Sungkono

Dari grafik diatas didapatkan bahwa kecepatan rata-rata kendaraan ringan adalah 45,5 km/jam. Dengan cara yang sama dicari nilai kecepatan tempuh untuk ruas jalan yang lain dengan jenis kendaraan yang berbeda dari tahun didapatkannya data LHR sampai akhir masa konsesi jalan lingkar timur malang raya. Hasil kecepatan tempuh kendaraan disajikan pada tabel 4.15 sampai tabel 4.17.

**Tabel 4. 15** Kecepatan Tempuh Kendaraan Jalan Satsui  
Tubun – Mayjen Sungkono *without project*

Tahun	DS	Kecepatan (km/jam)				
		KR (V <sub>B</sub> = 39,79)	KBM (V <sub>B</sub> = 36,33)	SM (V <sub>B</sub> = 51,89)	BB (V <sub>B</sub> = 59,68)	TB (V <sub>B</sub> = 47,57)
2020	0.936	22.0	20.0	27.0	30.0	25.0
2021	0.983	20.0	19.0	25.0	28.0	24.0
2022	1.031	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2023	1.083	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2024	1.136	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2025	1.192	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2026	1.252	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2027	1.314	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2028	1.379	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2029	1.447	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2030	1.519	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2031	1.594	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2032	1.673	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2033	1.756	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2034	1.843	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2035	1.934	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2036	2.030	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2037	2.131	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2038	2.236	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2039	2.347	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2040	2.463	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2041	2.585	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2042	2.714	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2043	2.848	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0

**Tabel 4. 16** Kecepatan Tempuh Kendaraan Jalan Mayjen Sungkono - Bugis *without project*

Tahun	DS	Kecepatan (km/jam)				
		KR (V <sub>B</sub> = 38,92)	KBM (V <sub>B</sub> = 36,33)	SM (V <sub>B</sub> = 47,57)	BB (V <sub>B</sub> = 59,68)	TB (V <sub>B</sub> = 47,57)
2020	0.681	27.0	25.0	34.0	38.0	31.0
2021	0.715	27.0	25.0	33.0	37.0	30.0
2022	0.750	26.0	24.0	32.0	35.0	30.0
2023	0.788	25.0	24.0	31.0	34.0	29.0
2024	0.827	25.0	23.0	30.0	33.0	28.0
2025	0.868	24.0	22.0	29.0	32.0	27.0
2026	0.911	22.0	21.0	27.0	30.0	26.0
2027	0.956	21.0	20.0	26.0	29.0	24.0
2028	1.004	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2029	1.054	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2030	1.106	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2031	1.161	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2032	1.219	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2033	1.280	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2034	1.343	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2035	1.410	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2036	1.480	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2037	1.554	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2038	1.631	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2039	1.712	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2040	1.797	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2041	1.887	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2042	1.981	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5
2043	2.079	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5

**Tabel 4. 17** Kecepatan Tempuh Kendaraan Jalan Bugis – Singosari  
*without project*

Tahun	DS	Kecepatan (km/jam)				
		KR ( $V_B = 42,26$ )	KBM ( $V_B = 40,34$ )	SM ( $V_B = 52,82$ )	BB ( $V_B = 66,27$ )	TB ( $V_B = 49,94$ )
2020	0.5657	29.0	27.0	37.0	41.0	34.0
2021	0.5937	29.0	27.0	36.0	40.0	33.0
2022	0.6230	28.0	26.0	35.0	40.0	33.0
2023	0.6539	28.0	26.0	34.0	39.0	32.0
2024	0.6863	27.0	25.0	33.0	37.0	31.0
2025	0.7202	26.0	25.0	33.0	36.0	30.0
2026	0.7559	26.0	24.0	32.0	35.0	30.0
2027	0.7933	25.0	24.0	31.0	34.0	29.0
2028	0.8326	24.0	23.0	29.0	33.0	28.0
2029	0.8738	24.0	22.0	28.0	31.0	27.0
2030	0.9171	22.0	21.0	27.0	30.0	25.0
2031	0.9625	21.0	20.0	26.0	29.0	24.0
2032	1.0101	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2033	1.0601	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2034	1.1126	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2035	1.1677	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2036	1.2255	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2037	1.2862	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2038	1.3499	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2039	1.4168	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2040	1.4869	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2041	1.5606	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2042	1.6378	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0
2043	1.7190	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0

#### 4.4.4 Analisis Waktu Tempuh Perjalanan (*Travel Time*)

Analisis ini digunakan untuk mengetahui waktu tempuh perjalanan yang dilakukan oleh pengguna jalan , hasil dari analisa waktu tempuh ini digunakan untuk mengitung biaya total nilai waktu yang dikeluarkan selama setahun. Selain itu travel time ini juga digunakan untuk analisa trip assignment. Untuk mencari Waktu tempuh rata-rata ini dengan cara membandingkan antara panjang jalan (L) dan kecepatan rata-rata kendaraan (V) . berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan travel time pada jalan eksisting Satsui Tubun – Mayjen Sungkono panjang jalan 7 km pada tahun 2023 sebelum adannya jalan lingkar.

- Golongan I =  $L/V = 7 \text{ km} / 19,9 = 21,09 \text{ menit}$
- Golongan II =  $L/V = 7 \text{ km} / 18,5 = 22,67 \text{ menit}$
- Golongan III =  $L/V = 7 \text{ km} / 23,0 = 18,24 \text{ menit}$
- Golongan IV =  $L/V = 7 \text{ km} / 23,0 = 18,24 \text{ menit}$
- Golongan V =  $L/V = 7 \text{ km} / 23,0 = 18,24 \text{ menit}$
- Golongan VI =  $L/V = 7 \text{ km} / 24,8 = 16,96 \text{ menit}$

Dan berikut adalah hasil analisis waktu tempuh sebelum adannya jalan lingkar timur Malang Raya yang disajikan pada tabel 4.18.

**Tabel 4. 18** Waktu Tempuh Perjalanan Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono Without Project

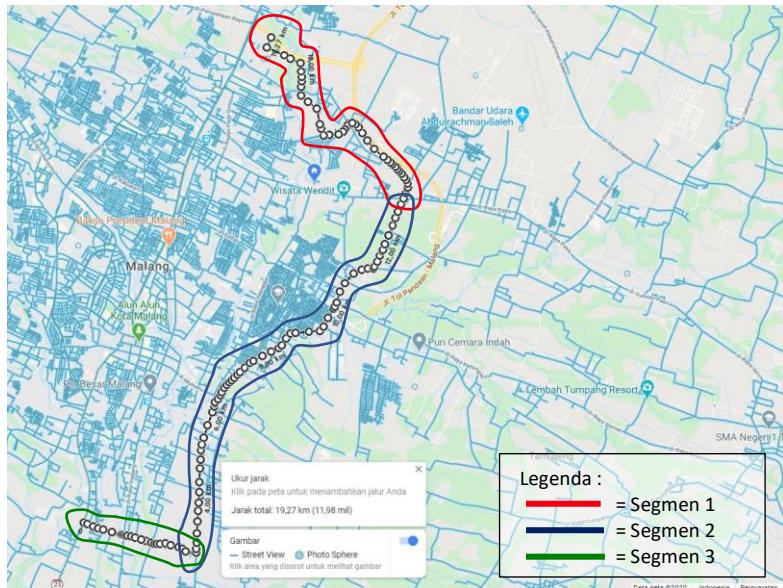
No	Tahun	Panjang (km)	Kecepatan Tempuh (km/jam)				Waktu Tempuh Jalan Eksisting (menit)					
			KR	KBM	SM	BB	TB	KR	KBM	SM	BB	TB
1	2023	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
2	2024	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
3	2025	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
4	2026	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
5	2027	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
6	2028	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
7	2029	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
8	2030	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
9	2031	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
10	2032	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
11	2033	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
12	2034	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
13	2035	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
14	2036	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
15	2037	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
16	2038	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
17	2039	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
18	2040	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
19	2041	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
20	2042	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24
21	2043	7	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	21.09	22.67	16.96	15.07	18.24

Hasil perhitungan waktu tempuh perjalanan ruas jalan yang lain berada pada lampiran.

#### 4.4.5 Trip Assignment

Analisis *Trip assignment* digunakan untuk mengetahui dan memprediksi jumlah kendaraan yang akan berpindah dari jalan eksisting menuju ke jalan lingkar timur Malang Raya pada saat jalan lingkar dibuka segmen 1 – 3 tahun 2023. Dalam tugas akhir ini, analisis trip assignment dihitung menggunakan beberapa metode yaitu metode *Smock*, *davidson*, dan Kurva diversi. Dari ketiga metode tersebut, akan dipilih salah satu metode yang akan digunakan untuk perhitungan yang lebih lanjut. Pada tugas akhir ini, ruas jalan eksisting yang ditinjau adalah Jalan Arteri Satsui Tubun – Mayjen Sungkono, Jalan Mayjen Sungkono - Bugis,

Bugis - Singosari. Segmen jalan dibagi menjadi 3 ruas berdasarkan lokasi *interchange*, untuk jalan eksisting Jalan Lingkar Timur Malang Raya untuk meninjau perpindahan dari segmen 1-3 jalan lingkar malang raya. Berikut adalah pembagian ruas untuk perhitungan *trip assignment* pada gambar 4.6.



**Gambar 4. 6** Pembagian Ruas Jalan

Berikut ini merupakan contoh perhitungan *trip assignment* dengan beberapa metode. Dalam contoh perhitungan ini menggunakan ruas jalan eksisting yaitu Jalan Nasional Mayjen Sungkono – Satsui Tubun

#### A. Metode Smock

Analisis trip assignment dengan menggunakan metode smock yaitu dengan membandingkan waktu tempuh kendaraan jika

melewati jalan eksisting dengan melewati jalan lingkar. Parameter yang digunakan dalam analisis ini adalah panjang jalan eksisting maupun jalan lingkar, kecepatan arus bebas kendaraan , waktu tempuh perjalanan (*travel time*), dan kapasitas jalan (C). Dalam analisis ini, juga mempertimbangkan nilai waktu sebagai tambahan waktu tempuh. Rumus yang digunakan dalam perhitungan trip assignment metode smock ini adalah sebagai berikut :

$$t = t_0 \cdot \exp\left(\frac{V}{Q_s}\right)$$

Dimana ,

$t_0$  = Waktu tempuh persatuan jarak saat arus bebas (*free flow*)

V = volume kendaraan

$Q_s$  = kapasitas pada kondisi jenuh

Berikut ini tahapan analisis trip assignment dengan menggunakan metode smock :

1. Menentukan volume kendaraan maksimum (skr/jam) pada jalan eksisting. Volume kendaraan yang digunakan adalah volume kendaraan pada kondisi nyata. Volume kendaraan maksimum jalan Nasional Satsui Tubun – Mayjen Sungkono pada tahun 2020 adalah sebesar 2888 (skr/jam).
2. Menentukan besarnya increment untuk setiap literasi. Dalam jalan ini digunakan 30 literasi. Sehingga besarnya increment untuk setiap literasi adalah  $2888/30 = 96,28$  (skr/jam).
3. Menentukan kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan eksisting dan jalan lingkar. Kecepatan yang digunakan adalah kecepatan saat arus bebas (*free flow*) yang rata-rata dari setiap jenis kendaraan, yaitu :
  - Jalan Bugis - Singosari = 47,05 km/jam
  - Jalan Lingkar Timur segmen 1 = 61,96 km/jam
4. Menentukan panjang jalan eksisting dan jalan lingkar, yaitu:
  - Jalan Bugis - Singosari = 8,2 km
  - Jalan Lingkar Timur segmen 1 = 6,13 km

5. Menentukan waktu tempuh (*travel time*) dalam satuan menit pada jalan eksisting maupun jalan lingkar, yaitu :

Jalan Bugis - Singosari

$$TT = \frac{\text{Panjang Jalan}}{\text{Kecepatan rata - rata}} \times 60 \text{ menit}$$

$$TT = \frac{7}{47,05} \times 60 \text{ menit}$$

$$T = 8,93 \text{ menit}$$

Jalan Lingkar Timur Malang Raya Segmen 1

$$TT = \frac{\text{Panjang Jalan}}{\text{Kecepatan rata - rata}} \times 60 \text{ menit}$$

$$TT = \frac{6,5}{61,96} \times 60 \text{ menit}$$

$$TT = 6,29 \text{ menit}$$

6. Menentukan kapasitas jalan (C) untuk jalan eksisting maupun jalan lingkar, yaitu :

- Jalan Bugis – Singosari = 2688 skr/jam
- Jalan Lingkar Timur Malang Raya = 3263 skr/jam/ lajur

7. Menentukan travel time untuk iterasi ke-0 dengan cara sebagai berikut :

- Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono

$$to = \frac{TT}{d}$$

$$to = \frac{8,93}{7} = 1,275$$

- Jalan Lingkar Timur Malang Raya

$$to = \frac{TT}{d}$$

$$to = \frac{6,29}{6,5} = 0,967$$

8. Membandingkan besarnya travel time setiap iterasi antara jalan eksisting maupun jalan lingkar. Kemudian didapatkan presentase

kendaraan yang tetap menggunakan jalan eksisting dan yang akan berpindah ke jalan lingkar. Berikut adalah hasil trip assignment antara ruas jalan Bugis - Singosari dengan Jalan Lingkar Timur segmen 1. Hasil perhitungan *trip assignment* menggunakan metode smock disajikan pada tabel 4.19.

**Tabel 4. 19 Trip Assignment Metode Smock Jalan Bugis - Singosari.**

Incr.	FV	d	TT	Qs	FV	d	TT	Qs
	47	7	8.93	2668	61.96	6.5	6.29	3263
	Jalan bugis - singosari				Jalan Lingkar timur segmen 1			
V1 Inc.	V1	V1/Qs	t1		V2 Inc.	V2	V2/Qs	t2
0	0	0.000	1.275		0	0	0	0.968
1	96.28	0	0.000	1.275	96.28	96.28	0.030	0.997
2	96.28	0	0.000	1.275	96.28	192.55	0.059	1.027
3	96.28	0	0.000	1.275	96.28	288.83	0.089	1.058
4	96.28	0	0.000	1.275	96.28	385.10	0.118	1.090
5	96.28	0	0.000	1.275	96.28	481.38	0.148	1.122
6	96.28	0	0.000	1.275	96.28	577.65	0.177	1.156
7	96.28	0	0.000	1.275	96.28	673.93	0.207	1.191
8	96.28	0	0.000	1.275	96.28	770.20	0.236	1.226
9	96.28	0	0.000	1.275	96.28	866.48	0.266	1.263
10	96.28	0	0.000	1.275	96.28	962.75	0.295	1.301
11	96.28	96.27541414	96	0.036	1.322	0	962.75	0.295
12	96.28	0	96	0.036	1.322	96.28	1059.03	0.325
13	96.28	96.27541414	193	0.072	1.371	0	1059.03	0.325
14	96.28	0	193	0.072	1.371	96.28	1155.30	0.354
15	96.28	96.27541414	289	0.108	1.421	0	1155.30	0.354
16	96.28	0	289	0.108	1.421	96.28	1251.58	0.384
17	96.28	96.27541414	385	0.144	1.473	0	1251.58	0.384
18	96.28	0	385	0.144	1.473	96.28	1347.86	0.413
19	96.28	0	385	0.144	1.473	96.28	1444.13	0.443
20	96.28	96.27541414	481	0.180	1.527	0	1444.13	0.443
21	96.28	0	481	0.180	1.527	96.28	1540.41	0.472
22	96.28	96.27541414	578	0.217	1.583	0	1540.41	0.472
23	96.28	0	578	0.217	1.583	96.28	1636.68	0.502
24	96.28	96.27541414	674	0.253	1.642	0	1636.68	0.502
25	96.28	0	674	0.253	1.642	96.28	1732.96	0.531
26	96.28	96.27541414	770	0.289	1.702	0	1732.96	0.531
27	96.28	0	770	0.289	1.702	96.28	1829.23	0.561
28	96.28	0	770	0.289	1.702	96.28	1925.51	0.590
29	96.28	96.27541414	866	0.325	1.765	0	1925.51	0.590
30	96.28	0	866	0.325	1.765	96.28	2021.78	0.620
Jumlah	2888	866			2022			
%		30.00%			70.00%			

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa dengan menggunakan metode Smock, kendaraan yang akan berpindah ke jalan Lingkar Timur Seksi 1 sebesar 70,00 % , dan yang tetap

menggunakan jalan eksisting sebesar 30,00 %. Hasil perhitungan smock yang lainnya tertera pada lampiran.

Dengan perhitungan yang sama didapatkan presentase perpindahan kendaraan untuk masing-masing jalan eksisting dan ke jalan lingkar timur ditunjukan pada tabel 4.20.

**Tabel 4. 20** Hasil Trip Assignment Metode Smock

METODE SMOCK		
RUAS	TETAP	PINDAH
Ruas Jalan Bugis - Singosari	30.00%	70.00%
Ruas Jalan Mayjen Sungkono - Bugis	23.33%	76.67%
Ruas Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono	23.33%	76.67%

Perhitungan *trip assignment* metode *smock* ruas jalan yang lain disajikan pada lampiran.

### B. Metode Davidson

Analisa trip assignment Metode Davidson yaitu membandingkan waktu tempuh antara jalan eksisting dan jalan lingkar. Parameter yang digunakan adalah panjang jalan jalan eksisting maupun jalan lingkar, kecepatan arus bebas kendaraan, waktu tempuh perjalanan (*travel time*), dan kapasitas jalan (C). Seperti metode smock, dalam metode ini juga memperhitungkan nilai waktu. Rumus yang digunakan dalam perhitungan *trip assignment* metode *davidson* adalah sebagai berikut :

$$TQ = To \left[ \frac{1 - (1 - a) \frac{Q}{C}}{1 - \frac{Q}{C}} \right]$$

Dimana :

$T_Q$  = Waktu tempuh pada saat arus = Q

$T_0$  = Waktu tempuh pada saat arus = 0

- Q = Arus lalu lintas  
 C = Kapasitas Jalan  
 A = Indeks tingkat pelayanan (fungsi faktor yang menyebabkan keragaman dalam arus ; seperti parkir dan penyebrangan jalan)

Nilai indeks tingkat pelayanan (a) menurut Bluden (1971) dapat dilihat pada tabel 4.21 dibawah ini.

**Tabel 4. 21 Nilai Indeks Tingkat Pelayanan**

Kondisi	TQ (menit/mil)	a	Arus Jenuh (kend/hari)
Jalan Bebas Hambatan	0,8 – 1,0	0 – 0,2	2000/lajur
Jalan Perkotaan (banyak lajur)	1,5 – 2,0	0,4 – 0,6	1800/lajur
Jalan kolektor dan pengumpulan	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1800/total lebar
<i>Sumber : Tamin, 2000</i>			

Berdasarkan tabel 4.21 diatas , diasumsikan bahwa nilai indeks tingkat pelayanan (a) untuk jalan bebas hambatan sebesar 0,1 , dan untuk Jalan Nasional Satsui Tubun – Mayjen Sungkono sebesar 0,6.

Berikut ini adalah tahapan analisis *trip assignment* dengan menggunakan Metode *Davidson* :

- 1) Menentukan volume kendaraan maksimum (skr/jam) pada jalan eksisting. Volume kendaraan jalan alternatif arteri sebesar 2888 skr/jam.

- 2) Menentukan besarnya *increment* untuk setiap iterasi. Dalam ruas jalan ini digunakan 20 iterasi. Sehingga besarnya *increment* untuk setiap iterasi adalah  $2888/20 = 144,4$  skr/jam.
- 3) Menetukan kecepatan rata-rata kendaraan pada ruas jalan Bugis - Singosari dan jalan lingkar timur segmen 1. Kecepatan yang ada di soal adalah sebagai berikut :
- Jalan Bugis - Singosari = 47,05 km/jam
  - Jalan Lingkar Timur Segmen 1 = 61,96 km/jam
- 4) Panjang jalan Nasional Bugis - Singosari dan Jalan Lingkar Timur Segmen 1, yaitu:
- Jalan Bugis - Singosari = 8,2 km
  - Jalan Lingkar Timur Segmen 1 = 6,13 km
- 5) Menentukan waktu tempuh (*travel time*) dalam satuan menit pada jalan alternatif arteri maupun jalan lingkar, yaitu :
- Jalan Bugis - Singosari
- $$TT = \frac{\text{Panjang Jalan}}{\text{Kecepatan}} \times 60 \text{ menit}$$
- $$TT = \frac{7}{47,05} \times 60 \text{ menit}$$

$$TT = 8,926 \text{ menit}$$

- Jalan Lingkar timur segmen 1

$$TT = \frac{\text{Panjang Jalan}}{\text{Kecepatan}} \times 60 \text{ menit}$$

$$TT = 6,294 \text{ menit}$$

- 6) Menentukan kapasitas jalan (C) untuk jalan eksisting maupun jalan lingkar, yaitu :
- Jalan Bugis - Singosari = 2668 skr/jam
  - Jalan Lingkar Timur Segmen 1 = 3263 skr/jam
- 7) Perhitungan Trip assignment metode Davidson dapat dilihat pada tabel 4.22 sebagai berikut

**Tabel 4. 22** Hasil *Trip Assignment* Metode Davidson

Iterasi	Incr.	Jalan Lingkar Timur Segmen 1				Jalan Bugis - Singosari			
		Vol incr	Q1	Q/C	t1	Vol incr	Q2	Q/C	t2
	2888								
0	0	0.0	0.0	0.0	6.3	2192.7	2192.7	0.8	33.6
1	144	144.4	144.4	0.0	6.5	0.0	2192.7	0.8	33.6
2	144	144.4	288.8	0.1	6.7	0.0	2192.7	0.8	33.6
3	144	144.4	433.2	0.1	6.9	0.0	2192.7	0.8	33.6
4	144	144.4	577.7	0.2	7.1	0.0	2192.7	0.8	33.6
5	144	144.4	722.1	0.2	7.4	0.0	2192.7	0.8	33.6
6	144	144.4	866.5	0.3	7.7	0.0	2192.7	0.8	33.6
7	144	144.4	1010.9	0.3	8.0	0.0	2192.7	0.8	33.6
8	144	144.4	1155.3	0.4	8.4	0.0	2192.7	0.8	33.6
9	144	144.4	1299.7	0.4	8.8	0.0	2192.7	0.8	33.6
10	144	144.4	1444.1	0.4	9.3	0.0	2192.7	0.8	33.6
11	144	144.4	1588.5	0.5	9.9	0.0	2192.7	0.8	33.6
12	144	144.4	1733.0	0.5	10.6	0.0	2192.7	0.8	33.6
13	144	144.4	1877.4	0.6	11.4	0.0	2192.7	0.8	33.6
14	144	144.4	2021.8	0.6	12.4	0.0	2192.7	0.8	33.6
15	144	144.4	2166.2	0.7	13.8	0.0	2192.7	0.8	33.6
16	144	144.4	2310.6	0.7	15.5	0.0	2192.7	0.8	33.6
17	144	144.4	2455.0	0.8	17.8	0.0	2192.7	0.8	33.6
18	144	144.4	2599.4	0.8	21.1	0.0	2192.7	0.8	33.6
19	144	144.4	2743.8	0.8	26.3	0.0	2192.7	0.8	33.6
20	144	144.4	2888.3	0.9	35.4	0.0	2192.7	0.8	33.6
		2888				0			
<b>Berpindah</b>				100.00%	<b>Tidak Berpindah</b>				0.00%

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa dengan menggunakan Metode *Davidson*, kendaraan yang akan berpindah ke jalan Lingkar Timur seksi 1 sebesar 100% dan kendaraan yang tetap menggunakan jalan eksisting adalah sebesar 0%. Hasil perhitungan Davidson pada ruas lain dapat dilihat pada lampiran.

Dengan perhitungan yang sama didapatkan presentase perpindahan kendaraan untuk masing-masing jalan eksisting ke jalan lingkar timur sebagai berikut, ditunjukan pada tabel 4.23.

**Tabel 4. 23** Rekapitulasi *Trip Assignment* Metode Davidson

METODE DAVIDSON		
RUAS	TETAP	PINDAH
Ruas Jalan Bugis - Singosari	0.00%	100.00%
Ruas Jalan Mayjen Sungkono - Bugis	0.00%	100.00%
Ruas Satsui Tubun – Mayjen Sungkono	0.00%	100.00%

Perhitungan *trip assignment* metode *davidson* ruas jalan yang lain disajikan pada lampiran.

### C. Metode Diversion Curve

*Trip assignment* dengan Metode *Diversion Curve* adalah untuk mengetahui persentase jumlah kendaraan yang akan berpindah dari jalan eksisting ke jalan lingkar dengan cara membandingkan waktu, jarak maupun biaya yang dapat dihemat bila melewati salah satu rute. Parameter yang digunakan dalam analisis ini adalah jarak dan waktu yang dapat dihemat jika melewati alternatif yang baru. Rumus yang digunakan dalam perhitungan *trip assignment* metode *diversion curve* ini adalah :

$$P = 50 + \frac{50(d + 0,5t)}{\sqrt{(d - 50t)^2 + 4,5}}$$

Dimana,

P: Presentase kendaraan yang berpindah ke jalan Lingkar

d : Jarak yang dihemat jika melewati jalan Lingkar (mil)

t : Waktu yang dapat dihemat jika melewati jalan baru (menit)

Berikut ini adalah contoh perhitungan analisis *trip assignment* menggunakan metode *diversion curve* :

- 1) Menentukan jarak yang dapat dihemat jika melewati jalan lingkar. Untuk menghitung pernghematan jarak ini, dibutuhkan data panjang jalan eksisting dan jalan lingkar sebagai berikut :
  - Jalan Arteri Bugis - Singosari = 8,2 km
  - Jalan Lingkar Timur Malang Raya Segmen 1 = 6,13 km

$$\begin{aligned} d &= 8,2 - 6,13 \\ &= 2,07 \text{ km} = 1,286238 \text{ mil} \end{aligned}$$

- 2) Menentukan waktu yang dapat dihemat jika melewati jalan lingkar. data yang dibutuhkan adalah *travel time* kendaraan di jalan eksisting dan jalan lingkar. Berikut adalah perhitungan waktu tempuh.
- Jalan Arteri Bugis - Singosari = 8,93 menit
  - Jalan Lingkar Timur Malang Segmen 1 = 6,29 menit

$$\begin{aligned} t &= 8,93 - 6,29 \\ &= -2,63 \text{ menit} \end{aligned}$$

- 3) Menentukan presentase perpindahan dari jalan eksisting ke jalan lingkar.

$$P = 50 + \frac{50(d + 0,5t)}{\sqrt{(d - 50t)^2 + 4,5}}$$

$$P = 50 + \frac{50(-0,311 + 0,5(-2,63 \text{ menit}))}{\sqrt{(-0,311 - 50(-2,63 \text{ menit}))^2 + 4,5}}$$

$$P = 50,13\%$$

4) Menentukan presentase kendaraan tetap dijalan eksisting.

$$\begin{aligned} P' &= 100\% - P \\ &= 100\% - 50,13\% \\ &= 49,87\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa menggunakan metode *diversion curve*, kendaraan yang berpindah ke jalan lingkar sebesar 50,13 % , sedangkan yang tetap dijalan eksisting sebesar 49,87 %.

Dengan perhitungan yang sama didapatkan presentase perpindahan kendaraan untuk masing - masing jalan eksisting dan jalan lingkar sebagai berikut pada tabel 4.24.

**Tabel 4. 24** Hasil Trip Assignment Metode Diversion Curve

METODE DIVERSION CURVE		
RUAS	TETAP	PINDAH
Ruas Jalan Bugis - Singosari	49.87%	50.13%
Ruas Jalan Mayjen Sungkono - Bugis	49.79%	50.21%
Ruas Satsui Tubun – Mayjen Sungkono	49.89%	50.11%

Dari hasil analisis *trip assignment* 3 metode diatas untuk ruas jalan Arteri Satsui Tubun – Mayjen Sungkono, Jalan Raya Mayjen Sungkono - Bugis, dan Jalan Arteri Bugis - Singosari dipilih metode *smock*. Karena, penulis mempertimbangkan menjadi 3 tinjauan , yaitu kondisi optimis, moderat, dan pesimis. dari perbandingan ketiga metode diatas , metode *smock* merupakan kondisi moderat, sehingga penulis menggunakan hasil dari metode *smock* untuk mengetahui perpindahan kendaraannya. Berikut adalah rekapitulasi untuk presentase perpindahan tiga ruas jalan eksisting, yang disajikan pada tabel 4.25.

**Tabel 4. 25** Rekapitulasi presentase perpindahan kendaraan 3 jalan eksisting ke Lingkar Timur Malang Raya

RUAS	TETAP	PINDAH
Ruas Jalan Bugis - Singosari	30.00%	70.00%
Ruas Jalan Mayjen Sungkono - Bugis	23.33%	76.67%
Ruas Satsui Tubun – Mayjen Sungkono	23.33%	76.67%

#### D. Metode *Smock* untuk Jalan Lingkar Timur Malang Raya

Analisis *trip assignment* yang digunakan untuk mengetahui presentase kendaraan yang melewati jalan eksisting Arteri Bugis - Singosari dan Jalan Lingkar Timur Malang Raya adalah dengan cara metode *smock*, bagian ini berbeda dengan analisis metode *smock* sebelumnya. Pada bagian ini bertujuan untuk mengetahui presentase kendaraan yang melewati jalan eksisting Jalan Satsui Tubun – Mayjen Sungkono, Jalan Mayjen Sungkono – Bugis dan Jalan Arteri Bugis - Singosari. yaitu dengan membandingkan

waktu tempuh kendaraan jika melewati jalan eksisting dengan melewati jalan lingkar.

Parameter yang digunakan dalam analisis metode smock ini adalah panjang jalan eksisting maupun jalan lingkar, kecepatan arus bebas kendaraan , waktu tempuh perjalanan (*travel time*), dan kapasitas jalan (C). Dalam analisis ini, juga mempertimbangkan nilai waktu. Rumus yang digunakan dalam perhitungan trip assignment metode smock ini adalah sebagai berikut :

$$t = t_0 \cdot \exp\left(\frac{V}{Q_s}\right)$$

Dimana ,

$t_0$  = Waktu tempuh persatuan jarak saat arus bebas (free flow)

V = volume kendaraan

$Q_s$  = kapasitas pada kondisi jenuh

Waktu tempuh untuk Jalan Lingkar Timur didapatkan melalui *Google Maps* sebesar 25 menit dan untuk waktu tempuh Jalan Arteri Satsui Tubun – Mayjen Sungkono didapatkan melalui perhitungan analisis waktu tempuh *without project* sebesar 10,95 menit. Data yang lain sebagai berikut :

- Panjang Jalan
 

Jalan Bugis – Singosari	= 8,2 km
Jalan Lingkar Timur Malang Segmen 1	= 6,13 km
- Kecepatan Tempuh
 

Jalan Bugis – Singosari	= 39,4 km/jam
Jalan Lingkar Timur Malang Segmen 1	= 42,6 km/jam
- Kapasitas Jalan
 

Jalan Bugis – Singosari	= 2668 skr/jam
Jalan Lingkar Timur Malang Raya	= 3263skr/jam

Perhitungan presentase kendaraan dengan metode *smock* dapat dilihat pada tabel 4.19 diatas.

Berdasarkan perhitungan pada tabel 4.19, didapatkan 70% kendaraan melewati jalan Lingkar Timur, dan 30% melalui Jalan Bugis - Singosari. Hasil perhitungan tersebut nantinya akan digunakan untuk menganalisis volume kendaraan akibat adanya jalan lingkar timur malang raya.

## 4.5 Analisis Kondisi Lalu Lintas Setelah adanya Jalan Lingkar

Analisis Kondisi lalu lintas setelah adanya jalan lingkar meliputi volume kendaraan , derajat kejemuhan dan kecepatan tempuh kendaraan pada jalan eksisting maupun jalan lingkar.

### 4.5.1 Analisis Volume Lalu Lintas

Analisis volume lalu lintas setelah adanya jalan lingkar merupakan hasil dari peramalan (*forecasting*) volume lalu lintas setiap tahunnya pada ruas jalan eksisting dan ruas jalan lingkar selama 20 tahun kedepan setelah adanya pembangunan jalan lingkar timur yang terhitung sejak tahun rencana dibukanya jalan lingkar yaitu tahun 2023. Berikut ini merupakan contoh analisis volume lalu lintas *with project* pada ruas Jalan Singosari - Bugis dan Jalan Lingkar Timur Segmen 1 untuk tahun pertama pada tahun 2020.

% berpindah = 70,00 %

% tidak berpindah = 30,00 %

Volume lalu lintas (*without project*) = 605.170 kend/tahun

Volume lalu lintas jalan nasional *with project*

$$P = 30,00 \% \times 605.170$$

$$= 181.551 \text{ kend/tahun}$$

Volume lalu lintas jalan lingkar timur Segmen 1

$$P' = 70,00 \% \times 605.170$$

$$= 423.619 \text{ kend/tahun}$$

Dengan perhitungan yang sama, maka didapatkan hasil volume lalu lintas jalan eksisting dan jalan lingkar timur selama masa konsesi.

Hasil perhitungan *forecasting* pada tabel 4.26 dan 4.27

**Tabel 4. 26** Hasil Forecast Jalan Jalan Singosari - Bugis *With Project*

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)								
	Gol VI		Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2020	474,865	117,165	8,030	-	1,460	2,920	730	-	
2021	498,276	122,941	8,426	-	1,542	3,084	771	-	
2022	522,841	129,002	8,841	-	1,629	3,258	815	-	
2023	164,585	40,609	2,783	-	516	1,032	258	-	
2024	172,699	42,611	2,920	-	545	1,091	273	-	
2025	181,213	44,711	3,064	-	576	1,152	288	-	
2026	190,147	46,916	3,215	-	608	1,217	304	-	
2027	199,521	49,229	3,374	-	643	1,285	321	-	
2028	209,358	51,655	3,540	-	679	1,358	339	-	
2029	219,679	54,202	3,715	-	717	1,434	359	-	
2030	230,509	56,874	3,898	-	757	1,515	379	-	
2031	241,873	59,678	4,090	-	800	1,600	400	-	
2032	253,798	62,620	4,292	-	845	1,690	423	-	
2033	266,310	65,707	4,503	-	893	1,785	446	-	
2034	279,439	68,947	4,725	-	943	1,886	471	-	
2035	293,215	72,346	4,958	-	996	1,992	498	-	
2036	307,671	75,913	5,203	-	1,052	2,104	526	-	
2037	322,839	79,655	5,459	-	1,111	2,223	556	-	
2038	338,755	83,582	5,728	-	1,174	2,348	587	-	
2039	355,455	87,703	6,011	-	1,240	2,480	620	-	
2040	372,979	92,026	6,307	-	1,310	2,620	655	-	
2041	391,367	96,563	6,618	-	1,384	2,767	692	-	
2042	410,662	101,324	6,944	-	1,461	2,923	731	-	
2043	430,907	106,319	7,287	-	1,544	3,088	772	-	

**Tabel 4. 27** Hasil Forecast Jalan Singosari - Bugis *With Project*

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)							
	Gol VI		Gol I		Gol II		Gol III	Gol IV
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2020	275,575	63,145	6,205	-	730	4,745	1,460	-
2021	289,161	66,258	6,511	-	771	5,012	1,542	-
2022	303,416	69,525	6,832	-	815	5,294	1,629	-
2023	95,512	21,886	2,151	-	258	1,678	516	-
2024	100,221	22,965	2,257	-	273	1,772	545	-
2025	105,162	24,097	2,368	-	288	1,872	576	-
2026	110,347	25,285	2,485	-	304	1,977	608	-
2027	115,787	26,531	2,607	-	321	2,089	643	-
2028	121,495	27,839	2,736	-	339	2,206	679	-
2029	127,485	29,212	2,871	-	359	2,330	717	-
2030	133,770	30,652	3,012	-	379	2,462	757	-
2031	140,365	32,163	3,161	-	400	2,600	800	-
2032	147,285	33,749	3,316	-	423	2,747	845	-
2033	154,546	35,412	3,480	-	446	2,901	893	-
2034	162,165	37,158	3,651	-	471	3,065	943	-
2035	170,159	38,990	3,831	-	498	3,237	996	-
2036	178,548	40,912	4,020	-	526	3,419	1,052	-
2037	187,351	42,929	4,218	-	556	3,612	1,111	-
2038	196,587	45,046	4,426	-	587	3,815	1,174	-
2039	206,279	47,267	4,645	-	620	4,030	1,240	-
2040	216,448	49,597	4,874	-	655	4,257	1,310	-
2041	227,119	52,042	5,114	-	692	4,497	1,384	-
2042	238,316	54,608	5,366	-	731	4,750	1,461	-
2043	250,065	57,300	5,631	-	772	5,017	1,544	-

#### 4.5.2 Analisis Kinerja Jalan *With Project*

Analisis kinerja jalan *with project* ini digunakan untuk memperkirakan kapasitas jalan dan kepadatan lalu lintas setelah adanya jalan lingkar timur.

##### a) Kapasitas Jalan

Perhitungan kapasitas jalan *with project* digunakan untuk mengetahui kemampuan jalan untuk menampung arus lalu lintas puncak persatuan jam(skr/jam) pada jalan eksisting dan jalan lingkar setelah pembangunan jalan lingkar timur malang raya. Untuk kapasitas jalan eksisting, kapasitas sama dengan

perhitungan di kapasitas *without project* di sub-bab sebelumnya, berikut adalah hasil perhitungan kapasitas jalan eksisting dan jalan Lingkar Timur Seksi 1 - 3.

- Jalan Singosari - Bugis  
 $C = 2668 \text{ skr/jam}$
- Jalan Bugis – Mayjen Sungkono  
 $C = 2372 \text{ skr/jam}$
- Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun  
 $C = 2668 \text{ skr/jam}$
- Jalan Lingkar Timur Malang Raya Segmen 1- 3  
 $C_0 = 2900 \text{ skr/jam}$   
 $FC_{LJ} = 1.250$   
 $FC_{PA} = 1$   
 $FC_{HS} = 0.9$   
 $C = 2900 \times 1.250 \times 1 \times 0.9$   
 $C = 3263 \text{ skr/jam/lajur}$

#### **b) Derajat Kejenuhan *With Project***

Perhitungan derajat kejenuhan *with project* ini sama seperti perhitungan derajat kejenuhan sebelum adannya jalan lingkar timur malang raya. Perbedaannya adalah jalan yang ditinjau, pada analisis ini jalan yang ditinjau adalah jalan eksisting dan jalan Lingkar Timur Malang Raya.

Dalam perhitungan derajat kejenuhan ini dibutuhkan hasil perhitungan arus jam puncak dalam satuan (skr/jam), maka sebelum menghitung derajat kejenuhan harus diketahui dahulu arus total (skr/jam), berikut adalah hasil perhitungan arus total Q (skr/jam) *with project* yang disajikan pada tabel 4.28 hingga 4.33.

**Tabel 4. 28** Hasil Forecast Arus per arah Jalan Singosari - Bugis (arah Singosari) *With Project*

Tahun	SM	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (Skr/jam)						Total Arus	
		Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV		
		KR	KBM	BB	KBM	TB	TB		
2020	1171	321	40	0	7	22	5	0	1566
2021	1229	337	42	0	8	23	6	0	1643
2022	1289	353	44	0	8	24	6	0	1724
2023	1353	371	46	0	8	25	6	0	1810
2024	1419	389	48	0	9	27	7	0	1899
2025	1489	408	50	0	9	28	7	0	1993
2026	1563	428	53	0	10	30	8	0	2092
2027	1640	450	55	0	11	32	8	0	2195
2028	1721	472	58	0	11	33	8	0	2304
2029	1806	495	61	0	12	35	9	0	2418
2030	1895	519	64	0	12	37	9	0	2537
2031	1988	545	67	0	13	39	10	0	2663
2032	2086	572	71	0	14	42	10	0	2794
2033	2189	600	74	0	15	44	11	0	2933
2034	2297	630	78	0	16	47	12	0	3078
2035	2410	661	82	0	16	49	12	0	3230
2036	2529	693	86	0	17	52	13	0	3390
2037	2653	727	90	0	18	55	14	0	3557
2038	2784	763	94	0	19	58	14	0	3733
2039	2922	801	99	0	20	61	15	0	3918
2040	3066	840	104	0	22	65	16	0	4112
2041	3217	882	109	0	23	68	17	0	4315
2042	3375	925	114	0	24	72	18	0	4529
2043	3542	971	120	0	25	76	19	0	4753

**Tabel 4. 29** Hasil Forecast Arus per arah Jalan Singosari - Bugis (arah Bugis) *With Project*

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (Skr/jam)									Total Arus
	Gol I				Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V		
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB		
2020	680	173	31	0	4	35	11	0	933	
2021	713	182	32	0	4	37	11	0	979	
2022	748	190	34	0	4	39	12	0	1028	
2023	785	200	35	0	4	41	13	0	1079	
2024	824	210	37	0	4	44	13	0	1132	
2025	864	220	39	0	5	46	14	0	1188	
2026	907	231	41	0	5	49	15	0	1247	
2027	952	242	43	0	5	52	16	0	1309	
2028	999	254	45	0	6	54	17	0	1375	
2029	1048	267	47	0	6	57	18	0	1443	
2030	1099	280	50	0	6	61	19	0	1515	
2031	1154	294	52	0	7	64	20	0	1590	
2032	1211	308	55	0	7	68	21	0	1669	
2033	1270	323	57	0	7	72	22	0	1752	
2034	1333	339	60	0	8	76	23	0	1839	
2035	1399	356	63	0	8	80	25	0	1930	
2036	1468	374	66	0	9	84	26	0	2026	
2037	1540	392	69	0	9	89	27	0	2127	
2038	1616	411	73	0	10	94	29	0	2233	
2039	1695	432	76	0	10	99	31	0	2344	
2040	1779	453	80	0	11	105	32	0	2460	
2041	1867	475	84	0	11	111	34	0	2582	
2042	1959	499	88	0	12	117	36	0	2711	
2043	2055	523	93	0	13	124	38	0	2846	

**Tabel 4. 30** Hasil Forecast Arus per arah Jalan Bugis –  
Mayjen Sungkono (arah Bugis) *With Project*

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (Skr/jam)								Total Arus
	Gol I				Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2020	493	171	29	0	4	11	8	0	716
2021	518	179	30	0	4	11	9	0	751
2022	543	188	32	0	4	12	9	0	788
2023	570	198	33	0	4	13	10	0	827
2024	598	207	35	0	4	13	10	0	868
2025	627	218	37	0	5	14	11	0	911
2026	658	228	38	0	5	15	11	0	956
2027	691	239	40	0	5	16	12	0	1004
2028	725	251	42	0	6	17	13	0	1053
2029	761	264	44	0	6	18	13	0	1105
2030	798	277	47	0	6	19	14	0	1160
2031	837	290	49	0	7	20	15	0	1218
2032	879	305	51	0	7	21	16	0	1278
2033	922	320	54	0	7	22	17	0	1341
2034	967	335	56	0	8	23	17	0	1408
2035	1015	352	59	0	8	25	18	0	1478
2036	1065	369	62	0	9	26	19	0	1551
2037	1118	388	65	0	9	27	21	0	1628
2038	1173	407	68	0	10	29	22	0	1708
2039	1231	427	72	0	10	31	23	0	1793
2040	1291	448	75	0	11	32	24	0	1882
2041	1355	470	79	0	11	34	26	0	1975
2042	1422	493	83	0	12	36	27	0	2073
2043	1492	517	87	0	13	38	29	0	2175

**Tabel 4. 31** Hasil Forecast Arus per arah Jalan Bugis – Mayjen Sungkono (arah Mayjen Sungkono) *With Project*

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (Skr/jam)								Total Arus
	Gol I				Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2020	419	152	13	0	4	0	11	0	598
2021	439	159	13	0	4	0	11	0	627
2022	461	167	14	0	4	0	12	0	658
2023	483	176	15	0	4	0	13	0	691
2024	507	184	15	0	4	0	13	0	725
2025	532	193	16	0	5	0	14	0	761
2026	559	203	17	0	5	0	15	0	798
2027	586	213	18	0	5	0	16	0	838
2028	615	223	19	0	6	0	17	0	879
2029	645	234	19	0	6	0	18	0	923
2030	677	246	20	0	6	0	19	0	968
2031	711	258	21	0	7	0	20	0	1016
2032	746	271	22	0	7	0	21	0	1067
2033	782	284	24	0	7	0	22	0	1119
2034	821	298	25	0	8	0	23	0	1175
2035	861	313	26	0	8	0	25	0	1233
2036	904	328	27	0	9	0	26	0	1294
2037	948	344	29	0	9	0	27	0	1358
2038	995	361	30	0	10	0	29	0	1425
2039	1044	379	31	0	10	0	31	0	1496
2040	1096	398	33	0	11	0	32	0	1570
2041	1150	418	35	0	11	0	34	0	1647
2042	1206	438	36	0	12	0	36	0	1729
2043	1266	460	38	0	13	0	38	0	1814

**Tabel 4. 32** Hasil Forecast Arus per arah Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun (arah Mayjen Sungkono) *With Project*

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (Skr/jam)									Total Arus
	Gol I				Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V		
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB		
2020	582	224	25	0	5	11	11	0	859	
2021	611	235	26	0	6	11	11	0	901	
2022	641	247	28	0	6	12	12	0	946	
2023	673	259	29	0	6	13	13	0	992	
2024	706	272	31	0	7	13	13	0	1042	
2025	741	285	32	0	7	14	14	0	1093	
2026	777	299	34	0	8	15	15	0	1147	
2027	816	314	35	0	8	16	16	0	1204	
2028	856	329	37	0	8	17	17	0	1264	
2029	898	345	39	0	9	18	18	0	1326	
2030	942	362	41	0	9	19	19	0	1392	
2031	989	380	43	0	10	20	20	0	1461	
2032	1037	399	45	0	10	21	21	0	1533	
2033	1089	419	47	0	11	22	22	0	1609	
2034	1142	439	49	0	12	23	23	0	1689	
2035	1199	461	52	0	12	25	25	0	1773	
2036	1258	484	54	0	13	26	26	0	1861	
2037	1320	508	57	0	14	27	27	0	1953	
2038	1385	533	60	0	14	29	29	0	2050	
2039	1453	559	63	0	15	31	31	0	2151	
2040	1525	586	66	0	16	32	32	0	2258	
2041	1600	615	69	0	17	34	34	0	2370	
2042	1679	646	73	0	18	36	36	0	2487	
2043	1761	678	76	0	19	38	38	0	2610	

**Tabel 4. 33** Hasil Forecast Arus per arah Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun (arah Satsui Tubun) *With Project*

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (Skr/jam)									Total Arus
	Gol I				Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V		
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB		
2020	606	240	36	1	5	41	30	0	959	
2021	636	252	38	1	6	43	31	0	1006	
2022	667	264	40	1	6	45	33	0	1056	
2023	700	277	42	1	6	48	35	0	1109	
2024	734	291	44	1	7	50	37	0	1164	
2025	770	305	46	2	7	53	39	0	1222	
2026	808	320	48	2	8	56	41	0	1283	
2027	848	336	50	2	8	59	44	0	1347	
2028	890	353	53	2	8	63	46	0	1415	
2029	934	370	56	2	9	66	49	0	1485	
2030	980	388	58	2	9	70	51	0	1559	
2031	1028	407	61	2	10	74	54	0	1637	
2032	1079	428	64	2	10	78	57	0	1719	
2033	1132	449	67	2	11	83	61	0	1805	
2034	1188	471	71	2	12	87	64	0	1895	
2035	1247	494	74	2	12	92	68	0	1989	
2036	1308	518	78	3	13	97	71	0	2088	
2037	1373	544	82	3	14	103	75	0	2193	
2038	1440	571	86	3	14	109	80	0	2302	
2039	1511	599	90	3	15	115	84	0	2417	
2040	1586	628	94	3	16	121	89	0	2538	
2041	1664	659	99	3	17	128	94	0	2664	
2042	1746	692	104	3	18	135	99	0	2797	
2043	1832	726	109	4	19	143	105	0	2937	

Setelah mengetahui Arus total masing – masing jalur eksisting , selanjutnya yaitu menghitung derajat kejenuhan *with*

*project* pada jalan eksisting dan Jalan Lingkar Timur Malang Raya, cara menghitung derajat kejenuhan sama seperti pada sub-bab sebelumnya. berikut hasil perhitungan derajat kejenuhan *with project* yang ditunjukan pada tabel 4.34 hingga tabel 4.39.

**Tabel 4. 34** Derajat Kejenuhan Jalan Singosari - Bugis *With Project*

Ruas Singosari - Bugis			
Tahun	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (DS)
2023	866	2668	0.32
2024	909	2668	0.34
2025	954	2668	0.36
2026	1002	2668	0.38
2027	1051	2668	0.39
2028	1103	2668	0.41
2029	1158	2668	0.43
2030	1216	2668	0.46
2031	1276	2668	0.48
2032	1339	2668	0.50
2033	1405	2668	0.53
2034	1475	2668	0.55
2035	1548	2668	0.58
2036	1625	2668	0.61
2037	1705	2668	0.64
2038	1790	2668	0.67
2039	1879	2668	0.70
2040	1972	2668	0.74
2041	2069	2668	0.78
2042	2172	2668	0.81
2043	2280	2668	0.85

**Tabel 4. 35** Derajat Kejenuhan Jalan Bugis – Mayjen Sungkono *With Project*

<b>Ruas Bugis – Mayjen Sungkono</b>			
<b>Tahun</b>	<b>Arus (Q)</b>	<b>Kapasitas (C)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DS)</b>
2023	354	2372	0.149
2024	372	2372	0.157
2025	390	2372	0.164
2026	409	2372	0.173
2027	430	2372	0.181
2028	451	2372	0.190
2029	473	2372	0.200
2030	497	2372	0.209
2031	521	2372	0.220
2032	547	2372	0.231
2033	574	2372	0.242
2034	603	2372	0.254
2035	632	2372	0.267
2036	664	2372	0.280
2037	697	2372	0.294
2038	731	2372	0.308
2039	767	2372	0.324
2040	805	2372	0.340
2041	845	2372	0.356
2042	887	2372	0.374
2043	931	2372	0.393

**Tabel 4. 36** Derajat Kejenuhan Jalan Mayjen Sungkono –  
Satsui Tubun *With Project*

<b>Ruas Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun</b>			
<b>Tahun</b>	<b>Arus (Q)</b>	<b>Kapasitas (C)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DS)</b>
2023	490	2668	0.184
2024	515	2668	0.193
2025	540	2668	0.203
2026	567	2668	0.213
2027	595	2668	0.223
2028	625	2668	0.234
2029	656	2668	0.246
2030	689	2668	0.258
2031	723	2668	0.271
2032	759	2668	0.284
2033	797	2668	0.299
2034	836	2668	0.313
2035	878	2668	0.329
2036	921	2668	0.345
2037	967	2668	0.363
2038	1015	2668	0.381
2039	1066	2668	0.400
2040	1119	2668	0.419
2041	1175	2668	0.440
2042	1233	2668	0.462
2043	1294	2668	0.485

**Tabel 4. 37** Derajat Kejenuhan Jalan Lingkar Segmen 1 Arah Singosari - Bugis *With Project*

<b>Jalan Lingkar Segmen 1 Singosari - Bugis</b>			
<b>Tahun</b>	<b>Arus (Q)</b>	<b>Kapasitas (C)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DS)</b>
2023	2022	3263	0.619703815
2024	2122	3263	0.650403374
2025	2227	3263	0.682624762
2026	2337	3263	0.716443476
2027	2453	3263	0.75193876
2028	2575	3263	0.789193792
2029	2702	3263	0.828295882
2030	2836	3263	0.869336674
2031	2977	3263	0.912412365
2032	3124	3263	0.957623925
2033	3279	3263	1.005077345
2034	3442	3263	1.054883873
2035	3612	3263	1.107160289
2036	3791	3263	1.162029169
2037	3979	3263	1.219619179
2038	4176	3263	1.280065379
2039	4383	3263	1.343509534
2040	4600	3263	1.410100455
2041	4828	3263	1.479994345
2042	5068	3263	1.55335517
2043	5319	3263	1.630355041

**Tabel 4. 38** Derajat Kejenuhan Jalan Lingkar Segmen 2 Arah Bugis – Mayjen Sungkono *With Project*

<b>Jalan Lingkar Segmen 2 Bugis – Mayjen Sungkono</b>			
<b>Tahun</b>	<b>Arus (Q)</b>	<b>Kapasitas (C)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DS)</b>
2023	1164	3263	0.356669224
2024	1221	3263	0.374324555
2025	1282	3263	0.392854323
2026	1345	3263	0.412301862
2027	1412	3263	0.432712658
2028	1482	3263	0.454134454
2029	1555	3263	0.476617359
2030	1632	3263	0.500213967
2031	1713	3263	0.524979483
2032	1798	3263	0.550971848
2033	1887	3263	0.578251879
2034	1980	3263	0.60688341
2035	2078	3263	0.63693344
2036	2181	3263	0.668472293
2037	2289	3263	0.701573784
2038	2402	3263	0.736315387
2039	2521	3263	0.772778422
2040	2646	3263	0.811048244
2041	2777	3263	0.851214443
2042	2915	3263	0.893371055
2043	3059	3263	0.937616784

**Tabel 4. 39** Derajat Kejenuhan Jalan Lingkar Segmen 3 Arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun *With Project*

<b>Jalan Lingkar Segmen 3 arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun</b>			
<b>Tahun</b>	<b>Arus (Q)</b>	<b>Kapasitas (C)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DS)</b>
2023	1611	3263	0.493859939
2024	1691	3263	0.518406147
2025	1775	3263	0.544173682
2026	1864	3263	0.571223385
2027	1956	3263	0.599619135
2028	2054	3263	0.629427993
2029	2156	3263	0.66072037
2030	2263	3263	0.693570189
2031	2375	3263	0.728055059
2032	2493	3263	0.764256464
2033	2617	3263	0.802259956
2034	2748	3263	0.842155355
2035	2884	3263	0.884036962
2036	3028	3263	0.928003789
2037	3178	3263	0.974159789
2038	3336	3263	1.022614105
2039	3502	3263	1.073481328
2040	3676	3263	1.126881773
2041	3859	3263	1.18294176
2042	4051	3263	1.24179392
2043	4253	3263	1.303577507

#### 4.5.3 Analisis Kecepatan Tempuh

Analisis kecepatan tempuh *with project* sama seperti perhitungan pada kecepatan tempuh *without project*. Analisis kecepatan tempuh ini menggunakan grafik hubungan antara derajat

kejemuhan dan kecepatan arus bebas. Hasil dari perhitungan kecepatan tempuh *with project* untuk jalan eksisting dan jalan lingkar ditunjukan pada tabel 4.40 hingga 4.41.

**Tabel 4. 40** Kecepatan Tempuh Kendaraan With Project Jalan Singosari - Bugis

Tahun	DS	Kecepatan (km/jam)				
		KR ( $V_B = 64,80$ )	KBM ( $V_B = 60,74$ )	SM ( $V_B = 54,68$ )	BB ( $V_B = 73,90$ )	TB ( $V_B = 55,68$ )
2023	0.32	34.0	31.0	43.0	49.0	40.0
2024	0.34	33.0	31.0	43.0	49.0	39.0
2025	0.36	33.0	31.0	42.0	48.0	39.0
2026	0.38	33.0	30.0	42.0	48.0	39.0
2027	0.39	33.0	30.0	41.0	47.0	38.0
2028	0.41	32.0	30.0	41.0	46.0	38.0
2029	0.43	32.0	29.0	40.0	46.0	37.0
2030	0.46	31.0	29.0	40.0	45.0	37.0
2031	0.48	31.0	29.0	39.0	44.0	36.0
2032	0.50	31.0	28.0	38.0	43.0	36.0
2033	0.53	30.0	28.0	38.0	43.0	35.0
2034	0.55	30.0	27.0	37.0	42.0	34.0
2035	0.58	29.0	27.0	36.0	41.0	34.0
2036	0.61	29.0	27.0	36.0	40.0	33.0
2037	0.64	28.0	26.0	35.0	39.0	32.0
2038	0.67	27.0	26.0	34.0	38.0	32.0
2039	0.70	27.0	25.0	33.0	37.0	31.0
2040	0.74	26.0	24.0	32.0	36.0	30.0
2041	0.78	25.0	24.0	31.0	35.0	29.0
2042	0.81	25.0	23.0	30.0	33.0	28.0
2043	0.85	24.0	23.0	29.0	32.0	27.0

**Tabel 4. 41** Kecepatan Tempuh Jalan Lingkar Timur Segmen 1 (arah Singosari - Bugis)

Tahun	DS	Kecepatan (km/jam)				
		KR ( $V_B = 64,80$ )	KBM ( $V_B = 60,74$ )	SM ( $V_B = 54,68$ )	BB ( $V_B = 73,90$ )	TB ( $V_B = 55,68$ )
2023	0.62	44.0	42.0	38.0	50.0	39.0
2024	0.65	43.0	41.0	37.0	49.0	38.0
2025	0.68	42.0	40.0	36.0	48.0	37.0
2026	0.72	41.0	39.0	35.0	46.0	36.0
2027	0.75	40.0	38.0	34.0	45.0	35.0
2028	0.79	39.0	37.0	33.0	44.0	34.0
2029	0.83	37.0	35.0	32.0	42.0	33.0
2030	0.87	36.0	34.0	31.0	40.0	31.0
2031	0.91	34.0	32.0	29.0	38.0	30.0
2032	0.96	32.0	30.0	28.0	36.0	28.0
2033	1.01	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2034	1.05	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2035	1.11	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2036	1.16	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2037	1.22	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2038	1.28	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2039	1.34	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2040	1.41	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2041	1.48	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2042	1.55	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2043	1.63	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3

Hasil perhitungan kecepatan tempuh *with project* ruas jalan eksisting dan jalan lingkar timur yang lain terdapat pada lampiran .

#### 4.5.4 Analisis Waktu Tempuh

Analisis waktu tempuh *with project* ini sama seperti analisis waktu tempuh *without project*. Namun, kecepatan tempuh yang digunakan adalah kecepatan tempuh *with project* atau setelah adanya jalan Lingkar Timur Malang Raya. Jalan yang ditinjau adalah jalan eksisting dan jalan Lingkar Timur.

Hasil perhitungan disajikan pada tabel 4.42 hingga 4.43 sebagai berikut.

**Tabel 4. 42** Waktu Tempuh Jalan Akses Toll Singosari - Bugis With Project

No	Tahun	Panjang (km)	Kecepatan Tempuh (km/jam)					Waktu Tempuh Jalan Eksisting (menit)				
			KR	KBM	SM	BB	TB	KR	KBM	SM	BB	TB
1	2023	7	34	31	43	49	40	12.35	13.55	9.77	8.57	10.50
2	2024	7	33	31	43	49	39	12.73	13.55	9.77	8.57	10.77
3	2025	7	33	31	42	48	39	12.73	13.55	10.00	8.75	10.77
4	2026	7	33	30	42	48	39	12.73	14.00	10.00	8.75	10.77
5	2027	7	33	30	41	47	38	12.73	14.00	10.24	8.94	11.05
6	2028	7	32	30	41	46	38	13.13	14.00	10.24	9.13	11.05
7	2029	7	32	29	40	46	37	13.13	14.48	10.50	9.13	11.35
8	2030	7	31	29	40	45	37	13.55	14.48	10.50	9.33	11.35
9	2031	7	31	29	39	44	36	13.55	14.48	10.77	9.55	11.67
10	2032	7	31	28	38	43	36	13.55	15.00	11.05	9.77	11.67
11	2033	7	30	28	38	43	35	14.00	15.00	11.05	9.77	12.00
12	2034	7	30	27	37	42	34	14.00	15.56	11.35	10.00	12.35
13	2035	7	29	27	36	41	34	14.48	15.56	11.67	10.24	12.35
14	2036	7	29	27	36	40	33	14.48	15.56	11.67	10.50	12.73
15	2037	7	28	26	35	39	32	15.00	16.15	12.00	10.77	13.13
16	2038	7	27	26	34	38	32	15.56	16.15	12.35	11.05	13.13
17	2039	7	27	25	33	37	31	15.56	16.80	12.73	11.35	13.55
18	2040	7	26	24	32	36	30	16.15	17.50	13.13	11.67	14.00
19	2041	7	25	24	31	35	29	16.80	17.50	13.55	12.00	14.48
20	2042	7	25	23	30	33	28	16.80	18.26	14.00	12.73	15.00
21	2043	7	24	23	29	32	27	17.50	18.26	14.48	13.13	15.56

**Tabel 4. 43** Waktu Tempuh Kendaraan Jalan Lingkar Timur Segmen 1 (arah Singosari - Bugis)

No	Tahun	Panjang (km)	Kecepatan Tempuh (km/jam)					Waktu Tempuh Jalan Eksisting (menit)				
			KR	KBM	SM	BB	TB	KR	KBM	SM	BB	TB
1	2023	6.5	44.00	42.00	38.00	50.00	39.00	8.86	9.29	10.26	7.80	10.00
2	2024	6.5	43.00	41.00	37.00	49.00	38.00	9.07	9.51	10.54	7.96	10.26
3	2025	6.5	42.00	40.00	36.00	48.00	37.00	9.29	9.75	10.83	8.13	10.54
4	2026	6.5	41.00	39.00	35.00	46.00	36.00	9.51	10.00	11.14	8.48	10.83
5	2027	6.5	40.00	38.00	34.00	45.00	35.00	9.75	10.26	11.47	8.67	11.14
6	2028	6.5	39.00	37.00	33.00	44.00	34.00	10.00	10.54	11.82	8.86	11.47
7	2029	6.5	37.00	35.00	32.00	42.00	33.00	10.54	11.14	12.19	9.29	11.82
8	2030	6.5	36.00	34.00	31.00	40.00	31.00	10.83	11.47	12.58	9.75	12.58
9	2031	6.5	34.00	32.00	29.00	38.00	30.00	11.47	12.19	13.45	10.26	13.00
10	2032	6.5	32.00	30.00	28.00	36.00	28.00	12.19	13.00	13.93	10.83	13.93
11	2033	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
12	2034	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
13	2035	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
14	2036	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
15	2037	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
16	2038	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
17	2039	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
18	2040	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
19	2041	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
20	2042	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84
21	2043	6.5	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	13.03	13.78	15.08	11.62	14.84

Hasil perhitungan waktu tempuh ruas jalan eksisting *with project* dan jalan Lingkar Timur segmen 2 dan 3 terdapat pada lampiran.

Berdasarkan pembahasan pada sub-bab ini yaitu tentang analisis kinerja lalu lintas jalan eksisting dan Jalan Lingkar baik *without project* maupun *with project* ini dapat menjawab rumusan masalah yaitu tentang kinerja lalu lintas Jalan Eksisting maupun jalan Lingkar Timur *with project* dan *without project*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB V**

### **ANALISIS KELAYAKAN**

#### **5.1 Biaya Operasional Kendaraan**

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) adalah biaya total yang dikeluarkan untuk mengoperasikan kendaraan dari satu titik ke titik yang lain. Perhitungan BOK ini dijadikan sebagai parameter untuk tahapan analisis kelayakan ekonomi Jalan Lingkar Timur. Nilai keuntungan (*benefit*) dari BOK didapatkan dari perhitungan penghematan (*saving*) BOK, yaitu dengan cara membandingkan nilai BOK antara sebelum adanya jalan lingkar timur malang raya dimana jalan yang ditinjau adalah jalan eksisting, dengan BOK setelah adanya Jalan lingkar timur malang raya yang ditinjau yaitu jalan eksisting setelah adanya jalan lingkar timur malang raya

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, perhitungan BOK dengan menggunakan metode Jasa Marga. Dalam metode yang dipakai ini terdapat komponen BOK yang dibagi menjadi menjadi beberapa kategori, yaitu : Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM), konsumsi ban, biaya pemeliharaan, depresiasi , asuransi , dan bunga modal. Sedangkan parameter yang berpengaruh terhadap perhitungan biaya operasional kendaraan adalah harga dari tiap - tiap komponen berbagai jenis kendaraan sesuai dengan golongan kendaraan.

Berikut ini adalah asumsi harga yang digunakan dalam perhitungan biaya operasional kendaraan pada tiap jenis golongan kendaraan beserta harga satuan seperti pada tabel 5.1 hingga tabel 5.8.

**Tabel 5. 1** Harga Komponen Kendaraan Golongan 1 (KR)

Golongan	Komponen	Merk	Harga	Satuan
I (KR) Mobil Penumpang	Kendaraan	New Avanza 1.3 E STD M/T	Rp202.033.000	Rp/kendaraan
	Bahan Bakar	Pertalite	Rp 7.650	Rp/Liter
	Minyak Pelumas	Toyota Motor Oil 10W-40 API	Rp 64.000	Rp/Liter
	Ban	Bridgestone B-250 185/70 R14	Rp 616.165	Rp/Ban
	Biaya Pemeliharaan	Upah Mekanik	Rp 15.000	Rp/jam

**Tabel 5. 2** Harga Komponen Kendaraan Golongan I (KBM)

Golongan	Komponen	Merk	Harga	Satuan
I (KBM) Minibus	Kendaraan	Isuzu ELF NLR 55 B	Rp 246.700.000	Rp/kendaraan
	Bahan Bakar	Bio Solar	Rp 9.600	Rp/Liter
	Minyak Pelumas	Oil Manual Elf NFJ	Rp 70.000	Rp/Liter
	Ban	Bridgestone D689 235 75 15 Isuzu Elf	Rp 900.000	Rp/Ban
	Biaya Pemeliharaan	Upah Mekanik	Rp 15.000	Rp/jam

**Tabel 5. 3** Harga Komponen Kendaraan Golongan I (BB)

Golongan	Komponen	Merk	Harga	Satuan
I (BB) Bus Besar	Kendaraan	Hino A215	Rp 561.000.000	Rp/kendaraan
	Bahan Bakar	Bio Solar	Rp 9.600	Rp/Liter
	Minyak Pelumas	Oil Manual Elf NFJ	Rp 70.000	Rp/Liter
	Ban	Bridgestone 9.00 - 20 14 PR EMSA	Rp 2.640.000	Rp/Ban
	Biaya Pemeliharaan	Upah Mekanik	Rp 15.000	Rp/jam

**Tabel 5. 4** Harga Komponen Kendaraan Golongan II (TB)

Golongan	Komponen	Merk	Harga	Satuan
II (TB) Truk 2 Gandar	Kendaraan	Hino Dutro 130 HD	Rp 274.400.000	Rp/kendaraan
	Bahan Bakar	Bio Solar	Rp 9.600	Rp/Liter
	Minyak Pelumas	Oil Manual Elf NFJ	Rp 70.000	Rp/Liter
	Ban	Bridgestone 9.00 - 20 14 PR EMSA	Rp 2.640.000	Rp/Ban
	Biaya Pemeliharaan	Upah Mekanik	Rp 15.000	Rp/jam

**Tabel 5. 5** Harga Komponen Kendaraan Golongan III (TB)

Golongan	Komponen	Merk	Harga	Satuan
III (TB) Truk 3 Gandar	Kendaraan	Hino Ranger FL 235 JN New	Rp 660.000.000	Rp/kendaraan
	Bahan Bakar	Bio Solar	Rp 9.600	Rp/Liter
	Minyak Pelumas	Oil Manual Elf NFJ	Rp 70.000	Rp/Liter
	Ban	Dunlop PLM 10.00 - 20 16PR Ban Truk	Rp 5.078.400	Rp/Ban
	Biaya Pemeliharaan	Upah Mekanik	Rp 15.000	Rp/jam

**Tabel 5. 6** Harga Komponen Kendaraan Golongan IV (TB)

Golongan	Komponen	Merk	Harga	Satuan
IV (TB) Truk 4 Gandar	Kendaraan	Hino Ranger SG 260J TH	Rp 689.000.000	Rp/kendaraan
	Bahan Bakar	Bio Solar	Rp 9.600	Rp/Liter
	Minyak Pelumas	Oil Manual Elf NFJ	Rp 70.000	Rp/Liter
	Ban	Dunlop PLM 10.00 - 20 16PR Ban Truk	Rp 5.078.400	Rp/Ban
	Biaya Pemeliharaan	Upah Mekanik	Rp 15.000	Rp/jam

**Tabel 5. 7** Harga Komponen Kendaraan Golongan V (TB)

Golongan	Komponen	Merk	Harga	Satuan
V (TB) Truk 5 Gandar	Kendaraan	Hino Ranger FM 285 T/H	Rp 910.000.000	Rp/kendaraan
	Bahan Bakar	Bio Solar	Rp 9.600	Rp/Liter
	Minyak Pelumas	Oil Manual Elf NFJ	Rp 70.000	Rp/Liter
	Ban	Dunlop PLM 10.00 - 20 16PR Ban Truk	Rp 5.078.400	Rp/Ban

**Tabel 5. 8** Harga Komponen Kendaraan Golongan VI (SM)

Golongan	Komponen	Merk	Harga	Satuan
VI (SM) Sepeda Motor	Kendaraan	Honda Supra X125	Rp 910.000.000	Rp/kendaraan
	Bahan Bakar	Pertalite	Rp 9.600	Rp/Liter
	Minyak Pelumas	Shell Advance	Rp 42.000	Rp/Liter
	Ban	70/90 – 17M/C 38P	Rp 119.000	Rp/Ban

### 5.1.1 Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan

Besarnya nilai Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dihitung per 1000 km dari berbagai golongan dan kecepatan dengan memasukan harga dari masing-masing komponen dari tiap jenis kendaraan pada rumus perhitungan BOK. Berikut ini merupakan contoh perhitungan biaya operasional kendaraan pada Jalan Eksisting Ruas Satsui Tubun – Mayjen Sungkono sebelum adanya Jalan Lingkar pada tahun 2023.

#### a. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi BBM = Konsumsi BBM dasar x  $[1 + (kk + kl + kr)] \times$  harga BBM

Asumsi bahwa :

- Faktor Koreksi kelandaian positif (Kk) = 0,40
- Faktor Koreksi lalu lintas (kl) = 0,253
- Faktor Koreksi kerataan (kr) = 0,035

#### Konsumsi BBM Dasar :

- Gol I =  $0,0284 * V^2 - 3,0644V + 141,68$   
 $= 0,0284 * (38)^2 - 3,0644 * (38) + 141,68$   
 $= 113,876 \text{ lt/1000km}$
- Gol II a =  $2,26533 \times \text{konsumsi BBM dasar gol I}$   
 $= 2,26533 \times 66,2424$   
 $= 256,966719$
- Gol II b =  $2,90805 \times \text{konsumsi BBM dasar gol.I}$   
 $= 2,90805 \times 66,2424$   
 $= 192,6362113 \text{ lt/1000 km}$   
 Konsumsi BBM (Rp/1000km)
- Gol I (KR)  
 $= 66,2424 \times (1 + 0,4 + 0,253 + 0,035) \times \text{Rp } 7650$   
 $= \text{Rp } 1.242.928 /1000\text{km}$
- Gol I (KBM)  
 $= 66,2424 \times (1 + 0,4 + 0,253 + 0,035) \times \text{Rp } 9.600$   
 $= \text{Rp } 1.328.529 /1000\text{km}$

- Gol I (BB)  
 $= 66,2424 \times (1+0,4+0,253+0,035) \times \text{Rp } 9.600$   
 $= \text{Rp } 870.895 / 1000\text{km}$
- Gol II  
 $= 150,060896 \times (1+0,4+0,253+0,035) \times \text{Rp } 9.600$   
 $= \text{Rp } 1.328.529 / 1000\text{km}$
- Gol III  
 $= 192,6362113 \times (1+0,4+0,253+0,035) \times \text{Rp } 9.600$   
 $= \text{Rp } 1.328.529 / 1000\text{km}$
- Gol IV  
 $= 192,6362113 \times (1+0,4+0,253+0,035) \times \text{Rp } 9.600$   
 $= \text{Rp } 1.705.459 / 1000\text{km}$
- Gol V  
 $= 192,6362113 \times (1+0,4+0,253+0,035) \times \text{Rp } 9.600$   
 $= \text{Rp } 3.121.707 / 1000\text{km}$

b. Konsumsi Minyak Pelumas

**Konsumsi Minyak Pelumas**

**= Konsumsi Pelumas Dasar x Faktor Koreksi x Harga Pelumas**

Faktor koreksi = 1,5

Konsumsi Pelumas Dasar

- Gol I  $0,0028 \text{ liter/km} \times 1000 \text{ km}$   
 $= 2,8 \text{ liter}/1000\text{km}$
- Gol II a  $= 0,0055 \text{ liter/km} \times 1000 \text{ km}$   
 $= 5,5 \text{ liter}/1000 \text{ km}$
- Gol II b  $= 0,0044 \text{ liter/km} \times 1000 \text{ km}$   
 $= 4,4 \text{ liter/km}$

Konsumsi Pelumas (Rp/1000km)

- Gol I (KR)  
 $= 2,8 \times 1,5 \times \text{Rp } 64.000$   
 $= \text{Rp } 268.800/1000\text{km}$
- Gol I (KBM)  
 $= 2,8 \times 1,5 \times \text{Rp } 70.000$   
 $= \text{Rp } 294.000$

- Gol I (BB)  
 $= 2,8 \times 1,5 \times \text{Rp}70.000$   
 $= \text{Rp}294.000$
- Gol II  
 $= 5,5 \times 1,5 \times \text{Rp}70.000$   
 $= \text{Rp}420.000$
- Gol III  
 $= 4,4 \times 1,5 \times \text{Rp}70.000$   
 $= \text{Rp}462.000$
- Gol IV  
 $= 4,4 \times 1,5 \times \text{Rp}70.000$   
 $= \text{Rp}462.000$
- Gol V  
 $= 4,4 \times 1,5 \times \text{Rp}70.000$   
 $= \text{Rp}343.000$

c. Konsumsi Ban

$$\text{Konsumsi Ban} \left( \frac{\text{Rp}}{1000\text{km}} \right)$$

= Konsumsi Ban per 1000 km x Jumlah Ban x Harga Ban

- Gol I (KR)  
 $= 0,0290891 \times 4 \times \text{Rp}616.165$   
 $= \text{Rp}71.695 /1000 \text{ km}$
- Gol I (KBM)  
 $= 0,0290891 \times 4 \times \text{Rp}900.000$   
 $= \text{Rp}104721 /1000\text{km}$
- Gol I (BB)  
 $= 0,0290891 \times 6 \times \text{Rp}2.640.000$   
 $= \text{Rp}460.771 /1000\text{km}$
- Gol II  
 $= 0,05316807 \times 6 \times \text{Rp}2.640.000$   
 $= \text{Rp}641.300 /1000\text{km}$
- Gol III  
 $= 0,05316807 \times 10 \times \text{Rp}5.078.400$

- = Rp2.700.087 /1000km
- Gol IV  
 $= 0,05316807 \times 14 \times \text{Rp}5.078.400$   
 $= \text{Rp}3.780.122 /1000km$
- Gol V  
 $= 0,05316807 \times 18 \times \text{Rp}5.078.400$   
 $= \text{Rp}4.860.157 /1000km$

d. Konsumsi Pemeliharaan (Suku Cadang)

- Gol I =  $0,0000064V + 0,0005567$   
 $= 0,0000064 \times (38) + 0,0005567$   
 $= 0,0007999$
- Gol II a=  $0,0000332V + 0,0020891$   
 $= 0,0000332 \times (38) + 0,0020891$   
 $= 0,0033507$
- Gol II b =  $0,0000191V + 0,00154$   
 $= 0,0000191 \times (38) + 0,00154$   
 $= 0,0022658$

### Konsumsi Pemeliharaan

= Pemeliharaan Suku Cadang per 1000km x harga kendaraan

- Gol I (KR)  
 $= 0,0007999 \times \text{Rp}202.033.000$   
 $= \text{Rp}161.606 /1000km$
- Gol I (KBM)  
 $= 0,0007999 \times \text{Rp}246.700.000$   
 $= \text{Rp}197.335 /1000km$
- Gol I (BB)  
 $= 0,0007999 \times \text{Rp}561.000.000$   
 $= \text{Rp}448.744 /1000km$
- Gol II  
 $= 0,0033507 \times \text{Rp}274.400.000$   
 $= \text{Rp}919.432 /1000km$
- Gol III

$$\begin{aligned}
 &= 0,0022658 \times \text{Rp}660.000.000 \\
 &= \text{Rp}1.495.428 /1000\text{km}
 \end{aligned}$$

- Gol IV  

$$\begin{aligned}
 &= 0,0022658 \times \text{Rp}689.000.000 \\
 &= \text{Rp}1.561.136 /1000\text{km}
 \end{aligned}$$
- Gol V  

$$\begin{aligned}
 &= 0,0022658 \times \text{Rp}910.000.000 \\
 &= \text{Rp}2.061.878 /1000\text{km}
 \end{aligned}$$

e. Konsumsi Pemeliharaan (Jam kerja mekanik)

- Gol I =  $0,00362V + 0,36267$   

$$\begin{aligned}
 &= 0,00362 \times (38) + 0,36267 \\
 &= 0,50023
 \end{aligned}$$
- Gol II a =  $0,02311V + 1,97733$   

$$\begin{aligned}
 &= 0,02311*(38) + 1,97733 \\
 &= 2,85551
 \end{aligned}$$
- Gol II b =  $0,01511V + 1,212$   

$$\begin{aligned}
 &= 0,01511*(38)+1,212 \\
 &= 1,78618
 \end{aligned}$$

Konsumsi Pemeliharaan jam mekanik

= Jam Montir per 1000km x Upah kerja per jam

- Gol I (KR)  

$$\begin{aligned}
 &= 0,50023 \times \text{Rp}15.000 \\
 &= 7.503 /1000\text{km}
 \end{aligned}$$
- Gol I (KBM)  

$$\begin{aligned}
 &= 0,50023 \times \text{Rp}15.000 \\
 &= 7.503 /1000\text{km}
 \end{aligned}$$
- Gol I (BB)  

$$\begin{aligned}
 &= 0,50023 \times \text{Rp}15.000 \\
 &= 7.503 /1000\text{km}
 \end{aligned}$$
- Gol II  

$$\begin{aligned}
 &= 2,85551 \times \text{Rp}15.000 \\
 &= \text{Rp}33.126/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

- Gol III  
 $= 1,78618 \times Rp15.000$   
 $= Rp33.126 /1000km$
- Gol IV  
 $= 1,78618 \times Rp15.000$   
 $= Rp20.447 /1000km$
- Gol V  
 $= 1,78618 \times Rp15.000$   
 $= Rp20.447 /1000km$

f. Depresiasi

- Gol I =  $1/(2,5*V + 125)$   
 $= 1/(2,5*(38) + 125)$   
 $= 0,004545455$
- Gol II a =  $1/(9,0 * V + 450)$   
 $= 1/(9,0*(38) + 450)$   
 $= 0,001262626$
- Gol II b =  $1/(6,0*V + 300)$   
 $= 1/(6,0*(38)+300)$   
 $= 0,001893939$

Depresiasi (Rp/1000km)

Depresiasi

$$= \text{Depresiasi per } 1000\text{km} \times \frac{1}{2} \text{ nilai kendaraan}$$

- Gol I (KR)  
 $= 0,004545455 \times 0,5 \times Rp202.033.000$   
 $= Rp459.166 /1000km$
- Gol I (KBM)  
 $= 0,004545455 \times 0,5 \times Rp246.700.000$   
 $= Rp560.682 /1000km$
- Gol I (BB)  
 $= 0,004545455 \times 0,5 \times Rp561.000.000$   
 $= Rp1.275.000 /1000km$
- Gol II  
 $= 0,001262626 \times 0,5 \times Rp274.400.000$

- = Rp173.232 /1000km
- Gol III  
 $= 0,001893939 \times 0,5 \times \text{Rp}660.000.000$   
 $= \text{Rp}625.000 /1000km$
- Gol IV  
 $= 0,001893939 \times 0,5 \times \text{Rp}689.000.000$   
 $= \text{Rp}652.462 /1000km$
- Gol V  
 $= 0,001893939 \times 0,5 \times \text{Rp}910.000.000$   
 $= \text{Rp}861.742 /1000km$

g. Bunga Modal

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{INT} = 0,22\% \times \text{Harga kendaraan Baru}$$

- Gol I (KR)  
 $= 0,22\% \times \text{Rp } 202.033.000$   
 $= \text{Rp}444.472 /1000km$
- Gol I (KBM)  
 $= 0,22\% \times \text{Rp}246.700.000$   
 $= \text{Rp}542.740 /1000km$
- Gol I (BB)  
 $= 0,22\% \times \text{Rp}561.000.000$   
 $= \text{Rp}1.234.200 /1000km$
- Gol II  
 $= 0,22\% \times \text{Rp}274.400.000$   
 $= \text{Rp}603.680 /1000km$
- Gol III  
 $= 0,22\% \times \text{Rp}660.000.000$   
 $= \text{Rp}1.452.000 /1000km$
- Gol IV  
 $= 0,22\% \times \text{Rp}689.000.000$   
 $= \text{Rp}1.515.800 /1000km$
- Gol V  
 $= 0,22\% \times \text{Rp}910.000.000$   
 $= \text{Rp}2.002.000 /1000km$

h. Asuransi

- $Gol\ I = 38/(500V)$   
 $= 38/ (500*(38))$   
 $= 0,002$
- $Gol\ II\ a = 60/ (2571,42857V)$   
 $= 60/ (2571,42857*(38))$   
 $= 0,000614035$
- $Gol\ II\ b = 61/ (1714,28571V)$   
 $= 61/ (1714,28571*(38))$   
 $= 0,000936404$

Asuransi (Rp/1000km)

$$\text{Asuransi} \left( \frac{\text{Rp}}{1000\text{km}} \right)$$

= Asuransi per 1000km x Harga Kendaraan

- Gol I (KR)  
 $= 0,002 \times \text{Rp}202.033.000$   
 $= \text{Rp}404.066 /1000\text{km}$
- Gol I (KBM)  
 $= 0,002 \times \text{Rp}246.700.000$   
 $= \text{Rp}493.400 /1000\text{km}$
- Gol I (BB)  
 $= 0,002 \times \text{Rp}561.000.000$   
 $= \text{Rp}1.122.000 /1000\text{km}$
- Gol II  
 $= 0,000614035 \times \text{Rp}274.000.000$   
 $= \text{Rp}168.491 /1000\text{km}$
- Gol III  
 $= 0,000936404 \times \text{Rp}660.000.000$   
 $= \text{Rp}618.026 /1000\text{km}$
- Gol IV  
 $= 0,000936404 \times \text{Rp}689.000.000$   
 $= \text{Rp}645.182 /1000\text{km}$
- Gol V  
 $= 0,000936404 \times \text{Rp}910.000.000$

$$= \text{Rp}825.127 /1000\text{km}$$

$$\begin{aligned}\text{Total BOK} &= \text{Konsumsi BBM} + \text{Konsumsi Pelumas} \\ &\quad + \text{pemakaian ban} + \text{pemeliharaan} \\ &\quad + \text{depresiasi} + \text{bunga modal} \\ &\quad + \text{biaya asuransi}\end{aligned}$$

Total BOK Gol I (KR)

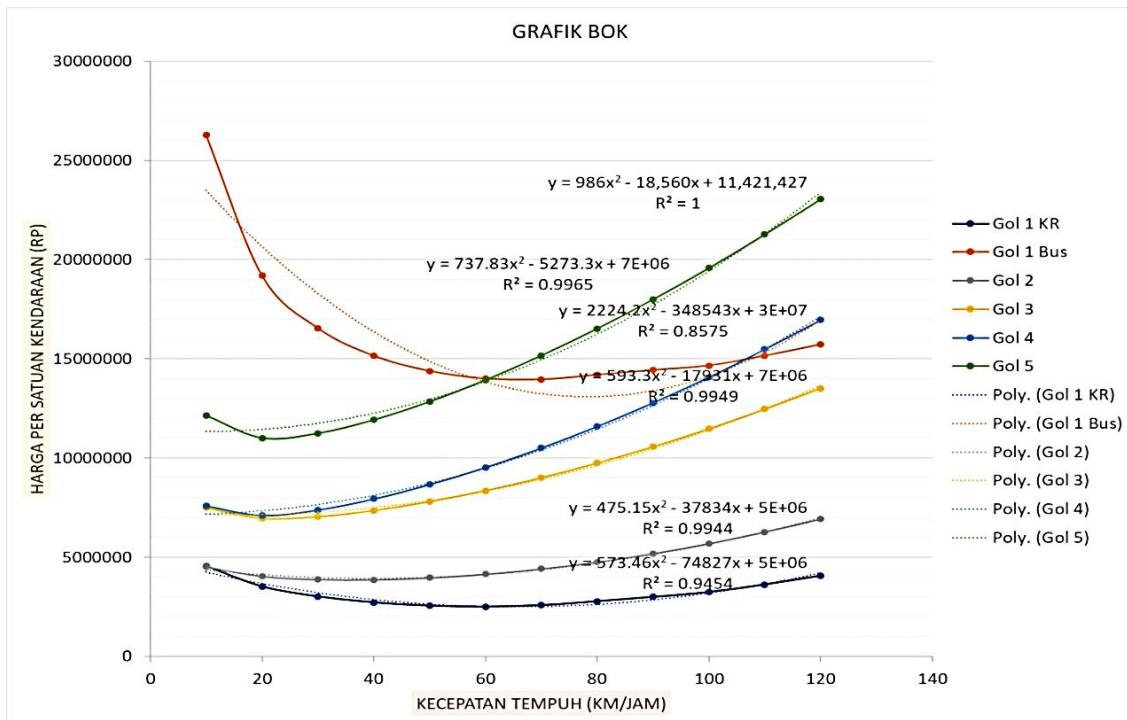
$$\begin{aligned}&= \text{Rp}855.401 + \text{Rp}268.800 + \text{Rp}71.695 \\ &\quad + \text{Rp}161.606 + \text{Rp}7.503 + \text{Rp}459.166 \\ &\quad + \text{Rp}444.472,60 + \text{Rp}404.066\end{aligned}$$

$$\text{Total BOK Gol I (KR)} = \text{Rp}4.556.987 /1000\text{km}$$

Dari contoh perhitungan BOK diatas , didapatkan total BOK untuk kendaraan golongan I (KR) adalah sebesar Rp4.556.987 . Dengan cara perhitungan yang sama, didapatkan total BOK untuk jenis golongan kendaraan yang lain dengan variasi kecepatan seperti tabel 5.9 kemudian dari total nilai BOK tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara biaya operasional kendaraan dan kecepatan tempuh kendaraan masing-masing golongan seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.9 .

**Tabel 5. 9 Total Biaya Operasional Kendaraan per Golongan Kendaraan**

Kecepatan km/jam	BOK TOTAL (Rp/1000 km/kend)					
	Gol I (KR)	Gol I (BB)	Gol II (KBM)	Gol III (TB)	Gol IV (TB)	Gol V (TB)
10	Rp4,556,987.06	Rp26,280,142.24	Rp4,518,327.68	Rp7,490,074.39	Rp7,593,370.73	Rp12,140,145.94
20	Rp3,526,851.97	Rp19,195,462.90	Rp4,037,748.90	Rp6,961,749.39	Rp7,110,216.89	Rp11,004,578.26
30	Rp3,023,582.66	Rp16,544,390.39	Rp3,878,934.23	Rp7,046,282.40	Rp7,386,737.62	Rp11,241,427.98
40	Rp2,718,505.80	Rp15,148,344.41	Rp3,867,208.18	Rp7,355,624.06	Rp7,940,861.12	Rp11,919,314.64
50	Rp2,555,453.38	Rp14,380,288.76	Rp3,960,532.14	Rp7,803,478.07	Rp8,666,850.03	Rp12,839,359.62
60	Rp2,507,323.96	Rp13,999,132.53	Rp4,144,209.79	Rp8,359,676.08	Rp9,527,766.26	Rp13,932,087.09
70	Rp2,582,813.22	Rp13,954,858.29	Rp4,411,601.04	Rp9,010,587.32	Rp10,506,933.09	Rp15,166,130.21
80	Rp2,775,397.81	Rp14,189,435.08	Rp4,759,201.80	Rp9,749,018.73	Rp11,595,556.51	Rp16,524,948.60
90	Rp2,997,241.52	Rp14,430,976.45	Rp5,184,960.24	Rp10,570,758.31	Rp12,788,490.64	Rp17,998,863.49
100	Rp3,245,915.34	Rp14,657,874.36	Rp5,687,582.17	Rp11,473,149.36	Rp14,082,491.73	Rp19,581,773.80
110	Rp3,624,793.99	Rp15,152,870.60	Rp6,273,204.59	Rp12,461,420.32	Rp15,482,397.94	Rp21,276,613.37
120	Rp4,069,742.51	Rp15,727,548.48	Rp6,920,226.65	Rp13,513,337.78	Rp16,958,704.87	Rp23,052,552.64



**Gambar 5. 1 Grafik Hubungan Kecepatan dan Biaya Operasional Kendaraan**

Berdasarkan grafik BOK dan persamaan diatas, dapat digunakan untuk menghitung BOK per golongan untuk setiap tahunnya pada ruas jalan eksisting dan jalan lingkar setiap tahunnya pada ruas jalan eksisting sebelum adanya jalan lingkar maupun setelah adanya jalan lingkar sesuai kecepatan tempuh pada ruas jalan tersebut. Berikut ini adalah contoh perhitungan BOK Gol I (KR) pada jalan eksisting Satsui Tubun – Mayjen Sungkono pada tahun 2020 ketika kondisi sebelum adanya jalan lingkar timur malang raya.

$$\text{Kecepatan} = 38 \text{ km/jam}$$

$$\text{Panjang jalan} = 8,05 \text{ km}$$

$$\text{Volume Kendaraan} = 932.106 \text{ kend/tahun}$$

$$\begin{aligned}\text{BOK} &= 685,21 x^2 - 86628 x + 5E + 06 \\ &= 685,21 x (28,5)^2 - 86628 x (28,5) + 5E + 06 \\ &= \text{Rp}3.089.406,823 /1000\text{km/kend}\end{aligned}$$

### **5.1.2 Perhitungan BOK Akibat adanya Sepeda Motor**

Pada Metode Jasa Marga tidak terdapat perhitungan BOK untuk sepeda motor, sehingga pada tugas akhir ini metode perhitungan BOK sepeda motor menggunakan Metode *N.D. Lea Consultant* yaitu biaya operasi kendaraan untuk sepeda motor dijadikan sebagai biaya tambahan terhadap keadaan *auto*. Keadaan *auto* yang dimaksud adalah mobil penumpang, pickup, microbus dan kendaraan pengirim. Sehingga BOK untuk sepeda motor akan dijadikan biaya tambahan terhadap kendaraan golongan I (KR) dan golongan I (KBM).

Metode perhitungan BOK mengikuti asumsi bahwa biaya operasi satu unit sepeda motor berkisar 18% dari biaya *auto*. Sehingga perlu dihitung faktor penyesuaian kendaraan sepeda motor terhadap kendaraan *auto* (mobil penumpang, pickup, kendaraan pengirim, microbus) dengan cara membandingkan

volume antara volume sepeda motor dengan volume kendaraan golongan I.

Berikut adalah contoh perhitungan perbandingan antara sepeda motor dan kendaraan golongan I pada ruas Jalan Nasional Satsui Tubun – Mayjen Sungkono sebelum adanya jalan lingkar tahun 2020.

Volume Sepeda Motor	= 866.992 kend/tahun
Volume Kendaraan Auto	= 224.760 kend/tahun
Perbandingan MC dengan auto	= $\frac{23.069.954}{1.948.085} = 3,8574$
Faktor penyesuaian	= $0,18 * 3,8574$
	= 0,694

Dari perhitungan diatas didapatkan faktor penyesuaian sebagai biaya tambahan pada kendaraan golongan I akibat adanya sepeda motor pada ruas jalan Nasional Satsui Tubun – Mayjen Sungkono sebelum adanya jalan lingkar timur Malang Raya. Dengan cara yang sama digunakan untuk menghitung faktor penyesuaian pada ruas jalan lain dengan volume kendaraan sesuai dengan masing-masing ruas. Dan berikut adalah hasil perhitungan faktor penyesuaian sepeda motor dengan kendaraan golongan I :

- Jalan Singosari - Bugis = 0,6943
- Jalan Bugis – Mayjen Sungkono = 0,5269
- Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun = 0,4771

Dengan faktor penyesuaian tersebut kemudian dihitung harga BOK pada golongan I akibat adanya sepeda motor. Berikut ini adalah contoh perhitungan BOK gol I (KR) akibat adanya sepeda motor pada jalan Nasional Satsui Tubun – Mayjen Sungkono arah Satsui Tubun – Mayjen Sungkono sebelum adanya Jalan Lingkar.

$$\begin{aligned}
 \text{BOK} &= \text{BOK gol I} + (\text{Faktor} \times \text{BOK Gol I}) \\
 &= \text{Rp}3.089.406 + (2,13 \times \text{Rp}3.089.406) \\
 &= \text{Rp}9.669.840/1000 \text{ km/kend}
 \end{aligned}$$

### 5.1.3 Perhitungan BOK Sebelum adanya jalan lingkar

Berdasarkan perhitungan biaya operasional diatas didapatkan rekapitulasi biaya operasional kendaraan pada kondisi sebelum adannya jalan lingkar timur untuk masing-masing golongan pada saat kondisi sebelum adanya jalan lingkar. Hasil nilai BOK tersebut disajikan pada tabel 5.10 hingga tabel 5.11

**Tabel 5. 10 BOK without project Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun (Rp/1000km/kend)**

Tahun	Ruas Satsui Tubun – Mayjen Sungkono						
	BOK (Rp / 1000 km / kend)			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2023	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2024	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2025	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2026	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2027	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2028	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2029	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2030	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2031	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2032	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2033	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2034	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2035	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2036	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2037	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2038	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2039	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2040	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2041	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2042	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342
2043	Rp3,737,302	Rp7,155,635	Rp6,961,120	Rp7,155,635	Rp4,380,729	Rp23,153,269	Rp11,507,342

Berdasarkan nilai BOK per kendaraan pada tabel 5.10 diatas, dapat dihitung nilai BOK per tahun sebelum adanya jalan lingkar dengan mengalikan nilai BOK dengan panjang jalan dan volume kendaraan per tahun sebelum adanya jalan lingkar untuk ruas jalan Singosari - Bugis. Berikut adalah contoh perhitungan BOK pertahun sebelum jalan lingkar untuk ruas jalan Singosari - Bugis pada tahun 2020 untuk jenis kendaraan golongan I (KR). Hasil perhitungan total BOK sebelum adanya jalan lingkar ditunjukkan pada tabel 5.10 kemudian nilai BOK per tahun tersebut dijumlahkan untuk masing – masing ruas dan didapatkan nilai total BOK sebelum adanya jalan lingkar seperti pada tabel 5.11

$$\begin{aligned}\text{BOK pertahun} &= \text{BOK} \times \text{Jumlah kendaraan} \times \text{panjang jalan} \\ &= \text{Rp}3.737.302 \times 1.533.384 \times 7 \text{ km}/1000\text{km} \\ &= \text{Rp}5.449.731.492\end{aligned}$$

**Tabel 5. 11 Total BOK Jalan Singosari - Bugis Without Project**

Tahun	Ruas Singosari - Bugis							Total BOK
	Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	Rp5,449,731,492	Rp823,763,788	Rp0	Rp129,286,197	Rp277,024,629	Rp418,327,406	Rp0	Rp7,098,133,512
2024	Rp5,718,403,254	Rp864,375,343	Rp0	Rp136,565,010	Rp292,621,116	Rp441,879,239	Rp0	Rp7,453,843,962
2025	Rp6,000,320,535	Rp906,989,047	Rp0	Rp144,253,620	Rp309,095,685	Rp466,757,041	Rp0	Rp7,827,415,927
2026	Rp6,296,136,337	Rp951,703,607	Rp0	Rp152,375,099	Rp326,497,772	Rp493,035,462	Rp0	Rp8,219,748,277
2027	Rp6,606,533,859	Rp998,622,595	Rp0	Rp160,953,817	Rp344,879,596	Rp520,793,358	Rp0	Rp8,631,785,225
2028	Rp6,932,238,076	Rp1,047,854,689	Rp0	Rp170,015,517	Rp364,296,317	Rp550,114,024	Rp0	Rp9,064,518,624
2029	Rp7,273,997,414	Rp1,099,513,925	Rp0	Rp179,587,390	Rp384,806,200	Rp581,085,444	Rp0	Rp9,518,990,373
2030	Rp7,632,605,486	Rp1,153,719,962	Rp0	Rp189,698,160	Rp406,470,789	Rp613,800,555	Rp0	Rp9,996,294,952
2031	Rp8,008,892,937	Rp1,210,598,356	Rp0	Rp200,378,167	Rp429,355,095	Rp648,357,526	Rp0	Rp10,497,582,079
2032	Rp8,403,731,358	Rp1,270,280,855	Rp0	Rp211,659,458	Rp453,527,786	Rp684,860,054	Rp0	Rp11,024,059,511
2033	Rp8,818,035,314	Rp1,332,905,701	Rp0	Rp223,575,885	Rp479,061,401	Rp723,417,676	Rp0	Rp11,576,995,976
2034	Rp9,252,764,455	Rp1,398,617,952	Rp0	Rp236,163,207	Rp506,032,558	Rp764,146,091	Rp0	Rp12,157,724,263
2035	Rp9,708,925,743	Rp1,467,569,817	Rp0	Rp249,459,196	Rp534,522,191	Rp807,167,516	Rp0	Rp12,767,644,462
2036	Rp10,187,575,782	Rp1,539,921,009	Rp0	Rp263,503,749	Rp564,615,790	Rp852,611,047	Rp0	Rp13,408,227,376
2037	Rp10,689,823,268	Rp1,615,839,114	Rp0	Rp278,339,010	Rp596,403,659	Rp900,613,049	Rp0	Rp14,081,018,100
2038	Rp11,216,831,555	Rp1,695,499,983	Rp0	Rp294,009,496	Rp629,981,185	Rp951,317,563	Rp0	Rp14,787,639,782
2039	Rp11,769,821,351	Rp1,779,088,132	Rp0	Rp310,562,231	Rp665,449,126	Rp1,004,876,742	Rp0	Rp15,529,797,581
2040	Rp12,350,073,543	Rp1,866,797,177	Rp0	Rp328,046,884	Rp702,913,911	Rp1,061,451,303	Rp0	Rp16,309,282,819
2041	Rp12,958,932,169	Rp1,958,830,278	Rp0	Rp346,515,924	Rp742,487,965	Rp1,121,211,011	Rp0	Rp17,127,977,346
2042	Rp13,597,807,525	Rp2,055,400,610	Rp0	Rp366,024,770	Rp784,290,037	Rp1,184,335,191	Rp0	Rp17,987,858,134
2043	Rp14,268,179,436	Rp2,156,731,860	Rp0	Rp386,631,965	Rp828,445,566	Rp1,251,013,262	Rp0	Rp18,891,002,090

Hasil perhitungan Total BOK Ruas Jalan eksisting yang lain terdapat pada lampiran. Hasil total Biaya Operasional Kendaraan *without project* disajikan pada tabel 5.12 sebagai berikut.

**Tabel 5. 12** Total BOK Without Project

Tahun	TOTAL BOK WITHOUT PROJECT							Total BOK
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	Rp14,108,529,034	Rp2,161,669,608	Rp22,678,046	Rp368,728,208	Rp600,202,872	Rp1,969,042,312	Rp0	Rp19,230,850,079
2024	Rp14,851,097,299	Rp2,262,375,313	Rp23,722,696	Rp388,431,354	Rp634,808,817	Rp2,096,425,565	Rp0	Rp20,256,861,044
2025	Rp15,710,405,259	Rp2,370,559,682	Rp24,819,417	Rp409,688,745	Rp671,488,667	Rp2,232,267,921	Rp0	Rp21,419,229,692
2026	Rp16,651,394,754	Rp2,481,468,365	Rp25,903,400	Rp431,666,666	Rp710,219,691	Rp2,371,276,578	Rp0	Rp22,671,929,454
2027	Rp17,619,945,192	Rp2,600,505,347	Rp27,114,105	Rp455,359,511	Rp752,541,801	Rp2,539,950,982	Rp0	Rp23,995,416,938
2028	Rp18,655,636,605	Rp2,721,236,248	Rp28,012,547	Rp479,612,688	Rp802,970,084	Rp2,779,202,266	Rp0	Rp25,466,670,438
2029	Rp19,575,359,489	Rp2,852,645,380	Rp29,393,566	Rp506,107,532	Rp848,389,852	Rp2,942,862,624	Rp0	Rp26,754,758,443
2030	Rp20,680,903,297	Rp2,990,549,856	Rp30,842,669	Rp534,093,787	Rp896,657,943	Rp3,124,186,197	Rp0	Rp28,257,233,748
2031	Rp21,776,791,076	Rp3,135,278,238	Rp32,363,212	Rp563,657,000	Rp947,434,729	Rp3,308,575,040	Rp0	Rp29,764,099,296
2032	Rp22,939,416,147	Rp3,285,979,266	Rp33,958,719	Rp594,662,286	Rp1,001,097,697	Rp3,503,733,629	Rp0	Rp31,358,847,743
2033	Rp24,070,329,363	Rp3,447,978,043	Rp35,632,883	Rp628,141,773	Rp1,057,459,497	Rp3,700,993,832	Rp0	Rp32,940,535,392
2034	Rp25,256,996,601	Rp3,617,963,361	Rp37,389,585	Rp663,506,154	Rp1,116,994,467	Rp3,909,359,785	Rp0	Rp34,602,209,952
2035	Rp26,502,166,533	Rp3,796,328,955	Rp39,232,891	Rp700,861,551	Rp1,179,881,255	Rp4,129,456,741	Rp0	Rp36,347,927,926
2036	Rp27,808,723,343	Rp3,983,487,972	Rp41,167,073	Rp740,320,056	Rp1,246,308,570	Rp4,361,945,155	Rp0	Rp38,181,952,169
2037	Rp29,179,693,404	Rp4,179,873,929	Rp43,196,609	Rp782,000,075	Rp1,316,475,743	Rp4,607,522,667	Rp0	Rp40,108,762,428
2038	Rp30,618,252,289	Rp4,385,941,714	Rp45,326,202	Rp826,026,680	Rp1,390,593,327	Rp4,866,926,193	Rp0	Rp42,133,066,405
2039	Rp32,127,732,127	Rp4,602,168,640	Rp47,560,784	Rp872,531,982	Rp1,468,883,731	Rp5,140,934,138	Rp0	Rp44,259,811,402
2040	Rp33,711,629,321	Rp4,829,055,554	Rp49,905,531	Rp921,655,532	Rp1,551,581,885	Rp5,430,368,730	Rp0	Rp46,494,196,553
2041	Rp35,373,612,646	Rp5,067,127,993	Rp52,365,873	Rp973,544,739	Rp1,638,935,945	Rp5,736,098,490	Rp0	Rp48,841,685,686
2042	Rp37,117,531,750	Rp5,316,937,403	Rp54,947,511	Rp1,028,355,307	Rp1,731,208,039	Rp6,059,040,835	Rp0	Rp51,308,020,845
2043	Rp38,947,426,065	Rp5,579,062,417	Rp57,656,423	Rp1,086,251,711	Rp1,828,675,052	Rp6,400,164,834	Rp0	Rp53,899,236,502

### **5.1.4 Perhitungan BOK setelah adanya Jalan Lingkar**

Berdasarkan grafik BOK dan rumus persamaan berdasarkan kecepatan dan golongan, maka dari hasil tersebut dapat digunakan untuk menghitung BOK masing-masing golongan untuk setiap tahunnya setiap jalan eksisting dan jalan lingkar timur. Berikut ini adalah contoh perhitungan BOK golongan I (KR) pada jalan Singosari - Bugis pada tahun 2020 saat kondisi setelah adanya jalan lingkar.

Kecepatan = 28,46 km/jam

Panjang Jalan = 7 km

Volume Kend = 307.702

Faktor MC : Auto = 2,13

$$\text{BOK} = 685,21 * (28,46)^2 - 86626 (28,46) + 5000000$$

$$= \text{Rp. } 2.887.536 /1000\text{km/kend.}$$

Karena terdapat faktor sepeda motor terhadap kendaraan auto, kemudian dihitung BOK golongan I akibat adanya sepeda motor. Berikut ini adalah contoh perhitungan BOK Golongan I (KR) akibat adannya sepeda motor.

$$\text{BOK} = \text{BOK Gol I} + (\text{Faktor x BOK Gol I})$$

$$= 2.887.536 + (2,31 \times 2.887.536)$$

$$= \text{Rp. } 9.037.987 /1000\text{km/kend}$$

Hasil perhitungan BOK per kendaraan kondisi setelah adannya jalan lingkar timur untuk jalan eksisting Jalan Singosari - Bugis disajikan dalam tabel 5.13.

**Tabel 5. 13 BOK With Project Jalan Singosari - Bugis**

Tahun	Ruas Singosari - Bugis						
	BOK (Rp / 1000 km / kend)						
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V		
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2023	Rp 3,118,801.76	Rp7,545,582	Rp7,545,894	Rp7,545,582	Rp4,246,880	Rp19,617,000	Rp12,227,827
2024	Rp 3,155,206.94	Rp7,545,582	Rp7,545,894	Rp7,545,582	Rp4,247,177	Rp19,789,831	Rp12,169,915
2025	Rp 3,155,206.94	Rp7,545,582	Rp7,506,275	Rp7,545,582	Rp4,247,177	Rp19,789,831	Rp12,169,915
2026	Rp 3,155,206.94	Rp7,505,848	Rp7,506,275	Rp7,505,848	Rp4,247,177	Rp19,789,831	Rp12,169,915
2027	Rp 3,155,206.94	Rp7,505,848	Rp7,467,843	Rp7,505,848	Rp4,248,425	Rp19,967,111	Rp12,113,939
2028	Rp 3,192,759.04	Rp7,505,848	Rp7,430,597	Rp7,505,848	Rp4,248,425	Rp19,967,111	Rp12,113,939
2029	Rp 3,192,759.04	Rp7,467,589	Rp7,430,597	Rp7,467,589	Rp4,250,622	Rp20,148,839	Rp12,059,899
2030	Rp 3,231,458.06	Rp7,467,589	Rp7,394,538	Rp7,467,589	Rp4,250,622	Rp20,148,839	Rp12,059,899
2031	Rp 3,231,458.06	Rp7,467,589	Rp7,359,665	Rp7,467,589	Rp4,253,770	Rp20,335,015	Rp12,007,795
2032	Rp 3,231,458.06	Rp7,430,806	Rp7,325,979	Rp7,430,806	Rp4,253,770	Rp20,335,015	Rp12,007,795
2033	Rp 3,271,304.00	Rp7,430,806	Rp7,325,979	Rp7,430,806	Rp4,257,869	Rp20,525,640	Rp11,957,627
2034	Rp 3,271,304.00	Rp7,395,499	Rp7,293,479	Rp7,395,499	Rp4,262,917	Rp20,720,713	Rp11,909,395
2035	Rp 3,312,296.86	Rp7,395,499	Rp7,262,166	Rp7,395,499	Rp4,262,917	Rp20,720,713	Rp11,909,395
2036	Rp 3,312,296.86	Rp7,395,499	Rp7,232,040	Rp7,395,499	Rp4,268,916	Rp20,920,235	Rp11,863,099
2037	Rp 3,354,436.64	Rp7,361,667	Rp7,203,100	Rp7,361,667	Rp4,275,866	Rp21,124,205	Rp11,818,739
2038	Rp 3,397,723.34	Rp7,361,667	Rp7,175,347	Rp7,361,667	Rp4,275,866	Rp21,124,205	Rp11,818,739
2039	Rp 3,397,723.34	Rp7,329,311	Rp7,148,781	Rp7,329,311	Rp4,283,765	Rp21,332,623	Rp11,776,315
2040	Rp 3,442,156.96	Rp7,298,431	Rp7,123,401	Rp7,298,431	Rp4,292,615	Rp21,545,490	Rp11,735,827
2041	Rp 3,487,737.50	Rp7,298,431	Rp7,099,208	Rp7,298,431	Rp4,302,415	Rp21,762,805	Rp11,697,275
2042	Rp 3,487,737.50	Rp7,269,026	Rp7,054,381	Rp7,269,026	Rp4,313,166	Rp21,984,569	Rp11,660,659
2043	Rp 3,534,464.96	Rp7,269,026	Rp7,033,747	Rp7,269,026	Rp4,324,866	Rp22,210,781	Rp11,625,979

Hasil perhitungan biaya operasional *with project* ruas jalan yang lain disajikan pada lampiran. berdasarkan hasil nilai BOK yang disajikan pada tabel diatas , maka dapat dihitung nilai BOK total per tahun dengan mengalikan nilai BOK dengan panjang jalan dan volume kendaraan per tahun.

Berikut ini adalah contoh perhitungan BOK per tahun setelah adannya jalan lingkar timur Malang Raya untuk ruas jalan Singosari - Bugis untuk tahun 2020 jenis kendaraan golongan I (KR).

$$\text{BOK} = \text{Rp. } 2.887.536.$$

$$\text{Panjang Jalan} = 8,2 \text{ km}$$

$$\text{Volume Kendaraan} = 307.702$$

$$\text{BOK pertahun} = \text{BOK} \times \text{panjang jalan} \times \text{volume kendaraan}$$

$$= \text{Rp. } 2.887.536 \times 8,2 \text{ km} \times 307.702$$

$$= \text{Rp. } 1.378.557.160$$

Hasil perhitungan total BOK *with project* jalan Singosari - Bugis, Jalan lingkar timur Malang Raya Segmen 1 arah Singosari dan total BOK *with project* terdapat pada tabel 5.14.

**Tabel 5. 14 Total BOK With Project Jalan Singosari - Bugis**

Tahun	Ruas Singosari - Bugis					Total BOK		
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V			
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB		
2023	Rp1,378,557,160	Rp327,742,369	Rp0	Rp38,557,926	Rp141,060,119	Rp200,485,740	Rp0	Rp2,086,403,313
2024	Rp1,463,404,981	Rp343,900,067	Rp0	Rp40,728,737	Rp149,012,229	Rp213,638,867	Rp0	Rp2,210,684,881
2025	Rp1,535,550,847	Rp360,854,341	Rp0	Rp43,021,765	Rp157,401,618	Rp225,666,735	Rp0	Rp2,322,495,305
2026	Rp483,376,051	Rp112,995,166	Rp0	Rp13,561,376	Rp49,878,999	Rp71,511,532	Rp0	Rp731,323,123
2027	Rp507,206,490	Rp118,565,828	Rp0	Rp14,324,882	Rp52,702,661	Rp76,214,306	Rp0	Rp769,014,167
2028	Rp538,545,957	Rp124,411,123	Rp0	Rp15,131,372	Rp55,669,821	Rp80,505,171	Rp0	Rp814,263,444
2029	Rp565,096,273	Rp129,879,182	Rp0	Rp15,901,799	Rp58,834,452	Rp85,811,571	Rp0	Rp855,523,276
2030	Rp600,142,656	Rp136,282,226	Rp0	Rp16,797,070	Rp62,146,832	Rp90,642,762	Rp0	Rp906,011,546
2031	Rp629,729,689	Rp143,000,939	Rp0	Rp17,742,745	Rp65,694,316	Rp96,630,648	Rp0	Rp952,798,337
2032	Rp660,775,363	Rp149,311,782	Rp0	Rp18,649,346	Rp69,392,906	Rp102,070,953	Rp0	Rp1,000,200,350
2033	Rp701,901,056	Rp156,672,853	Rp0	Rp19,699,305	Rp73,370,348	Rp108,828,253	Rp0	Rp1,060,471,814
2034	Rp736,504,778	Rp163,615,696	Rp0	Rp20,709,505	Rp77,592,993	Rp116,047,804	Rp0	Rp1,114,470,776
2035	Rp782,498,637	Rp171,681,949	Rp0	Rp21,875,450	Rp81,961,479	Rp122,581,296	Rp0	Rp1,180,598,811
2036	Rp821,075,819	Rp180,145,869	Rp0	Rp23,107,038	Rp86,697,743	Rp130,729,422	Rp0	Rp1,241,755,892
2037	Rp872,515,751	Rp188,162,331	Rp0	Rp24,296,306	Rp91,727,905	Rp139,435,846	Rp0	Rp1,316,138,140
2038	Rp927,345,073	Rp197,438,734	Rp0	Rp25,664,189	Rp96,892,186	Rp147,286,084	Rp0	Rp1,394,626,266
2039	Rp973,063,185	Rp206,261,899	Rp0	Rp26,989,932	Rp102,536,300	Rp157,113,278	Rp0	Rp1,465,964,594
2040	Rp1,034,387,755	Rp215,518,730	Rp0	Rp28,389,347	Rp108,532,850	Rp167,614,769	Rp0	Rp1,554,443,451
2041	Rp1,099,755,556	Rp226,143,803	Rp0	Rp29,987,668	Rp114,904,983	Rp178,837,282	Rp0	Rp1,649,629,292
2042	Rp1,153,973,505	Rp236,336,662	Rp0	Rp31,548,354	Rp121,677,411	Rp190,830,777	Rp0	Rp1,734,366,709
2043	Rp1,227,087,127	Rp247,988,059	Rp0	Rp33,324,526	Rp128,876,519	Rp203,648,667	Rp0	Rp1,840,924,899

Hasil perhitungan Total BOK Ruas Jalan eksisting yang lain terdapat pada lampiran. Hasil total Biaya Operasional Kendaraan *with project* disajikan pada tabel 5.15 sebagai berikut.

**Tabel 5. 15 Total BOK With Project**

Tahun	TOTAL BOK WITH PROJECT					Gol V	Total BOK
	KR	Gol I KBM	Gol II BB	Gol III KBM	Gol IV TB		
2023	Rp10,760,635,060	Rp2,539,305,395	Rp29,011,334	Rp371,588,710	Rp736,337,856	Rp1,812,218,049	Rp0 Rp16,249,096,403
2024	Rp11,343,740,155	Rp2,652,431,095	Rp30,261,320	Rp388,280,770	Rp777,725,099	Rp1,925,221,782	Rp0 Rp17,117,660,221
2025	Rp10,687,612,263	Rp2,512,210,579	Rp18,402,445	Rp370,808,172	Rp710,499,785	Rp1,669,465,366	Rp0 Rp15,968,998,610
2026	Rp8,879,380,999	Rp2,056,016,588	Rp19,223,021	Rp319,253,431	Rp591,489,255	Rp1,465,791,076	Rp0 Rp13,331,154,370
2027	Rp9,373,330,630	Rp2,143,807,113	Rp20,056,651	Rp335,015,545	Rp625,033,164	Rp1,557,345,901	Rp0 Rp14,054,589,003
2028	Rp9,918,762,705	Rp2,240,277,708	Rp20,955,127	Rp352,405,197	Rp660,533,197	Rp1,657,279,067	Rp0 Rp14,850,213,001
2029	Rp10,527,216,061	Rp2,331,120,347	Rp21,896,123	Rp369,158,480	Rp698,209,681	Rp1,764,632,097	Rp0 Rp15,712,232,789
2030	Rp11,141,816,222	Rp2,432,222,386	Rp22,762,030	Rp387,668,065	Rp738,620,747	Rp1,879,412,343	Rp0 Rp16,602,501,794
2031	Rp11,836,975,258	Rp2,537,842,092	Rp23,791,648	Rp407,224,076	Rp781,091,680	Rp2,002,107,184	Rp0 Rp17,589,031,939
2032	Rp12,559,190,721	Rp2,643,325,977	Rp24,839,785	Rp426,905,741	Rp826,839,628	Rp2,135,871,183	Rp0 Rp18,616,973,034
2033	Rp13,417,734,122	Rp2,755,388,727	Rp25,876,817	Rp447,897,804	Rp875,434,349	Rp2,275,578,240	Rp0 Rp19,797,910,060
2034	Rp14,144,329,817	Rp2,879,833,212	Rp27,059,246	Rp471,329,309	Rp925,431,164	Rp2,419,396,691	Rp0 Rp20,867,379,439
2035	Rp14,964,959,416	Rp3,006,744,227	Rp28,173,647	Rp495,399,225	Rp978,282,741	Rp2,572,013,631	Rp0 Rp22,045,572,887
2036	Rp15,837,241,547	Rp3,139,999,464	Rp29,299,442	Rp520,816,263	Rp1,035,362,350	Rp2,748,423,109	Rp0 Rp23,311,142,174
2037	Rp16,777,515,790	Rp3,279,092,206	Rp30,542,557	Rp547,551,520	Rp1,096,197,745	Rp2,935,770,017	Rp0 Rp24,666,669,835
2038	Rp17,759,893,912	Rp3,430,363,362	Rp31,896,764	Rp576,692,145	Rp1,159,015,685	Rp3,120,590,091	Rp0 Rp26,078,451,958
2039	Rp18,690,116,609	Rp3,593,086,555	Rp33,469,274	Rp607,958,763	Rp1,224,566,465	Rp3,305,192,285	Rp0 Rp27,454,389,951
2040	Rp19,674,391,524	Rp3,763,729,953	Rp35,079,197	Rp640,957,495	Rp1,293,872,216	Rp3,501,753,258	Rp0 Rp28,909,783,644
2041	Rp20,722,175,306	Rp3,942,735,928	Rp36,767,853	Rp675,907,308	Rp1,367,188,522	Rp3,711,841,530	Rp0 Rp30,456,616,447
2042	Rp21,873,982,982	Rp4,123,767,571	Rp38,580,508	Rp711,400,298	Rp1,444,665,731	Rp3,932,033,642	Rp0 Rp32,124,430,731
2043	Rp23,102,214,610	Rp4,315,930,381	Rp40,439,137	Rp749,194,828	Rp1,526,927,649	Rp4,179,676,639	Rp0 Rp33,914,383,245

### 5.1.5 Peritungan *Saving* Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Perhitungan *saving* BOK didasarkan dari selisih BOK per tahun antara kondisi sebelum adanya jalan lingkar dan setelah adannya jalan lingkar timur Malang Raya. Hasil perhitungan *saving* BOK disajikan pada tabel 5.16.

**Tabel 5. 16** Saving BOK

Tahun	Total BOK without project	Total BOK with Project	Saving BOK
2023	Rp19,230,850,079	Rp16,249,096,403	Rp2,981,753,676
2024	Rp20,256,861,044	Rp17,117,660,221	Rp3,139,200,823
2025	Rp21,419,229,692	Rp15,968,998,610	Rp5,450,231,081
2026	Rp22,671,929,454	Rp13,331,154,370	Rp9,340,775,084
2027	Rp23,995,416,938	Rp14,054,589,003	Rp9,940,827,934
2028	Rp25,466,670,438	Rp14,850,213,001	Rp10,616,457,437
2029	Rp26,754,758,443	Rp15,712,232,789	Rp11,042,525,654
2030	Rp28,257,233,748	Rp16,602,501,794	Rp11,654,731,954
2031	Rp29,764,099,296	Rp17,589,031,939	Rp12,175,067,357
2032	Rp31,358,847,743	Rp18,616,973,034	Rp12,741,874,709
2033	Rp32,940,535,392	Rp19,797,910,060	Rp13,142,625,332
2034	Rp34,602,209,952	Rp20,867,379,439	Rp13,734,830,513
2035	Rp36,347,927,926	Rp22,045,572,887	Rp14,302,355,039
2036	Rp38,181,952,169	Rp23,311,142,174	Rp14,870,809,996
2037	Rp40,108,762,428	Rp24,666,669,835	Rp15,442,092,593
2038	Rp42,133,066,405	Rp26,078,451,958	Rp16,054,614,447
2039	Rp44,259,811,402	Rp27,454,389,951	Rp16,805,421,451
2040	Rp46,494,196,553	Rp28,909,783,644	Rp17,584,412,909
2041	Rp48,841,685,686	Rp30,456,616,447	Rp18,385,069,239
2042	Rp51,308,020,845	Rp32,124,430,731	Rp19,183,590,113
2043	Rp53,899,236,502	Rp33,914,383,245	Rp19,984,853,257

## 5.2 Nilai Waktu

Nilai waktu adalah besaran sejumlah uang yang dikeluarkan pemakai jalan untuk melakukan satu unit waktu perjalanan. Nilai waktu ini menjadi keuntungan (Benefit) apabila nilai waktu sebelum adanya jalan lingkar lebih kecil dari nilai waktu setelah adanya jalan lingkar. Dalam analisis nilai waktu ini menggunakan metode PT. Jasa Marga tahun 1996. Rumus yang digunakan dalam perhitungan nilai waktu sebagai berikut :

Nilai Waktu

$$= \text{Max} \{(K \times \text{Nilai Waktu Dasar}); \text{Nilai Waktu Minimum}\}$$

Berikut ini adalah nilai waktu dasar yang digunakan untuk Tugas Akhir dari referensi PT.Jasa Marga (1990 – 1996).

- Gol I = Rp12.287
- Gol II a = Rp18.534
- Gol II b = Rp13.768

Sedangkan nilai waktu minimum yang digunakan pada tugas akhir ini adalah

- Gol I = Rp6.000
- Gol II a = Rp9.051
- Gol II b = Rp6.723

Dikarenakan metode tersebut berlaku pada tahun 1996 maka harus dikalibrasikan pada tahun 2020. faktor kalibrasi menggunakan perbandingan kurs dollar tahun 1996 dengan tahun 2020. Nilai kaliberasi didapatkan sebesar 6,141. Setelah didapatkan nilai kalibrasi maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan dengan mengalikan nilai waktu dasar dan nilai waktu minimum dengan faktor kalibrasi. Hasil tersebut ditunjukan pada tabel 5.17.

**Tabel 5. 17** Nilai Waktu Dasar dan Nilai Waktu Minimum

<b>Tahun</b>	<b>1996</b>		<b>2020</b>	
<b>Nilai Waktu Dasar</b>				
Golongan I	12.287	Rp/jam/kend	75.449	Rp/jam/kend
Golongan II	18.534	Rp/jam/kend	113.809	Rp/jam/kend
Golongan III	13.768	Rp/jam/kend	84.543	Rp/jam/kend
Golongan IV	13.768	Rp/jam/kend	84.543	Rp/jam/kend
Golongan V	13.768	Rp/jam/kend	84.543	Rp/jam/kend
Golongan VI	12.287	Rp/jam/kend	75.449	Rp/jam/kend
<b>Nilai Waktu Minimum</b>	<b>1996</b>		<b>2020</b>	
Golongan I	6.000	Rp/jam/kend	36.843	Rp/jam/kend
Golongan II	9.051	Rp/jam/kend	55.578	Rp/jam/kend
Golongan III	6.723	Rp/jam/kend	41.283	Rp/jam/kend
Golongan IV	6.723	Rp/jam/kend	41.283	Rp/jam/kend
Golongan V	6.723	Rp/jam/kend	41.283	Rp/jam/kend
Golongan VI	6.723	Rp/jam/kend	36.843	Rp/jam/kend

Sedangkan nilai faktor K didapatkan dari koreksi Upah Minimum Kabupaten (Regional) Kabupaten Malang dan Kota Malang dengan DKI Jakarta pada tahun 2020. Berikut ini adalah perhitungan nilai faktor K pada tugas akhir ini.

### **DKI Jakarta**

- UMK Jakarta = Rp 4.257.349

Nilai K = 1

### **Kabupaten Malang**

- UMK Kab.Malang = Rp 3.018.530,66

Nilai K = 0,70

### **Kota Malang**

- UMK Kota Malang = Rp 2.895.502,74

Nilai K = 0,67

Nilai K yang digunakan adalah rata-rata dari nilai K Kabupaten Malang dan Kota Malang yaitu :

$$\text{Nilai K} = \frac{0,70 + 0,67}{2}$$

$$= 0,69$$

Kemudian dihitung nilai waktu untuk tahun 2016 yaitu sebagai berikut :

Nilai Waktu

$$= \text{Max}\{(K \times \text{Nilai Waktu Dasar}); \text{Nilai Waktu Minimum}\}$$

- Gol I =  $k \times \text{Nilai Waktu Dasar}$   
 $= 0,69 \times \text{Rp}75,449$   
 $= \text{Rp}52,282$   
 $= \text{Nilai Waktu Minimum}$   
 $= \text{Rp}36,843$   
 $= \text{Max}\{\text{Rp}52,282 ; \text{Rp}36,843\}$   
 $= \text{Rp}52,282$
- Gol II =  $k \times \text{Nilai Waktu Dasar}$   
 $= 0,69 \times \text{Rp}113,809$   
 $= \text{Rp}78,863$   
 $= \text{Nilai Waktu Minimum}$   
 $= \text{Rp}55,578$   
 $= \text{Max}\{\text{Rp}78,863 ; \text{Rp}55,578\}$   
 $= \text{Rp}78,863$
- Gol III =  $k \times \text{Nilai Waktu Dasar}$   
 $= 0,69 \times \text{Rp}84,543$   
 $= \text{Rp}58,583$   
 $= \text{Nilai Waktu Minimum}$   
 $= \text{Rp}41,283$   
 $= \text{Max}\{\text{Rp}58,583 ; \text{Rp}41,283\}$   
 $= \text{Rp}58,583$
- Gol IV =  $k \times \text{Nilai Waktu Dasar}$   
 $= 0,69 \times \text{Rp}84,543$   
 $= \text{Rp}58,583$   
 $= \text{Nilai Waktu Minimum}$

$$\begin{aligned}
 &= Rp41,283 \\
 &= \text{Max } \{(Rp58,583 ; Rp41,283)\} \\
 &= Rp58,583
 \end{aligned}$$

- Gol VI =  $k \times$  Nilai Waktu Dasar  
 $= 0,69 \times Rp84,543$   
 $= Rp58,583$   
 $=$  Nilai Waktu Minimum  
 $= Rp41,283$   
 $= \text{Max } \{(Rp58,583 ; Rp41,283)\}$   
 $= Rp58,583$
  
- Gol VI =  $k \times$  Nilai Waktu Dasar  
 $= 0,69 \times Rp75,449$   
 $= Rp52,282$   
 $=$  Nilai Waktu Minimum  
 $= Rp36,843$   
 $= \text{Max } \{(Rp52,282 ; Rp36,843)\}$   
 $= Rp52,282$

Nilai waktu sepanjang umur rencana akan mengalami kenaikan harga setiap tahunnya, maka untuk menghitung nilai waktu ditahun - tahun berikutnya akan dipengaruhi oleh kenaikan inflasi setiap tahunnya berdasarkan tingkat inflasi dari Bank Indonesia. Berikut adalah perhitungan nilai waktu per golongan kendaraan yang disajikan pada tabel 5.18.

**Tabel 5. 18** Nilai Waktu per Golongan Kendaraan  
(Rp/jam/kend)

Tahun	Inflasi	Nilai Waktu (Rp/jam/kemd)					
		Golongan I	Golongan II	Golongan III	Golongan IV	Golongan V	Golongan VI
2019	4.94%	Rp52,282	Rp78,863	Rp58,583	Rp58,583	Rp58,583	Rp52,282
2020	4.94%	Rp54,866	Rp82,761	Rp61,479	Rp61,479	Rp61,479	Rp54,866
2021	4.94%	Rp57,577	Rp86,851	Rp64,518	Rp64,518	Rp64,518	Rp57,577
2022	4.94%	Rp60,423	Rp91,144	Rp67,706	Rp67,706	Rp67,706	Rp60,423
2023	4.94%	Rp63,410	Rp95,649	Rp71,053	Rp71,053	Rp71,053	Rp63,410
2024	4.94%	Rp66,544	Rp100,376	Rp74,565	Rp74,565	Rp74,565	Rp66,544
2025	4.94%	Rp69,833	Rp105,337	Rp78,250	Rp78,250	Rp78,250	Rp69,833
2026	4.94%	Rp73,284	Rp110,544	Rp82,117	Rp82,117	Rp82,117	Rp73,284
2027	4.94%	Rp76,906	Rp116,007	Rp86,176	Rp86,176	Rp86,176	Rp76,906
2028	4.94%	Rp80,707	Rp121,741	Rp90,435	Rp90,435	Rp90,435	Rp80,707
2029	4.94%	Rp84,696	Rp127,758	Rp94,905	Rp94,905	Rp94,905	Rp84,696
2030	4.94%	Rp88,883	Rp134,072	Rp99,596	Rp99,596	Rp99,596	Rp88,883
2031	4.94%	Rp93,276	Rp140,699	Rp104,518	Rp104,518	Rp104,518	Rp93,276
2032	4.94%	Rp97,886	Rp147,653	Rp109,684	Rp109,684	Rp109,684	Rp97,886
2033	4.94%	Rp102,724	Rp154,951	Rp115,105	Rp115,105	Rp115,105	Rp102,724
2034	4.94%	Rp107,801	Rp162,609	Rp120,795	Rp120,795	Rp120,795	Rp107,801
2035	4.94%	Rp113,129	Rp170,646	Rp126,765	Rp126,765	Rp126,765	Rp113,129
2036	4.94%	Rp118,720	Rp179,081	Rp133,030	Rp133,030	Rp133,030	Rp118,720
2037	4.94%	Rp124,588	Rp187,932	Rp139,605	Rp139,605	Rp139,605	Rp124,588
2038	4.94%	Rp130,746	Rp197,220	Rp146,505	Rp146,505	Rp146,505	Rp130,746
2039	4.94%	Rp137,208	Rp206,968	Rp153,746	Rp153,746	Rp153,746	Rp137,208
2040	4.94%	Rp143,990	Rp217,197	Rp161,345	Rp161,345	Rp161,345	Rp143,990
2041	4.94%	Rp151,106	Rp227,932	Rp169,320	Rp169,320	Rp169,320	Rp151,106
2042	4.94%	Rp158,575	Rp239,198	Rp177,688	Rp177,688	Rp177,688	Rp158,575
2043	4.94%	Rp166,412	Rp251,020	Rp186,471	Rp186,471	Rp186,471	Rp166,412

### 5.2.1 Perhitungan Nilai Waktu Without Project

Selanjutnya nilai waktu tersebut digunakan untuk menghitung total nilai waktu per tahun dengan cara mengalikan dengan hasil analisis waktu tempuh dan volume kendaraan per tahun.

Berikut adalah contoh perhitungan total nilai waktu untuk Jalan Nasional Singosari - Bugis tahun 2023 untuk golongan kendaraan I (KR).

$$\text{Waktu tempuh (TT)} = 0,134166667 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah kendaraan} = 1533384 \text{ kend/tahun}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Waktu} &= \text{TT} \times \text{Nilai Waktu} \times \text{Volume kendaraan} \\ &= 0,13417 \times \text{Rp}40.674 \times 1533384 \\ &= \text{Rp}8.367.731.013 / \text{tahun}\end{aligned}$$

Untuk menghitung nilai waktu golongan kendaraan yang lain menggunakan langkah yang sama seperti diatas. Hasil perhitungan total nilai waktu *without project* disajikan pada tabel 5.19.

**Tabel 5. 19 Total Nilai Waktu Without Project**

Tahun	Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI	TOTAL VOT
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	SM	
2023	Rp9,069,274,200	Rp1,520,718,691	Rp24,379,817	Rp398,537,029	Rp905,035,975	Rp644,100,145	Rp0	Rp48,924,289,640	Rp61,486,335,497
2024	Rp10,839,229,445	Rp1,727,815,380	Rp26,767,398	Rp456,309,016	Rp1,008,241,903	Rp718,936,690	Rp0	Rp53,783,057,553	Rp68,560,357,386
2025	Rp12,189,035,134	Rp1,906,961,657	Rp29,383,129	Rp507,021,197	Rp1,123,591,517	Rp802,821,591	Rp0	Rp58,879,501,142	Rp75,438,315,366
2026	Rp13,772,247,171	Rp2,057,725,445	Rp32,132,440	Rp550,319,097	Rp1,220,719,208	Rp870,362,343	Rp0	Rp65,998,981,549	Rp84,502,487,253
2027	Rp15,534,273,703	Rp2,269,071,438	Rp35,247,451	Rp610,920,594	Rp1,402,568,675	Rp1,005,346,063	Rp0	Rp72,537,130,500	Rp93,394,558,423
2028	Rp17,573,902,174	Rp2,548,650,491	Rp43,291,590	Rp691,201,221	Rp1,354,165,954	Rp957,911,294	Rp0	Rp93,803,883,499	Rp116,973,006,223
2029	Rp19,351,711,312	Rp2,822,944,969	Rp47,671,049	Rp770,788,575	Rp1,503,384,058	Rp1,065,842,986	Rp0	Rp103,745,244,132	Rp129,307,587,081
2030	Rp21,797,477,386	Rp3,128,380,607	Rp52,493,542	Rp859,993,681	Rp1,672,175,534	Rp1,191,404,675	Rp0	Rp114,774,882,108	Rp143,476,807,533
2031	Rp24,309,687,699	Rp3,468,910,926	Rp57,803,888	Rp960,099,737	Rp1,857,150,490	Rp1,326,860,281	Rp0	Rp127,019,658,411	Rp159,000,171,432
2032	Rp27,174,605,246	Rp3,863,954,947	Rp63,651,438	Rp1,076,814,320	Rp2,062,796,877	Rp1,478,064,222	Rp0	Rp140,815,032,025	Rp176,534,919,075
2033	Rp29,923,639,641	Rp4,254,839,928	Rp70,090,538	Rp1,193,657,143	Rp2,286,626,562	Rp1,638,445,815	Rp0	Rp155,060,146,641	Rp194,427,446,269
2034	Rp32,950,771,548	Rp4,685,267,572	Rp77,181,029	Rp1,323,178,332	Rp2,534,743,530	Rp1,816,230,073	Rp0	Rp170,746,323,957	Rp214,133,696,040
2035	Rp36,284,133,836	Rp5,159,238,089	Rp84,988,808	Rp1,466,753,588	Rp2,809,783,139	Rp2,013,305,322	Rp0	Rp188,019,344,599	Rp235,837,547,381
2036	Rp39,954,705,349	Rp5,681,156,359	Rp93,586,436	Rp1,625,907,889	Rp3,114,666,710	Rp2,231,764,785	Rp0	Rp207,039,736,635	Rp259,741,524,163
2037	Rp43,996,598,810	Rp6,255,872,867	Rp103,053,817	Rp1,802,331,683	Rp3,452,632,546	Rp2,473,928,817	Rp0	Rp227,984,267,456	Rp286,068,685,997
2038	Rp48,447,377,847	Rp6,888,728,783	Rp113,478,936	Rp1,997,898,847	Rp3,827,270,334	Rp2,742,369,553	Rp0	Rp251,047,586,575	Rp315,064,710,874
2039	Rp53,348,406,099	Rp7,585,605,598	Rp124,958,679	Rp2,214,686,586	Rp4,242,559,268	Rp3,039,938,219	Rp0	Rp276,444,034,618	Rp347,000,189,068
2040	Rp58,745,231,626	Rp8,352,979,788	Rp137,599,735	Rp2,454,997,500	Rp4,702,910,318	Rp3,369,795,426	Rp0	Rp304,409,635,316	Rp382,173,149,710
2041	Rp64,688,010,217	Rp9,197,983,001	Rp151,519,584	Rp2,721,384,039	Rp5,213,213,078	Rp3,735,444,735	Rp0	Rp335,204,289,002	Rp420,911,843,656
2042	Rp71,231,971,515	Rp10,128,468,335	Rp166,847,592	Rp3,016,675,612	Rp5,778,887,701	Rp4,140,769,869	Rp0	Rp369,114,188,021	Rp463,577,808,645
2043	Rp78,437,932,299	Rp11,153,083,322	Rp183,726,209	Rp3,344,008,643	Rp6,405,942,470	Rp4,590,075,969	Rp0	Rp406,454,476,475	Rp510,569,245,387

### 5.2.2 Perhitungan Nilai Waktu *With Project*

Selanjutnya nilai waktu tersebut digunakan untuk menghitung total nilai waktu per tahun dengan cara mengalikan dengan hasil analisis waktu tempuh dan volume kendaraan per tahun.

Berikut adalah contoh perhitungan total nilai waktu untuk Jalan Singosari - Bugis tahun 2020 untuk golongan kendaraan I (KR).

$$\text{Waktu tempuh (TT)} = 0,134166667 \text{ jam}$$

$$\text{Jumlah kendaraan} = 1533384 \text{ kend/tahun}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai Waktu} &= \text{TT} \times \text{Nilai Waktu} \times \text{Volume kendaraan} \\ &= 0,13417 \times \text{Rp}40.674 \times 1533384 \\ &= \text{Rp}8.367.731.013 / \text{tahun}\end{aligned}$$

Untuk menghitung nilai waktu golongan kendaraan yang lain menggunakan langkah yang sama seperti diatas. Hasil perhitungan total nilai waktu *with project* disajikan pada tabel 5.20.

**Tabel 5. 20 Total Nilai Waktu With Project**

Tahun	Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Gol VI	TOTAL VOT
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	SM	
2023	Rp4,758,786,124	Rp404,286,404	Rp2,563,785	Rp95,055,596	Rp234,289,646	Rp121,078,557	Rp0	Rp17,299,112,402	Rp22,915,172,515
2024	Rp5,320,440,815	Rp451,774,514	Rp2,875,659	Rp106,924,102	Rp265,405,666	Rp136,896,864	Rp0	Rp19,218,693,285	Rp25,503,010,905
2025	Rp5,922,818,750	Rp503,414,436	Rp3,211,991	Rp119,879,801	Rp296,756,725	Rp152,480,524	Rp0	Rp21,690,517,894	Rp28,689,080,122
2026	Rp6,618,667,480	Rp566,171,181	Rp3,588,865	Rp135,720,138	Rp336,206,276	Rp172,881,480	Rp0	Rp24,345,202,301	Rp32,178,437,723
2027	Rp7,390,464,208	Rp634,907,950	Rp4,029,063	Rp153,249,739	Rp380,881,996	Rp194,812,193	Rp0	Rp27,325,987,318	Rp36,084,332,468
2028	Rp8,325,852,802	Rp708,329,986	Rp4,504,723	Rp172,017,580	Rp430,759,736	Rp220,190,457	Rp0	Rp30,529,726,722	Rp40,391,382,007
2029	Rp9,391,207,818	Rp806,621,652	Rp5,038,448	Rp197,134,615	Rp489,294,072	Rp249,546,214	Rp0	Rp34,345,212,552	Rp45,484,055,371
2030	Rp10,570,543,496	Rp904,090,607	Rp5,755,497	Rp222,409,311	Rp560,721,264	Rp283,502,881	Rp0	Rp38,678,849,189	Rp51,225,872,246
2031	Rp11,951,037,294	Rp1,020,191,990	Rp6,444,938	Rp252,519,197	Rp638,360,144	Rp322,256,527	Rp0	Rp44,242,291,137	Rp58,433,101,226
2032	Rp13,487,294,037	Rp1,163,930,039	Rp7,251,188	Rp290,028,630	Rp733,474,099	Rp367,873,198	Rp0	Rp49,902,804,127	Rp65,952,655,317
2033	Rp15,542,278,102	Rp1,321,606,269	Rp8,275,212	Rp331,598,327	Rp845,700,691	Rp419,709,356	Rp0	Rp57,276,416,458	Rp75,745,584,415
2034	Rp17,268,438,433	Rp1,481,543,656	Rp9,283,705	Rp374,033,654	Rp952,347,819	Rp473,889,469	Rp0	Rp64,076,114,944	Rp84,635,651,678
2035	Rp19,406,540,431	Rp1,659,188,093	Rp10,671,592	Rp421,256,884	Rp1,069,511,855	Rp535,046,848	Rp0	Rp72,167,640,142	Rp95,269,855,844
2036	Rp21,765,269,185	Rp1,861,041,495	Rp12,511,793	Rp475,123,127	Rp1,223,662,063	Rp614,459,550	Rp0	Rp80,169,090,989	Rp106,121,158,202
2037	Rp24,578,356,811	Rp2,103,288,217	Rp14,470,041	Rp539,898,115	Rp1,400,946,364	Rp706,091,755	Rp0	Rp90,653,003,952	Rp119,996,055,256
2038	Rp27,667,436,309	Rp2,350,101,288	Rp16,553,896	Rp607,208,174	Rp1,575,907,382	Rp798,623,123	Rp0	Rp101,763,553,500	Rp134,779,383,672
2039	Rp30,663,499,908	Rp2,614,274,851	Rp18,228,519	Rp680,422,278	Rp1,756,760,912	Rp892,184,485	Rp0	Rp113,345,764,711	Rp149,971,135,664
2040	Rp34,125,625,379	Rp2,909,945,360	Rp20,151,522	Rp762,954,649	Rp1,959,818,174	Rp998,525,983	Rp0	Rp126,024,200,421	Rp166,801,221,488
2041	Rp38,079,017,191	Rp3,226,959,479	Rp22,280,914	Rp852,007,107	Rp2,191,153,635	Rp1,119,073,468	Rp0	Rp140,511,194,815	Rp186,001,686,608
2042	Rp42,454,319,725	Rp3,620,221,827	Rp24,534,894	Rp963,878,664	Rp2,445,226,796	Rp1,251,844,323	Rp0	Rp157,535,734,304	Rp208,295,760,533
2043	Rp47,604,036,273	Rp4,029,646,378	Rp27,132,028	Rp1,081,671,359	Rp2,743,234,777	Rp1,416,599,649	Rp0	Rp176,892,778,040	Rp233,795,098,504

### 5.2.2 Perhitungan *Saving* Nilai Waktu

Perhitungan *saving* nilai waktu didasarkan dari selisih nilai waktu per tahun antara kondisi sebelum adanya jalan lingkar dan setelah adannya jalan lingkar timur malang raya. Hasil perhitungan *saving* nilai waktu disajikan pada tabel 5.21.

**Tabel 5. 21** Saving Nilai Waktu

Tahun	Total VOT without project	Total VOT with Project	Saving VOT
2023	Rp61,486,335,497	Rp22,915,172,515	Rp38,571,162,982
2024	Rp68,560,357,386	Rp25,503,010,905	Rp43,057,346,481
2025	Rp75,438,315,366	Rp28,689,080,122	Rp46,749,235,244
2026	Rp84,502,487,253	Rp32,178,437,723	Rp52,324,049,531
2027	Rp93,394,558,423	Rp36,084,332,468	Rp57,310,225,955
2028	Rp116,973,006,223	Rp40,391,382,007	Rp76,581,624,216
2029	Rp129,307,587,081	Rp45,484,055,371	Rp83,823,531,710
2030	Rp143,476,807,533	Rp51,225,872,246	Rp92,250,935,287
2031	Rp159,000,171,432	Rp58,433,101,226	Rp100,567,070,206
2032	Rp176,534,919,075	Rp65,952,655,317	Rp110,582,263,758
2033	Rp194,427,446,269	Rp75,745,584,415	Rp118,681,861,854
2034	Rp214,133,696,040	Rp84,635,651,678	Rp129,498,044,362
2035	Rp235,837,547,381	Rp95,269,855,844	Rp140,567,691,537
2036	Rp259,741,524,163	Rp106,121,158,202	Rp153,620,365,961
2037	Rp286,068,685,997	Rp119,996,055,256	Rp166,072,630,741
2038	Rp315,064,710,874	Rp134,779,383,672	Rp180,285,327,202
2039	Rp347,000,189,068	Rp149,971,135,664	Rp197,029,053,405
2040	Rp382,173,149,710	Rp166,801,221,488	Rp215,371,928,222
2041	Rp420,911,843,656	Rp186,001,686,608	Rp234,910,157,048
2042	Rp463,577,808,645	Rp208,295,760,533	Rp255,282,048,112
2043	Rp510,569,245,387	Rp233,795,098,504	Rp276,774,146,883

### 5.3 Biaya Investasi

Biaya investasi dalam Tugas Akhir ini didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Malang selaku Perencana dan Pengelola Jalan Lingkar Timur Kota Malang. Nilai investasi pembangunan Jalan Lingkar Timur Malang Raya ini adalah Rp. 120.700.000.000. Berikut adalah rincian biaya investasi pembangunan jalan lingkar timur malang raya yang disajikan pada tabel 5.22 sebagai berikut.

**Tabel 5. 22** Biaya Investasi Lingkar Timur Malang Raya

No	Rincian	Total Harga
1	Biaya Feasibility Engineering Desain	Rp 15,558,000,000.00
2	Konstruksi	Rp 24,805,653,760.00
3	Peralatan Tol	Rp 91,920,000,000.00
4	Supervisi	Rp 65,026,643,000.00
5	PPN 10%	Rp 76,071,000,000.00
6	Overhead	Rp 92,014,555,000.00
7	Financial Cost	Rp 58,391,040,000.00
8	IDC	Rp 59,546,000,000.00
<b>Total</b>		Rp 483,332,891,760.00

(Sumber : Data Pemerintah Kota Malang)

#### 5.3.1 Biaya Rencana Pemeliharaan dan Operasional Jalan Lingkar Timur Malang Raya

Biaya pemeliharaan dan operasional (O/M) yaitu biaya untuk memelihara fasilitas Jalan Lingkar Timur selama masa konsesi yaitu 20 tahun. Besarnya biaya pemeliharaan dan operasional (O/M) adalah Rp. 14.286.000.000,00 setiap tahun. Data ini didapatkan dari Pemerintah Kota Malang. Berikut adalah rincian biaya perawatan dan operasional yang tertera pada tabel 5.23.

**Tabel 5. 23** Rencana Biaya Perawatan dan Operasional (O/M)

No	Rincian	Kuantitas	Satuan	Biaya/Tahun
1	Petugas Kebersihan	20	Orang	Rp120,000,000
2	Petugas Keamanan	10	Orang	Rp160,000,000
3	Kendaraan Ambulans	1	Unit	Rp80,000,000
4	Kendaraan Derek	1	Unit	Rp156,000,000
5	Polisi Patroli Jalan Raya	2	Unit	Rp240,000,000
6	Kendaraan Rescue	2	Unit	Rp480,000,000
7	Sistem Informasi	2	Unit	Rp800,000,000
8	Kendaraan Pemadam Kebakaran	1	Unit	Rp50,000,000
9	Biaya PLN	1	Ls	Rp480,000,000
10	Biaya Operasional Peralatan	1	Ls	Rp1,720,000,000
11	Biaya Perbaikan Fasilitas	20	km	Rp10,000,000,000
<b>Jumlah Biaya O &amp; M</b>				Rp14,286,000,000

*Sumber : Pemerintah Kota Malang*

Biaya operasional dan pemeliharaan diatas merupakan biaya untuk tahun pertama, biaya tahun selanjutnya akan mengalami peningkatan setiap tahun sebesar laju inflasi yang dibahas sebelumnya yaitu sebesar 4,94%.

## 5.4 Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi merupakan analisis kelayakan yang ditinjau dari kepentingan masyarakat luas atau pengguna infrastruktur tersebut. Parameter yang digunakan dalam analisis ini ialah NPV (*Net Present Value*), BCR (*Benefit Cost Ratio*).

Analisis kelayakan tersebut dilihat berdasarkan biaya yang dikeluarkan serta manfaat yang didapatkan dari pembangunan Jalan Lingkar Timur Malang Raya. Biaya yang dikeluarkan meliputi biaya pembebasan lahan, biaya konstruksi, serta biaya operasional dan pemeliharaan. Selanjutnya manfaat didefinisikan dengan penghematan BOK dan penghematan nilai waktu yang sudah dihitung sebelumnya.

Kemudian untuk mewujudkan nilai manfaat dan biaya investasi menjadi nilai mata uang yang sekarang , maka diperlukan data tingkat suku bunga melalui rata-rata BI *rate*. BI *rate* merupakan suku bunga kebijakan yang mencerminkan sikap atau stance kebijakan moneter yang ditetapkan oleh Bank Indonesia dan diumumkan kepada publik. Suku bunga adalah pembayaran bunga tahunan dari suatu pinjaman , dalam bentuk persentase dari pinjaman yang diperoleh dari jumlah bunga yang diterima tiap tahun dibagi jumlah pinjaman. Suku bunga yang digunakan adalah persentase suku bunga BI rate dari April 2016 hingga April 2019 seperti pada tabel :

**Tabel 5. 24 BI rate**

19-Des-19	5%	22-Sep-17	4,25%
21-Nov-19	5%	22-Agu-17	4,50%
24-Okt-19	5%	20-Jul-17	4,75%
19-Sep-19	5%	15-Jun-17	4,75%
22-Agu-19	6%	18-Mei-17	4,75%
18-Jul-19	6%	20-Apr-17	4,75%
20-Jun-19	6%	16-Mar-17	4,75%
16-Mei-19	6%	16-Feb-17	4,75%
25-Apr-19	6,00%	19-Jan-17	4,75%
21-Mar-19	6,00%	15-Dec-16	4,75%
7521-Feb-19	6,00%	17-Nov-16	4,75%
17-Jan-19	6,00%	20-Oct-16	4,75%
20-Des-18	6,00%	22-Sep-16	5,00%
15-Nov-18	6,00%	19-Aug-16	5,25%
23-Okt-18	5,75%	21-Jul-16	5,25%
27-Sep-18	5,75%	16-Jun-16	5,25%
15-Agu-18	5,50%	19-May-16	5,50%
19-Jul-18	5,25%	21-Apr-16	5,50%
29-Jun-18	5,25%	Rata-Rata	5,09%
30-Mei-18	4,75%		
17-Mei-18	4,50%		
19-Apr-18	4,25%		
22-Mar-18	4,25%		
15-Feb-18	4,25%		
18-Jan-18	4,25%		
14-Des-17	4,25%		
16-Nov-17	4,25%		
19-Okt-17	4,25%		

#### 5.4.1 Analisis Benefit Cost Ratio (BCR)

Analisis BCR digunakan untuk mengetahui kelayakan pembangunan Jalan Lingkar Timur Malang Raya dari aspek ekonomi dengan cara membandingkan antara besarnya penghematan yang terjadi (benefit) dengan biaya investasi cost). Adapun data yang telah diketahui pada analisis sebelumnya yaitu :

- Biaya Investasi = Rp 483,332,891,760,00
- Biaya Pemeliharaan = Rp. 14.286.000.000,00
- Tingkat Suku Bunga = 5,09%

Berikut adalah perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR) segi ekonomi yang ditunjukan pada tabel 5.25 dan 5.26 sebagai berikut.

**Tabel 5. 25** Perhitungan BCR Ekonomi

Th ke	Tahun	inflasi	Total Benefit	Total Cost	Discount Rate	Present Worth Benefit	Present Worth Cost	Nett Present Value
		i=4.94%			5.09%			
		(F/P, i, n)	Saving BOK+VOT	Biaya Investasi	(P/F, i, n)			
0	2020					Rp483,332,891,760	Rp483,332,891,760	Rp483,332,891,760
	2021							
	2022	1.000		Rp483,332,891,760	1.000			
1	2023	1.049	Rp41,552,916,657	Rp14,286,000,000	0.952	Rp39,541,459,790	Rp13,594,455,937	Rp25,947,003,853
2	2024	1.101	Rp46,196,547,304	Rp15,733,076,132	0.906	Rp41,832,314,041	Rp14,246,756,954	Rp27,585,557,087
3	2025	1.156	Rp52,199,466,326	Rp16,510,686,963	0.862	Rp44,980,017,466	Rp14,227,175,874	Rp30,752,841,591
4	2026	1.213	Rp61,664,824,615	Rp17,326,731,385	0.820	Rp50,564,095,519	Rp14,207,621,707	Rp36,356,473,812
5	2027	1.273	Rp67,251,053,890	Rp18,183,108,986	0.780	Rp52,475,311,175	Rp14,188,094,416	Rp38,287,216,759
6	2028	1.336	Rp87,198,081,653	Rp19,081,813,243	0.743	Rp64,746,164,193	Rp14,168,593,963	Rp50,577,570,230
7	2029	1.402	Rp94,866,057,364	Rp20,024,936,160	0.707	Rp67,029,989,434	Rp14,149,120,312	Rp52,880,869,122
8	2030	1.471	Rp103,905,667,241	Rp21,014,673,140	0.672	Rp69,863,239,630	Rp14,129,673,427	Rp55,733,566,204
9	2031	1.544	Rp112,742,137,563	Rp22,053,328,093	0.640	Rp72,135,149,328	Rp14,110,253,269	Rp58,024,896,058
10	2032	1.620	Rp123,324,138,467	Rp23,143,318,800	0.609	Rp75,086,168,949	Rp14,090,859,803	Rp60,995,309,146
11	2033	1.700	Rp131,824,487,186	Rp24,287,182,545	0.579	Rp76,376,390,890	Rp14,071,492,992	Rp62,304,897,897
12	2034	1.784	Rp143,232,874,875	Rp25,487,582,012	0.551	Rp78,969,054,134	Rp14,052,152,799	Rp64,916,901,334

**Tabel 5. 26** Perhitungan BCR Ekonomi

13	2035	1.872	Rp154,870,046,576	Rp26,747,311,493	0.525	Rp81,251,772,134	Rp14,032,839,188	Rp67,218,932,946
14	2036	1.965	Rp168,491,175,957	Rp28,069,303,388	0.499	Rp84,118,933,901	Rp14,013,552,122	Rp70,105,381,779
15	2037	2.062	Rp181,514,723,334	Rp29,456,635,030	0.475	Rp86,234,220,541	Rp13,994,291,564	Rp72,239,928,976
16	2038	2.164	Rp196,339,941,649	Rp30,912,535,851	0.452	Rp88,762,112,018	Rp13,975,057,479	Rp74,787,054,540
17	2039	2.271	Rp213,834,474,856	Rp32,440,394,897	0.430	Rp91,991,537,984	Rp13,955,849,829	Rp78,035,688,155
18	2040	2.383	Rp232,956,341,131	Rp34,043,768,722	0.409	Rp95,366,507,342	Rp13,936,668,579	Rp81,429,838,763
19	2041	2.501	Rp253,295,226,287	Rp35,726,389,658	0.390	Rp98,673,272,439	Rp13,917,513,692	Rp84,755,758,747
20	2042	2.624	Rp274,465,638,225	Rp37,492,174,514	0.371	Rp101,744,675,924	Rp13,898,385,132	Rp87,846,290,792
21	2043	2.754	Rp296,759,000,140	Rp39,345,233,683	0.353	Rp104,683,635,588	Rp13,879,282,863	Rp90,804,352,725
			<b>TOTAL</b>	<b>Rp1,566,426,022,419</b>		<b>Rp778,172,583,663</b>	<b>Rp788,253,438,755</b>	
			<b>BCR</b>				<b>2.01</b>	
			<b>NPV</b>	<b>Rp</b>		<b>788,253,438,755</b>		

Berdasarkan tabel 5.25 diatas didapatkan sebagai berikut :

- Present Worth Cost = Rp.778,172,583,663.00
- Present Worth Benefit = Rp.1,566,426,022,419.00

Sehingga didapatkan nilai BCR adalah :

$$\text{BCR} = \text{Benefit} / \text{Cost}$$

$$\text{BCR} = \frac{1,566,426,022,419.00}{778,172,583,663.00}$$

$$\text{BCR} = 2,01 > 1 \quad (\text{Layak})$$

#### **5.4.2 Analisa Net Present Value (NPV)**

Analisis NPV ini dilakukan dengan cara menghitung selisih antara *benefit* dan *cost* atau dengan kata lain disebut sebagai penghematan. Contoh perhitungan sebagai berikut :

- Biaya Investasi = Rp.483,332,891,760.00
- Biaya Pemeliharaan = Rp.14.286.000.000,00
- Tingkat Suku Bunga = 5,09%

Perhitungan NPV segi ekonomi disajikan pada tabel 5.27.

**Tabel 5. 27 Perhitungan NPV**

No	Tahun	inflasi	Total Benefit i=4.94%	Total Cost (F/P, i, n)	Discount Rate	Present Worth Benefit	Present Worth Cost	Nett Present Value	Kumulatif Nett Present Value
		0.051							
		(P/F, i, n)							
0	2020	1.000	Saving BOK+VOT	Rp483,332,891,760	1.000		Rp483,332,891,760	-Rp483,332,891,760	-Rp483,332,891,760
	2021								
	2022								
1	2023	1.049	Rp41,552,916,657	Rp14,286,000,000	0.952	Rp39,541,459,790	Rp13,594,455,937	Rp25,947,003,853	-Rp457,385,887,907
2	2024	1.101	Rp46,196,547,304	Rp15,733,076,132	0.906	Rp41,832,314,041	Rp14,246,756,954	Rp27,585,557,087	-Rp429,800,330,821
3	2025	1.156	Rp52,199,466,326	Rp16,510,686,963	0.862	Rp44,980,017,466	Rp14,227,175,874	Rp30,752,841,591	-Rp399,047,489,229
4	2026	1.213	Rp61,664,824,615	Rp17,326,731,385	0.820	Rp50,564,095,519	Rp14,207,621,707	Rp36,356,473,812	-Rp362,691,015,417
5	2027	1.273	Rp67,251,053,890	Rp18,183,108,986	0.780	Rp52,475,311,175	Rp14,188,094,416	Rp38,287,216,759	-Rp324,403,798,658
6	2028	1.336	Rp87,198,081,653	Rp19,081,813,243	0.743	Rp64,746,164,193	Rp14,168,593,963	Rp50,577,570,230	-Rp273,826,228,428
7	2029	1.402	Rp94,866,057,364	Rp20,024,936,160	0.707	Rp67,029,989,434	Rp14,149,120,312	Rp52,880,869,122	-Rp220,945,359,307
8	2030	1.471	Rp103,905,667,241	Rp21,014,673,140	0.672	Rp69,863,239,630	Rp14,129,673,427	Rp55,733,566,204	-Rp165,211,793,103
9	2031	1.544	Rp112,742,137,563	Rp22,053,328,093	0.640	Rp72,135,149,328	Rp14,110,253,269	Rp58,024,896,058	-Rp107,186,897,045
10	2032	1.620	Rp123,324,138,467	Rp23,143,318,800	0.609	Rp75,086,168,949	Rp14,090,859,803	Rp60,995,309,146	-Rp46,191,587,899
11	2033	1.700	Rp131,824,487,186	Rp24,287,182,545	0.579	Rp76,376,390,890	Rp14,071,492,992	Rp62,304,897,897	Rp16,113,309,999
12	2034	1.784	Rp143,232,874,875	Rp25,487,582,012	0.551	Rp78,969,054,134	Rp14,052,152,799	Rp64,916,901,334	Rp81,030,211,333
13	2035	1.872	Rp154,870,046,576	Rp26,747,311,493	0.525	Rp81,251,772,134	Rp14,032,839,188	Rp67,218,932,946	Rp148,249,144,279
14	2036	1.965	Rp168,491,175,957	Rp28,069,303,388	0.499	Rp84,118,933,901	Rp14,013,552,122	Rp70,105,381,779	Rp218,354,526,058
15	2037	2.062	Rp181,514,723,334	Rp29,456,635,030	0.475	Rp86,234,220,541	Rp13,994,291,564	Rp72,239,928,976	Rp290,594,455,034
16	2038	2.164	Rp196,339,941,649	Rp30,912,535,851	0.452	Rp88,762,112,018	Rp13,975,057,479	Rp74,787,054,540	Rp365,381,509,574
17	2039	2.271	Rp213,834,474,856	Rp32,440,394,897	0.430	Rp91,991,537,984	Rp13,955,849,829	Rp78,035,688,155	Rp443,417,197,728
18	2040	2.383	Rp232,956,341,131	Rp34,043,768,722	0.409	Rp95,366,507,342	Rp13,936,668,579	Rp81,429,838,763	Rp524,847,036,492
19	2041	2.501	Rp253,295,226,287	Rp35,726,389,658	0.390	Rp98,673,272,439	Rp13,917,513,692	Rp84,755,758,747	Rp609,602,795,238
20	2042	2.624	Rp274,465,638,225	Rp37,492,174,514	0.371	Rp101,744,675,924	Rp13,898,385,132	Rp87,846,290,792	Rp697,449,086,030
21	2043	2.754	Rp296,759,000,140	Rp39,345,233,683	0.353	Rp104,683,635,588	Rp13,879,282,863	Rp90,804,352,725	Rp788,253,438,755
		Total		Rp1,566,426,022,419		Rp294,839,691,903		Rp1,271,586,330,515	

Berdasarkan tabel 5.27 diatas didapatkan hasil yaitu :

- *Present Worth Benefit* = Rp. 1,566,426,022,419.00
- *Present Worth Cost* = Rp. 294,839,691,903.00

Sehingga didapatkan nilai NPV yaitu :

$$\text{NPV} = \text{Benefit} - \text{Cost}$$

$$\text{NPV} = \text{Rp.} 1,566,426,022,419 - \text{Rp.} 294,839,691,903$$

$$\text{NPV} = \text{Rp} 1,271,586,330,515 > 0 \quad (\text{Layak})$$

### 5.4.3 Analisis Internal Rate of Return (IRR)

Analisis *Internal Rate of Return* ialah tingkat pengembalian yang menghasilkan NPV sama dengan nol (0). Analisis IRR ini dihitung dengan cara membandingkan tingkat suku bunga yang menghasilkan nilai  $\text{NPV} = \text{negatif}$ , dan  $\text{NPV} = \text{positif}$  lalu dicari tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV sama dengan nol (0). Nilai IRR dinyatakan dalam persen, semakin tinggi nilai IRR terhadap suku bunga acuan BI *rate*, maka layak secara ekonomi.

Pada tugas akhir ini, perhitungan IRR dilakukan dengan cara membandingkan tingkat suku bunga yang menghasilkan nilai NPV positif yaitu sebesar 14,50%, dan tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV negatif yaitu sebesar 15,00%. Hasil dari perhitungan IRR disajikan pada tabel 5.29 sebagai berikut

**Tabel 5. 28** Perhitungan IRR Ekonomi

Th ke	Tahun	Total Benefit	Total Cost	NPV 1				NPV 2			
				i=14.5000%				i=15.0%			
		Saving BOK+VOT	Biaya Investasi	(P/F, i, n)	PWB	PWC	NPV	(P/F, i, n)	PWB	PWC	NPV
	2020	Rp483.332.891,760	1.000		Rp483.332.891,760	Rp483.332.891,760	1.000		Rp483.332.891,760	Rp483.332.891,760	Rp483.332.891,760
	2021										
	2022										
1	2023	Rp41.552.916,657	Rp14.286.000,000	0.873	Rp36.290.756,906	Rp12.476.855,895	Rp23.813.901,011	0.870	Rp36.132.971,006	Rp12.422.608,696	Rp23.710.362,311
2	2024	Rp46.196.547,304	Rp15.733.076,132	0.763	Rp35.236.969,016	Rp12.000.592,004	Rp23.236.377,012	0.756	Rp34.931.226,695	Rp11.896.465,884	Rp23.034.760,811
3	2025	Rp52.199.466,326	Rp16.510.686,963	0.666	Rp34.773.595,896	Rp10.998.885,560	Rp23.774.710,336	0.658	Rp34.321.996,433	Rp10.856.044,687	Rp23.465.951,747
4	2026	Rp61.664.824,615	Rp17.326.731,385	0.582	Rp35.876.953,187	Rp10.080.792,795	Rp25.796.160,212	0.572	Rp35.257.063,612	Rp9.906.614,905	Rp25.350.448,708
5	2027	Rp67.251.053,890	Rp18.183.108,986	0.508	Rp34.172.099,415	Rp9.239.334,880	Rp24.932.764,535	0.497	Rp33.435.659,418	Rp9.040.218,763	Rp24.395.440,655
6	2028	Rp87.198.081,653	Rp19.081.813,243	0.444	Rp38.696.707,126	Rp8.468.114,487	Rp30.228.592,639	0.432	Rp37.698.137,009	Rp8.249.594,445	Rp29.448.542,564
7	2029	Rp94.866.057,364	Rp20.024.936,160	0.388	Rp36.768.206,399	Rp7.761.268,954	Rp29.006.937,445	0.376	Rp35.663.664,795	Rp7.528.115,225	Rp28.135.549,570
8	2030	Rp103.905.667,241	Rp21.014.673,140	0.338	Rp35.171.860,515	Rp7.113.424,821	Rp28.058.435,694	0.327	Rp33.966.946,934	Rp6.869.733,926	Rp27.097.213,008
9	2031	Rp12.742.137,563	Rp22.053.328,093	0.296	Rp33.330.120,562	Rp6.519.657,157	Rp26.810.463,404	0.284	Rp32.048.351,962	Rp6.268.932,237	Rp25.779.419,725
10	2032	Rp123.324.138,467	Rp23.143.318,800	0.258	Rp31.841.478,371	Rp5.975.452.123	Rp25.866.026,248	0.247	Rp30.483.840,925	Rp5.720.674,456	Rp24.763.166,468
11	2033	Rp131.824.487,186	Rp24.287.182,545	0.225	Rp29.725.949,600	Rp5.476.672,655	Rp24.249.276,945	0.215	Rp28.334.780,108	Rp5.220.365,287	Rp23.114.414,822
12	2034	Rp143.232.874,875	Rp25.487.582,012	0.197	Rp28.208.297,077	Rp5.019.527,017	Rp23.188.770,060	0.187	Rp26.771.248,456	Rp4.763.811,319	Rp22.007.437,137
13	2035	Rp154.870.046,576	Rp26.747.311,493	0.172	Rp26.637.661,892	Rp4.600.539,974	Rp22.037.121,917	0.163	Rp25.170.712,222	Rp4.347.185,884	Rp20.823.526,338
14	2036	Rp168.491.175,957	Rp28.069.303,388	0.150	Rp25.310.478,049	Rp4.216.526,374	Rp21.093.951,675	0.141	Rp23.812.631,781	Rp3.966.996,978	Rp19.845.634,802
15	2037	Rp181.514.723,334	Rp29.456.635,030	0.131	Rp23.813.846,938	Rp3.864.566,934	Rp19.949.280,004	0.123	Rp22.307.158,481	Rp3.620.057,998	Rp18.687.100,483
16	2038	Rp196.339.941,649	Rp30.912.535,851	0.115	Rp22.496.806,391	Rp3.541.986,049	Rp18.954.820,343	0.107	Rp20.981.822,656	Rp3.303.461,026	Rp17.678.361,630
17	2039	Rp213.834.474,856	Rp32.440.394,897	0.100	Rp21.398.555,177	Rp3.246.331,447	Rp18.152.223,730	0.093	Rp19.870.758,190	Rp3.014.552,462	Rp16.856.205,728
18	2040	Rp232.956.341,131	Rp34.043.768,722	0.087	Rp20.359.906,367	Rp2.975.355,554	Rp17.384.550,812	0.081	Rp18.824.064,843	Rp2.750.910,779	Rp16.073.154,064
19	2041	Rp253.295.226,287	Rp35.726.389,658	0.076	Rp19.334.046,471	Rp2.726.998,404	Rp16.607.048,067	0.070	Rp17.797.870,328	Rp2.510.326,230	Rp15.287.544,098
20	2042	Rp274.465.638,225	Rp37.492.174,514	0.067	Rp18.296.930,865	Rp2.499.371,978	Rp15.797.558,887	0.061	Rp16.769.927,055	Rp2.290.782,321	Rp14.479.144,734
21	2043	Rp296.759.000,140	Rp39.345.233,683	0.058	Rp17.277.809,407	Rp2.290.745,852	Rp14.987.063,555	0.053	Rp15.767.006,684	Rp2.090.438,916	Rp13.676.567,768
<b>JUMLAH</b>								<b>-Rp9.406.857,229</b>			<b>-Rp29.622.944,588</b>

Berdasarkan tabel 5.28 diatas , didapatkan hasil sebagai berikut :

- i = 14,50% NPV1 = - Rp. 9,406,857,229.00
- i = 15,00% NPV2 = - Rp. 29,622,944,588.00

dari kedua NPV tersebut kemudian di interpolasi untuk mencari tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV = 0, dengan cara sebagai berikut :

$$eIRR = I1 + \frac{0 - NPV1}{NPV2 - NPV1} (I2 - I1)$$

$$eIRR = 14,50 \% + \frac{0 - (-9.406.857.299)}{-29.622.944.588 - (-9.406.857.299)} (15,00\% - 14,50\%)$$

$$eIRR = 14,267 \% > 5,09\% \quad \text{(LAYAK)}$$

dari perhitungan diatas kemudian dilakukan cek ulang dengan cara memasukan tingkat suku bunga yang menghasilkan NPV = 0 pada arus kas untuk memastikan apakah pada tingkat suku bunga tersebut menghasilkan NPV = 0. Hasil cek tersebut dapat dilihat pada tabel 5.29 sebagai berikut.

**Tabel 5. 29 IRR Check**

`	Tahun	inflasi	Total Benefit	Total Cost	Discount Rate	Present Worth Benefit	Present Worth Cost	Nett Present Value	Kumulatif Nett Present Value
		0.0494252			0.142673423				
		(F/P, i, n)			Saving BOK+VOT	Biaya Investasi	(P/F, i, n)		
0	2020	1	Rp483,332,891,760	1			Rp483,332,891,760	-Rp483,332,891,760	-Rp483,332,891,760
	2021								
	2022								
1	2023	1.049425225	Rp41,552,916,657	Rp14,286,000,000	0.875140683	Rp36,364,647,873	Rp12,502,259,800	Rp23,862,388,073	-Rp459,470,503,687
2	2024	1.101293303	Rp46,196,547,304	Rp15,733,076,132	0.765871215	Rp35,380,605,832	Rp12,049,510,139	Rp23,331,095,693	-Rp436,139,407,994
3	2025	1.155724973	Rp52,199,466,326	Rp16,510,686,963	0.670245059	Rp34,986,434,373	Rp11,066,206,353	Rp23,920,228,020	-Rp412,219,179,975
4	2026	1.21284694	Rp61,664,824,615	Rp17,326,731,385	0.586558719	Rp36,170,040,510	Rp10,163,145,359	Rp26,006,895,151	-Rp386,212,284,824
5	2027	1.272792173	Rp67,251,053,890	Rp18,183,108,986	0.513321398	Rp34,521,404,983	Rp9,333,778,920	Rp25,187,626,063	-Rp361,024,658,761
6	2028	1.335700213	Rp87,198,081,653	Rp19,081,813,243	0.449228439	Rp39,171,858,082	Rp8,572,093,171	Rp30,599,764,911	-Rp330,424,893,850
7	2029	1.401717497	Rp94,866,057,364	Rp20,024,936,160	0.393138083	Rp37,295,459,915	Rp7,872,565,010	Rp29,422,894,905	-Rp301,001,998,945
8	2030	1.4709977	Rp103,905,667,241	Rp21,014,673,140	0.34405113	Rp35,748,862,267	Rp7,230,122,048	Rp28,518,740,219	-Rp272,483,258,726
9	2031	1.543702092	Rp112,742,137,563	Rp22,053,328,093	0.301093141	Rp33,945,884,356	Rp6,640,105,832	Rp27,305,778,524	-Rp245,177,480,202
10	2032	1.619999916	Rp123,324,138,467	Rp23,143,318,800	0.263498857	Rp32,495,769,575	Rp6,098,238,060	Rp26,397,531,515	-Rp218,779,948,687
11	2033	1.700068777	Rp131,824,487,186	Rp24,287,182,545	0.23059857	Rp30,398,538,247	Rp5,600,589,566	Rp24,797,948,681	-Rp193,982,000,006
12	2034	1.784095059	Rp143,232,874,875	Rp25,487,582,012	0.20180619	Rp28,905,280,786	Rp5,143,551,823	Rp23,761,728,963	-Rp170,220,271,043
13	2035	1.872274359	Rp154,870,046,576	Rp26,747,311,493	0.176608807	Rp27,351,414,188	Rp4,723,810,777	Rp22,627,603,411	-Rp147,592,667,632
14	2036	1.964811941	Rp168,491,175,957	Rp28,069,303,388	0.154557552	Rp26,041,583,714	Rp4,338,322,822	Rp21,703,260,892	-Rp125,889,406,740
15	2037	2.061923214	Rp181,514,723,334	Rp29,456,635,030	0.135259602	Rp24,551,609,196	Rp3,984,292,724	Rp20,567,316,472	-Rp105,322,090,268
16	2038	2.163834233	Rp196,339,941,649	Rp30,912,535,851	0.11837118	Rp23,240,990,636	Rp3,659,153,355	Rp19,581,837,281	-Rp85,740,252,987
17	2039	2.270782227	Rp213,834,474,856	Rp32,440,394,897	0.103591436	Rp22,151,420,234	Rp3,360,547,079	Rp18,790,873,155	-Rp66,949,379,833
18	2040	2.38301615	Rp232,956,341,131	Rp34,043,768,722	0.09065708	Rp21,119,141,594	Rp3,086,308,656	Rp18,032,832,938	-Rp48,916,546,895
19	2041	2.50079726	Rp253,295,226,287	Rp35,726,389,658	0.079337699	Rp20,095,860,346	Rp2,834,449,538	Rp17,261,410,807	-Rp31,655,136,087
20	2042	2.624399728	Rp274,465,638,225	Rp37,492,174,514	0.069431648	Rp19,056,601,539	Rp2,603,143,458	Rp16,453,458,081	-Rp15,201,678,006
21	2043	2.754111276	Rp296,759,000,140	Rp39,345,233,683	0.06076246	Rp18,031,806,796	Rp2,390,713,177	Rp15,641,093,619	Rp439,415,613
		<b>TOTAL</b>		<b>Rp617,025,215,041</b>		<b>Rp616,585,799,428</b>		<b>Rp439,415,613</b>	
		<b>BCR</b>		<b>1.000712659</b>					
		<b>NPV</b>		<b>Rp439,415,613</b>					

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB VI**

## **PENUTUP**

### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan pada Bab IV , dan Bab V maka dapat disimpulkan bahwa :

#### 1. Derajat Kejemuhan ( $D_J$ )

- a) Berdasarkan hasil analisis volume lalu lintas sebelum adanya jalan lingkar (*without project*), maka didapatkan nilai derajat kejemuhan ( $D_J$ ) pada jalan eksisting pada tahun 2023 – hingga akhir masa konsesi sebelum adanya jalan lingkar. Hasil derajat kejemuhan pada tahun 2023 adalah sebagai berikut :
  - Jalan Singosari - Bugis = 1,082
  - Jalan Bugis – Mayjen Sungkono = 0,639
  - Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun = 0,787
- b) Berdasarkan hasil analisis volume lalu lintas setelah adanya jalan lingkar timur (*With Project*), maka didapatkan nilai ( $D_J$ ) pada jalan eksisting dan jalan lingkar pada tahun 2023 sebagai berikut :
  - Jalan Singosari - Bugis = 0,32
  - Jalan Bugis – Mayjen Sungkono = 0,149
  - Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun = 0,184
  - Jalan Lingkar Segmen I (arah Bugis) = 0,619
  - Jalan Lingkar Segmen II (arah M.Sungkono) = 0,356
  - Jalan Lingkar Segmen III (arah Satsui Tubun)= 0,493

Berdasarkan hasil diatas, merupakan jawaban dari rumusan masalah yang pertama yaitu kondisi lalu lintas sebelum dan sesudah adanya jalan lingkar timur Malang Raya.

## 2. Presentase Perpindahan Kendaraan

Berdasarkan hasil analisis *trip assignment* menggunakan metode *smock*, presentase perpindahan yang berpindah dari jalan eksisting ke jalan lingkar timur adalah sebesar :

- Jalan Singosari – Bugis = 70,00%
- Jalan Bugis – Mayjen Sungkono = 76,67%
- Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun = 76,67%

## 3. Analisa Kelayakan

- a) Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) *without project* dan *with project* didapatkan *saving* BOK sebesar Rp 2.981.753.676,00 pada tahun pertama dibuka nya jalan lingkar timur, dan Rp.19.984.853.257,00 pada akhir umur rencana.
- b) Hasil perhitungan nilai waktu *without project* dan *with project* didapatkan *saving* nilai waktu pada tahun pertama sebesar Rp.38.571.162.982, dan Rp.276.774.146.883 pada akhir umur rencana.
- c) Hasil analisa kelayakan ekonomi didapatkan hasil berikut :
  - *Present worth benefit* = Rp.778,172,583,663.00
  - *Present worth cost* = Rp.1,566,426,022,419.00

Sehingga nilai dari BCR , NPV dan IRR sebagai berikut :

- BCR = 2,01 > 1
- NPV = Rp1,271,586,330,515 > 0
- IRR = 14,267 % > 5,09%

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa Jalan Lingkar Timur Malang Raya “**LAYAK**” dari segi ekonomi.

## 6.2. Saran

Hasil tugas akhir ini menunjukan bahwa Jalan Lingkar Timur Malang Raya layak secara ekonomi. Sehingga proyek ini harapannya segera beroperasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, Yessie dan Gde Kartika, A.A. Studi Kelayakan Jalan Arteri Lingkar Luar Barat Surabaya. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Andriansyah. (2015). *Manajemen Transportasi Dalam Kajian dan Teori*. Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Statistik Indonesia*.
- Badan Pusat Statistik Jawa Timur. (2016). *Luas Wilayah Menurut Kabupaten/Kota (km2) 2016*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kabupaten Malang. (2018). *Gresik dalam Angka 2018*.UJN
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2018). *Dalam Angka 2018*.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2015). *Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Untuk Jalan Perkotaan di Indonesia Pd T-18-2005*. Jakarta: Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Nomor 038/TBM/1997.
- Faridli, Muchammad Maulana dan Gde Kartika, A.A. Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Lingkar Barat Dalam Kota Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hasyyati, Lina. (2015). Studi Kelayakan Pembangunan Fly Over Jalan Akses Pelabuhan Teluk Lamong Ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi Jalan Raya. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota*. Jakarta: Kementerian PU RI.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). Kelayakan Ekonomi. Bandung, <URL:<https://fdokumen.com/document/modul-3-kelayakan-ekonomi-bpsdmpugoid-contoh-dan-tugas-identifikasi-biaya-investasi.html>> diakses pada Senin, 11 November 2019 Pukul: 18.32 WIB.

- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. (2014). Kapasitas Jalan Perkotaan. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan. (2005). Pedoman Biaya Operasi dan Kendaraan. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2004). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 tentang Jalan. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jakarta
- Sagala, Gumarang. Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Lingkar Probolinggo Ditinjau Dari Segi Teknik Lalu Lintas Dan Ekonomi. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tamin, Ofyar. (2014). Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. Bandung, <URL: [https://tekniksipilunwir.files.wordpress.com/2014/03/pere\\_ncanaan-dan-pemodelan-transportasi.pdf](https://tekniksipilunwir.files.wordpress.com/2014/03/pere_ncanaan-dan-pemodelan-transportasi.pdf)> diakses pada Rabu, 23 November 2019 Pukul: 13.30
- Vikannanda, I Made. Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Lingkar Barat Gresik. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yudhanto, Aryo W.Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya, Analisis Kelayakan Ekonomi Pembagunan Jalan Tembus Lawang-Batu. Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

## BIODATA PENULIS



Dini Sukma Salsabilla,

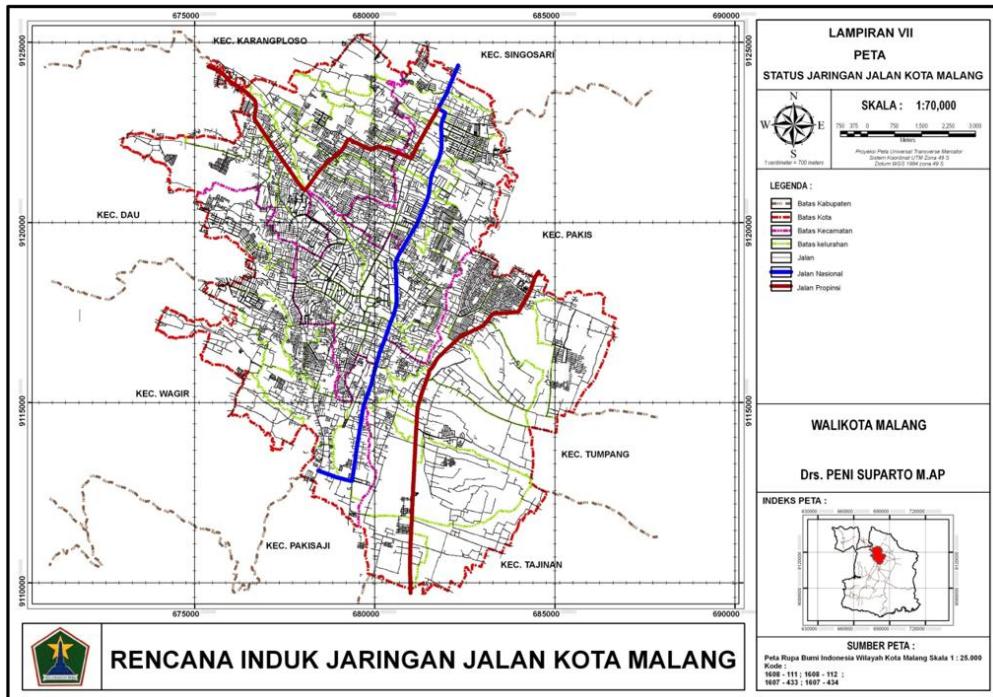
Dilahirkan di Gresik 23 Agustus 1998, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu, di SD Negeri Blimbing 1 Malang, SMP Negeri 8 Malang, dan SMA Negeri 10 Malang. Kemudian melanjutkan studi di Departemen Teknik Sipil ITS dengan NRP 0311111640000047. Ketika menjadi mahasiswi ITS, penulis tergabung dalam berbagai kegiatan kemahasiswaan di ITS. Diantaranya,

Unit Kegiatan Mahasiswa Pencinta Lingkungan Hidup Siklus ITS dan UKM Batminton. Penulis pernah menjabat selama 2 periode sebagai Bendahara Umum PLH SIKLUS ITS, Staff ahli Syiar Jamaah Majelis Manarul Ilmi, Staff Kemuslimahan LDJ AL-Hadiid Dept. Teknik Sipil dan Staff Departemen Dalam Negeri Himpunan Mahasiswa Sipil ITS. Selain aktif dilingkup ITS, penulis juga aktif kegiatan sosial kemasyarakatan yang dinaungi oleh ITS, penulis tergabung dalam relawan bencana alam Indonesia dan pernah terjun lapangan untuk *trauma healing* pada bencana gempa bumi lombok . Penulis saat menjadi mahasiswa teknik sipil ITS mengambil fokus studi bidang Perhubungan di Departemen Teknik Sipil ITS dan mengerjakan tugas akhir yang berjudul “Studi Kelayakan Jalan Lingkar Timur Malang Raya ditinjau dari Segi Ekonomi”. Kepada seluruh pembaca yang ingin berdiskusi memberikan saran atau masukan terkait penulisan Tugas Akhir ini, dapat menghubungi melalui email : [dini.sukma.salsabilla16@mhs.ce.its.ac.id](mailto:dini.sukma.salsabilla16@mhs.ce.its.ac.id)

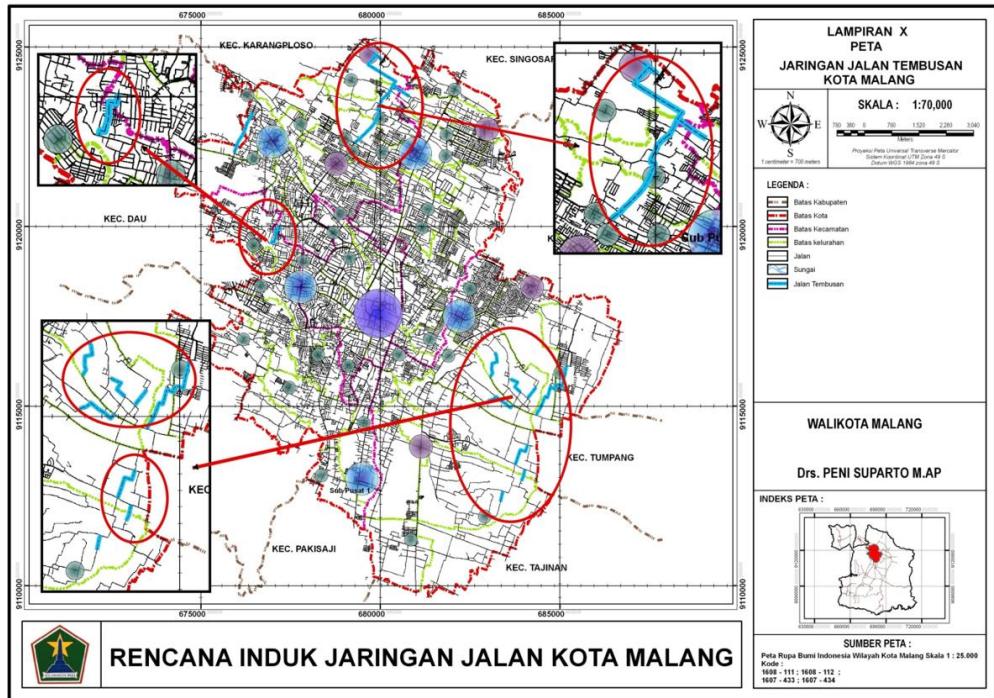
*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **LAMPIRAN**

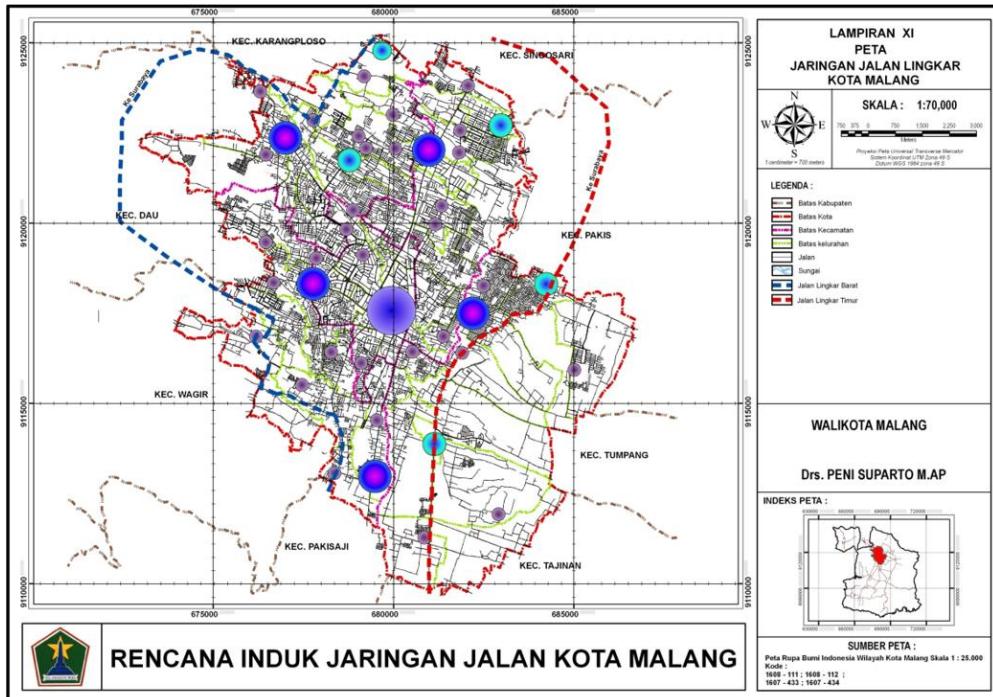
## Lampiran 1 Status Jalan Di Kota Malang



## Lampiran 2 Jaringan Jalan Tembusan Di Kota Malang



### Lampiran 3 Jaringan Jalan Lingkar Di Kota Malang



## Lampiran 4 Rencana Rute Jalan Lingkar Di Kota Malang

No.	Program Utama	Lokasi	Waktu Pelaksanaan				Sumber Pendanaan	Instansi Pelaksana
			Tahun 2012-2016	Tahun 2017-2021	Tahun 2022-2026	Tahun 2027-2032		
1	a. Pembangunan Jalan tembus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jalan Sudimoro - Jalan Ikan Lumba-Lumba, Belok ke Jl. Ikan Kakap - Jl. Ikan Tombro</li> <li>- Jalan Ikan Tombro Barat tembus ke arah kampus ITN Malang.</li> </ul>					APBD dan Swasta	
	• Sosialisasi							Bappeda, Developer, Dinas PU Bina Marga
	• Penyusunan <i>Feasibility Study</i> (Studi Kelayakan)							Eappeda, Dinas PU Bina Marga, Dinas Perhubungan.
	• Perijinan Pembangunan							Eappeda
	• Penyusunan AMDAL							Dinas Lingkungan Hidup
	• Pelaksanaan Pembangunan						APBD dan Swasta	Dinas PU Bina Marga, Developer
	b. Pembangunan jalan lingkar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jalan lingkar Barat yang terdiri atas ruas Jalan S. Supriyadi - Jalan Klayatan 3 - Jalan Kemantren 3 - Jalan Pelabuhan Tanjung Perak - jalan Pelabuhan Tanjung Emas - Jalan Embong selatan - Jalan Raya Mulyorejo - Jalan Bandulan - Jalan Bandulan Barat - Kabupaten Malang - Jalan Saxophone - Jalan Simpang Akordion - Jalan Akordion - Jalan Atletik - Jalan Raya Karanglo;</li> <li>• Jalan lingkar Timur yang terdiri atas ruas jalan Mayjen Sungkono - Jalan Ki Ageng Gribig - Jalan Wisnuwardhan a.</li> </ul>						
	• Sosialisasi						Bappeda, Developer, Dinas PU Bina Marga	
	• Penyusunan <i>Feasibility Study</i> (Studi Kelayakan)						Eappeda, Dinas PU Bina Marga, Dinas Perhubungan.	
	• Perijinan Pembangunan						Eappeda	
	• Penyusunan AMDAL						Dinas Lingkungan Hidup	
	• Pelaksanaan Pembangunan							Dinas PU Bina Marga, Developer

## Lampiran 5 Rencana Rute Jalan Lingkar Di Kota Malang

### Oleh Dinas Perhubungan Kota Malang

PEMERINTAH KOTA MALANG  
DINAS PERHUBUNGAN  
Penyusunan Naskah Akademik Tataran Transportasi Lokal



## BAB VI

### RENCANA PENGEMBANGAN SISTEM TRANSPORTASI

#### 6.1 RENCANA SISTEM PRASARANA WILAYAH

##### 6.1.1 Rencana Pengembangan Sistem Jaringan Transportasi

Berdasarkan Rencana Tataruang Wilayah Kota Malang 2011 – 2030, dalam rangka mendukung pengembangan wilayah, telah pula diakomodasi kebutuhan pengembangan jaringan transportasi. Rencana pengembangan jaringan jalan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.1

##### 1. Jaringan Jalan

Tabel 6.1 Rencana Pengembangan Sisitem Jaringan Jalan

Rencana	Keterangan
Rencana Jalan Tol Malang-Gempol	Gate dari jalan Tol yang berada di Kota Malang yaitu berada di sekitar pertigaan Madyopuro.Trase rencana pembangunan jalan tol ini nantinya akan berhimpit dengan rencana jalan lingkar timur.
Jalan Lingkar Timur (JLT)	Jl. Kebon Sari – Jl. S. Tubun – Jl. Gadang-Bumiayu – Jl. Meyjen. Sungkono – Jl. Raya Ki Ageng Gribig – Jl. Terusan Ki Ageng Gribig – Jl. Raya Bamban, tembus ke pertigaan Karanglo.
Jalan Lingkar Barat (JLB)	Gasek (batas permukiman) – Karang Besuki – Merjosari Sawah – Merjosari (dekat Kantor Graha Dewata) – Genting Utara – Vila Bukit Sengkaling – Pertigaan Mulyoagung – Pertigaan Sengkaling
Pembangunan jalan tembus	Universitas Muhamadiyah –jalan Saxophon - Tunggal Wulung – jalan Candi Panggung hingga masuk pada ruas jalan Soekarno Hatta

**Lampiran 6 Hasil *Forecasting Volume Kendaraan Jalan Arteri Bugis – Mayjen Sungkono Without Project***

a. Arah Bugis – Mayjen Sungkono

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)							
	Gol VI		Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2020	200,020	62,415	5,840	-	730	1,460	1,095	-
2021	209,881	65,492	6,128	-	771	1,542	1,157	-
2022	220,228	68,721	6,430	-	815	1,629	1,222	-
2023	231,085	72,109	6,747	-	860	1,721	1,291	-
2024	242,478	75,664	7,080	-	909	1,818	1,363	-
2025	254,432	79,394	7,429	-	960	1,920	1,440	-
2026	266,976	83,308	7,795	-	1,014	2,028	1,521	-
2027	280,137	87,415	8,179	-	1,071	2,142	1,607	-
2028	293,948	91,725	8,582	-	1,131	2,263	1,697	-
2029	308,440	96,247	9,006	-	1,195	2,390	1,793	-
2030	323,646	100,992	9,450	-	1,262	2,525	1,894	-
2031	339,602	105,971	9,915	-	1,333	2,667	2,000	-
2032	356,344	111,195	10,404	-	1,409	2,817	2,113	-
2033	373,912	116,677	10,917	-	1,488	2,976	2,232	-
2034	392,346	122,429	11,455	-	1,572	3,143	2,357	-
2035	411,688	128,465	12,020	-	1,660	3,320	2,490	-
2036	431,985	134,798	12,613	-	1,754	3,507	2,630	-
2037	453,281	141,444	13,234	-	1,852	3,705	2,778	-
2038	475,628	148,417	13,887	-	1,957	3,913	2,935	-
2039	499,077	155,734	14,572	-	2,067	4,133	3,100	-
2040	523,681	163,411	15,290	-	2,183	4,366	3,275	-
2041	549,499	171,468	16,044	-	2,306	4,612	3,459	-
2042	576,589	179,921	16,835	-	2,436	4,872	3,654	-
2043	605,015	188,791	17,665	-	2,573	5,146	3,859	-

b. Arah Mayjen Sungkono - Bugis

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)							
	Gol VI	Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2020	169,725	55,480	2,555	-	730	-	1,460	-
2021	178,092	58,215	2,681	-	771	-	1,542	-
2022	186,872	61,085	2,813	-	815	-	1,629	-
2023	196,085	64,097	2,952	-	860	-	1,721	-
2024	205,752	67,257	3,097	-	909	-	1,818	-
2025	215,896	70,572	3,250	-	960	-	1,920	-
2026	226,539	74,052	3,410	-	1,014	-	2,028	-
2027	237,708	77,702	3,578	-	1,071	-	2,142	-
2028	249,427	81,533	3,755	-	1,131	-	2,263	-
2029	261,724	85,553	3,940	-	1,195	-	2,390	-
2030	274,627	89,770	4,134	-	1,262	-	2,525	-
2031	288,166	94,196	4,338	-	1,333	-	2,667	-
2032	302,372	98,840	4,552	-	1,409	-	2,817	-
2033	317,279	103,713	4,776	-	1,488	-	2,976	-
2034	332,921	108,826	5,012	-	1,572	-	3,143	-
2035	349,334	114,191	5,259	-	1,660	-	3,320	-
2036	366,556	119,821	5,518	-	1,754	-	3,507	-
2037	384,627	125,728	5,790	-	1,852	-	3,705	-
2038	403,590	131,926	6,076	-	1,957	-	3,913	-
2039	423,487	138,430	6,375	-	2,067	-	4,133	-
2040	444,364	145,255	6,689	-	2,183	-	4,366	-
2041	466,272	152,416	7,019	-	2,306	-	4,612	-
2042	489,259	159,930	7,365	-	2,436	-	4,872	-
2043	513,379	167,814	7,728	-	2,573	-	5,146	-

**Lampiran 7 Hasil *Forecasting Volume Kendaraan Jalan Arteri Mayjen Sungkono – Satsui Tubun Without Project***

a. Arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)							
	Gol VI		Gol I		Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2020	245,645	87,600	7,300	365	1,095	5,475	4,015	-
2021	257,755	91,919	7,660	383	1,157	5,783	4,241	-
2022	270,463	96,450	8,038	402	1,222	6,109	4,480	-
2023	283,796	101,205	8,434	422	1,291	6,453	4,732	-
2024	297,788	106,195	8,850	442	1,363	6,816	4,998	-
2025	312,469	111,430	9,286	464	1,440	7,200	5,280	-
2026	327,873	116,924	9,744	487	1,521	7,605	5,577	-
2027	344,037	122,688	10,224	511	1,607	8,033	5,891	-
2028	360,998	128,736	10,728	536	1,697	8,486	6,223	-
2029	378,796	135,083	11,257	563	1,793	8,963	6,573	-
2030	397,470	141,743	11,812	591	1,894	9,468	6,943	-
2031	417,066	148,731	12,394	620	2,000	10,001	7,334	-
2032	437,627	156,063	13,005	650	2,113	10,564	7,747	-
2033	459,202	163,757	13,646	682	2,232	11,159	8,183	-
2034	481,841	171,830	14,319	716	2,357	11,787	8,644	-
2035	505,595	180,301	15,025	751	2,490	12,451	9,131	-
2036	530,521	189,190	15,766	788	2,630	13,152	9,645	-
2037	556,676	198,517	16,543	827	2,778	13,892	10,188	-
2038	584,120	208,304	17,359	868	2,935	14,674	10,761	-
2039	612,917	218,574	18,214	911	3,100	15,500	11,367	-
2040	643,134	229,349	19,112	956	3,275	16,373	12,007	-
2041	674,840	240,656	20,055	1,003	3,459	17,295	12,683	-
2042	708,110	252,521	21,043	1,052	3,654	18,269	13,397	-
2043	743,020	264,970	22,081	1,104	3,859	19,297	14,151	-

b. Arah Satsui Tubun - Mayjen Sungkono

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)								
	Gol VI		Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2020	236,155	81,760	5,110	-	1,095	1,460	1,460	-	
2021	247,797	85,791	5,362	-	1,157	1,542	1,542	-	
2022	260,014	90,020	5,626	-	1,222	1,629	1,629	-	
2023	272,833	94,458	5,904	-	1,291	1,721	1,721	-	
2024	286,283	99,115	6,195	-	1,363	1,818	1,818	-	
2025	300,397	104,001	6,500	-	1,440	1,920	1,920	-	
2026	315,207	109,129	6,821	-	1,521	2,028	2,028	-	
2027	330,746	114,509	7,157	-	1,607	2,142	2,142	-	
2028	347,052	120,154	7,510	-	1,697	2,263	2,263	-	
2029	364,162	126,078	7,880	-	1,793	2,390	2,390	-	
2030	382,115	132,293	8,268	-	1,894	2,525	2,525	-	
2031	400,953	138,815	8,676	-	2,000	2,667	2,667	-	
2032	420,720	145,659	9,104	-	2,113	2,817	2,817	-	
2033	441,462	152,840	9,552	-	2,232	2,976	2,976	-	
2034	463,226	160,375	10,023	-	2,357	3,143	3,143	-	
2035	486,063	168,281	10,518	-	2,490	3,320	3,320	-	
2036	510,026	176,578	11,036	-	2,630	3,507	3,507	-	
2037	535,170	185,283	11,580	-	2,778	3,705	3,705	-	
2038	561,554	194,417	12,151	-	2,935	3,913	3,913	-	
2039	589,238	204,002	12,750	-	3,100	4,133	4,133	-	
2040	618,288	214,059	13,379	-	3,275	4,366	4,366	-	
2041	648,769	224,613	14,038	-	3,459	4,612	4,612	-	
2042	680,754	235,686	14,730	-	3,654	4,872	4,872	-	
2043	714,315	247,305	15,457	-	3,859	5,146	5,146	-	

**Lampiran 8 Waktu Tempuh Perjalanan Bugis – Mayjen Sungkono Without Project**

No	Tahun	Panjang (km)	Kecepatan Tempuh (km/jam)					Waktu Tempuh Jalan Eksisting (menit)				
			KR	KBM	SM	BB	TB	KR	KBM	SM	BB	TB
1	2023	7.6	28.0	26.0	34.0	39.0	32.0	16.29	17.54	13.41	11.69	14.25
2	2024	7.6	27.0	25.0	33.0	37.0	31.0	16.89	18.24	13.82	12.32	14.71
3	2025	7.6	26.0	25.0	33.0	36.0	30.0	17.54	18.24	13.82	12.67	15.20
4	2026	7.6	26.0	24.0	32.0	35.0	30.0	17.54	19.00	14.25	13.03	15.20
5	2027	7.6	25.0	24.0	31.0	34.0	29.0	18.24	19.00	14.71	13.41	15.72
6	2028	7.6	24.0	23.0	29.0	33.0	28.0	19.00	19.83	15.72	13.82	16.29
7	2029	7.6	24.0	22.0	28.0	31.0	27.0	19.00	20.73	16.29	14.71	16.89
8	2030	7.6	22.0	21.0	27.0	30.0	25.0	20.73	21.71	16.89	15.20	18.24
9	2031	7.6	21.0	20.0	26.0	29.0	24.0	21.71	22.80	17.54	15.72	19.00
10	2032	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
11	2033	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
12	2034	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
13	2035	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
14	2036	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
15	2037	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
16	2038	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
17	2039	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
18	2040	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
19	2041	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
20	2042	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80
21	2043	7.6	19.9	18.5	24.8	27.9	23.0	22.90	24.61	18.42	16.36	19.80

**Lampiran 9 Waktu Tempuh Perjalanan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun Without Project**

No	Tahun	Panjang (km)	Kecepatan Tempuh (km/jam)					Waktu Tempuh Jalan Eksisting (menit)				
			KR	KBM	SM	BB	TB	KR	KBM	SM	BB	TB
1	2023	5.58	25.0	24.0	31.0	34.0	29.0	13.39	62.50	46.45	54.71	70.34
2	2024	5.58	25.0	23.0	30.0	33.0	28.0	13.39	65.22	46.00	54.55	70.71
3	2025	5.58	24.0	22.0	29.0	32.0	27.0	13.95	65.45	45.52	54.38	71.11
4	2026	5.58	22.0	21.0	27.0	30.0	26.0	15.22	62.86	46.67	54.00	69.23
5	2027	5.58	21.0	20.0	26.0	29.0	24.0	15.94	63.00	46.15	53.79	72.50
6	2028	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
7	2029	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
8	2030	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
9	2031	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
10	2032	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
11	2033	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
12	2034	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
13	2035	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
14	2036	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
15	2037	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
16	2038	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
17	2039	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
18	2040	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
19	2041	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
20	2042	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00
21	2043	5.58	19.9	18.5	18.5	18.5	18.5	16.81	64.48	60.00	60.00	60.00

**Lampiran 10 Trip Assignment Metode Smock Jalan Bugis – Mayjen Sungkono**

Incr.	FV	d	TT	Qs		FV	d	TT	Qs	
	50.32	7.6	9.06	2372		61.96	6.82	6.60	3263	
	Jalan Bugis – Mayjen Sungkono					Jalan lingkar timur segmen 2				
	V1 Inc.	V1	V1/Qs	t1		V2 Inc.	V2	V2/Qs	t2	
0	0	0	0	0.000	1.192	0	0	0	0.968	
1	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	50.59	0.016	0.984	
2	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	101.19	0.031	0.999	
3	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	151.78	0.047	1.014	
4	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	202.37	0.062	1.030	
5	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	252.96	0.078	1.046	
6	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	303.56	0.093	1.063	
7	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	354.15	0.109	1.079	
8	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	404.74	0.124	1.096	
9	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	455.33	0.140	1.113	
10	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	505.93	0.155	1.131	
11	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	556.52	0.171	1.148	
12	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	607.11	0.186	1.166	
13	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	657.71	0.202	1.185	
14	50.59	0	0	0.000	1.192	50.59	708.30	0.217	1.203	
15	50.59	50.59	51	0.021	1.218	0	708.30	0.217	1.203	
16	50.59	0	51	0.021	1.218	50.59	758.89	0.233	1.222	
17	50.59	50.59	101	0.043	1.244	0	758.89	0.233	1.222	
18	50.59	0	101	0.043	1.244	50.59	809.48	0.248	1.241	
19	50.59	0	101	0.043	1.244	50.59	860.08	0.264	1.260	
20	50.59	50.59	152	0.064	1.271	0	860.08	0.264	1.260	
21	50.59	0	152	0.064	1.271	50.59	910.67	0.279	1.280	
22	50.59	50.59	202	0.085	1.298	0	910.67	0.279	1.280	
23	50.59	0	202	0.085	1.298	50.59	961.26	0.295	1.300	
24	50.59	50.59	253	0.107	1.326	0	961.26	0.295	1.300	
25	50.59	0	253	0.107	1.326	50.59	1011.86	0.310	1.321	
26	50.59	0	253	0.107	1.326	50.59	1062.45	0.326	1.341	
27	50.59	50.59	304	0.128	1.355	0	1062.45	0.326	1.341	
28	50.59	0	304	0.128	1.355	50.59	1113.04	0.341	1.362	
29	50.59	50.59	354	0.149	1.384	0	1113.04	0.341	1.362	
30	50.59	0	354	0.149	1.384	50.59	1163.63	0.357	1.383	
Jumlah	1518	354			1164					
%		23.33%			76.67%					

**Lampiran 11 Trip Assignment Metode Smock Jalan  
Mayjen Sungkono – Satsui Tubun**

Incr.	FV	d	TT	Qs		FV	d	TT	Qs
	46.01	5.58	7.28	2668		61.96	5.23	5.06	3263
	Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun				Jalan lingkar timur segmen 3				
V1 Inc.	V1	V1/Qs	t1		V2 Inc.	V2	V2/Qs	t2	
0	0	0	0.000	1.304	0	0	0	0.968	
1	70.05	0	0.000	1.304	70.05	70.05	0.021	0.989	
2	70.05	0	0.000	1.304	70.05	140.11	0.043	1.011	
3	70.05	0	0.000	1.304	70.05	210.16	0.064	1.033	
4	70.05	0	0.000	1.304	70.05	280.21	0.086	1.055	
5	70.05	0	0.000	1.304	70.05	350.26	0.107	1.078	
6	70.05	0	0.000	1.304	70.05	420.32	0.129	1.102	
7	70.05	0	0.000	1.304	70.05	490.37	0.150	1.125	
8	70.05	0	0.000	1.304	70.05	560.42	0.172	1.150	
9	70.05	0	0.000	1.304	70.05	630.48	0.193	1.175	
10	70.05	0	0.000	1.304	70.05	700.53	0.215	1.200	
11	70.05	0	0.000	1.304	70.05	770.58	0.236	1.226	
12	70.05	0	0.000	1.304	70.05	840.64	0.258	1.253	
13	70.05	0	0.000	1.304	70.05	910.69	0.279	1.280	
14	70.05	0	0.000	1.304	70.05	980.74	0.301	1.308	
15	70.05	70.05	70	0.026	1.339	0	980.74	0.301	1.308
16	70.05	0	70	0.026	1.339	70.05	1050.79	0.322	1.336
17	70.05	0	70	0.026	1.339	70.05	1120.85	0.344	1.365
18	70.05	70.05	140	0.053	1.374	0	1120.85	0.344	1.365
19	70.05	0	140	0.053	1.374	70.05	1190.90	0.365	1.395
20	70.05	70.05	210	0.079	1.411	0	1190.90	0.365	1.395
21	70.05	0	210	0.079	1.411	70.05	1260.95	0.386	1.425
22	70.05	70.05	280	0.105	1.448	0	1260.95	0.386	1.425
23	70.05	0	280	0.105	1.448	70.05	1331.01	0.408	1.456
24	70.05	70.05	350	0.131	1.487	0	1331.01	0.408	1.456
25	70.05	0	350	0.131	1.487	70.05	1401.06	0.429	1.488
26	70.05	70.05	420	0.158	1.526	0	1401.06	0.429	1.488
27	70.05	0	420	0.158	1.526	70.05	1471.11	0.451	1.520
28	70.05	0	420	0.158	1.526	70.05	1541.17	0.472	1.553
29	70.05	70.05	490	0.184	1.567	0	1541.17	0.472	1.553
30	70.05	0	490	0.184	1.567	70.05	1611.22	0.494	1.587
Jumlah	2102	490			1611				
%		23.33%			76.67%				

**Lampiran 12 Hasil Forecast Jalan Nasional Bugis –  
Mayjen Sungkono With Project**

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)							
	Gol VI	Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
		SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB
2020	200020	62415	5840	0	730	1460	1095	0
2021	209881	65492	6128	0	771	1542	1157	0
2022	220228	68721	6430	0	815	1629	1222	0
2023	53920	16825	1574	0	201	402	301	0
2024	56578	17655	1652	0	212	424	318	0
2025	59367	18525	1733	0	224	448	336	0
2026	62294	19439	1819	0	237	473	355	0
2027	65365	20397	1908	0	250	500	375	0
2028	68588	21402	2003	0	264	528	396	0
2029	71969	22458	2101	0	279	558	418	0
2030	75517	23565	2205	0	295	589	442	0
2031	79240	24726	2314	0	311	622	467	0
2032	83147	25945	2428	0	329	657	493	0
2033	87246	27225	2547	0	347	694	521	0
2034	91547	28567	2673	0	367	733	550	0
2035	96061	29975	2805	0	387	775	581	0
2036	100796	31453	2943	0	409	818	614	0
2037	105766	33004	3088	0	432	864	648	0
2038	110980	34631	3240	0	457	913	685	0
2039	116451	36338	3400	0	482	964	723	0
2040	122192	38129	3568	0	509	1019	764	0
2041	128216	40009	3744	0	538	1076	807	0
2042	134537	41982	3928	0	568	1137	853	0
2043	141170	44051	4122	0	600	1201	901	0

**Lampiran 13 Hasil Forecast Jalan Nasional Mayjen Sungkono - Bugis With Project**

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)							
	Gol VI		Gol I		Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2020	169725	55480	2555	0	730	0	1460	0
2021	178092	58215	2681	0	771	0	1542	0
2022	186872	61085	2813	0	815	0	1629	0
2023	45753	14956	689	0	201	0	402	0
2024	48009	15693	723	0	212	0	424	0
2025	50376	16467	758	0	224	0	448	0
2026	52859	17279	796	0	237	0	473	0
2027	55465	18131	835	0	250	0	500	0
2028	58200	19024	876	0	264	0	528	0
2029	61069	19962	919	0	279	0	558	0
2030	64080	20946	965	0	295	0	589	0
2031	67239	21979	1012	0	311	0	622	0
2032	70554	23063	1062	0	329	0	657	0
2033	74032	24200	1114	0	347	0	694	0
2034	77682	25393	1169	0	367	0	733	0
2035	81511	26645	1227	0	387	0	775	0
2036	85530	27958	1288	0	409	0	818	0
2037	89746	29336	1351	0	432	0	864	0
2038	94171	30783	1418	0	457	0	913	0
2039	98814	32300	1488	0	482	0	964	0
2040	103685	33893	1561	0	509	0	1019	0
2041	108797	35564	1638	0	538	0	1076	0
2042	114160	37317	1719	0	568	0	1137	0
2043	119788	39157	1803	0	600	0	1201	0

**Lampiran 14 Hasil Forecast Jalan Nasional Mayjen Sungkono – Satsui Tubun With Project**

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)							
	Gol VI	Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2020	275575	63145	6205	0	730	4745	1460	0
2021	289161	66258	6511	0	771	5012	1542	0
2022	70797	16222	1594	0	190	1235	380	0
2023	74287	17022	1673	0	201	1305	402	0
2024	77950	17861	1755	0	212	1378	424	0
2025	81793	18742	1842	0	224	1456	448	0
2026	85825	19666	1932	0	237	1538	473	0
2027	90056	20635	2028	0	250	1625	500	0
2028	94496	21653	2128	0	264	1716	528	0
2029	99155	22720	2233	0	279	1813	558	0
2030	104043	23840	2343	0	295	1915	589	0
2031	109172	25016	2458	0	311	2022	622	0
2032	114555	26249	2579	0	329	2136	657	0
2033	120202	27543	2707	0	347	2257	694	0
2034	126128	28901	2840	0	367	2384	733	0
2035	132346	30326	2980	0	387	2518	775	0
2036	138871	31821	3127	0	409	2660	818	0
2037	145717	33390	3281	0	432	2809	864	0
2038	152901	35036	3443	0	457	2967	913	0
2039	160439	36763	3613	0	482	3135	964	0
2040	168349	38575	3791	0	509	3311	1019	0
2041	176648	40477	3978	0	538	3497	1076	0
2042	185357	42473	4174	0	568	3694	1137	0
2043	194495	44566	4379	0	600	3902	1201	0

**Lampiran 15 Hasil Forecast Jalan Satsui Tubun -  
Mayjen Sungkono With Project**

Tahun	Volume Lalu Lintas (Tipe Kendaraan) (kend/tahun)								
	Gol VI		Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	SM	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
<b>2021</b>	245645	87600	7300	365	1095	5475	4015	0	
<b>2022</b>	257755	91919	7660	383	1157	5783	4241	0	
<b>2023</b>	63108	22505	1875	94	285	1425	1045	0	
<b>2024</b>	66219	23615	1968	98	301	1506	1104	0	
<b>2025</b>	69484	24779	2065	103	318	1590	1166	0	
<b>2026</b>	72909	26000	2167	108	336	1680	1232	0	
<b>2027</b>	76504	27282	2274	114	355	1775	1301	0	
<b>2028</b>	80275	28627	2386	119	375	1874	1375	0	
<b>2029</b>	84233	30039	2503	125	396	1980	1452	0	
<b>2030</b>	88386	31519	2627	131	418	2091	1534	0	
<b>2031</b>	92743	33073	2756	138	442	2209	1620	0	
<b>2032</b>	97315	34704	2892	145	467	2334	1711	0	
<b>2033</b>	102113	36415	3035	152	493	2465	1808	0	
<b>2034</b>	107147	38210	3184	159	521	2604	1909	0	
<b>2035</b>	112429	40094	3341	167	550	2750	2017	0	
<b>2036</b>	117972	42070	3506	175	581	2905	2130	0	
<b>2037</b>	123788	44144	3679	184	614	3069	2250	0	
<b>2038</b>	129891	46321	3860	193	648	3241	2377	0	
<b>2039</b>	136295	48604	4050	203	685	3424	2511	0	
<b>2040</b>	143014	51001	4250	213	723	3617	2652	0	
<b>2041</b>	150065	53515	4460	223	764	3820	2802	0	
<b>2042</b>	157463	56153	4679	234	807	4035	2959	0	
<b>2043</b>	165226	58921	4910	246	853	4263	3126	0	

**Lampiran 16 Hasil Forecast Jalan Lingkar Timur Segmen 1  
(arah Singosari - Bugis)**

Tahun	Jenis kendaraan (kend/tahun)							
	Gol. I			Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	SM
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	94,753	6,494	-	1,205	2,409	602	-	332406
2024	99,425	6,814	-	1,272	2,545	636	-	348793
2025	104,326	7,150	-	1,344	2,688	672	-	365989
2026	109,470	7,503	-	1,420	2,839	710	-	384032
2027	114,867	7,872	-	1,500	2,999	750	-	402965
2028	120,529	8,261	-	1,584	3,168	792	-	422831
2029	126,472	8,668	-	1,673	3,346	837	-	443676
2030	132,707	9,095	-	1,767	3,535	884	-	465550
2031	139,249	9,544	-	1,867	3,734	933	-	488501
2032	146,114	10,014	-	1,972	3,944	986	-	512584
2033	153,317	10,508	-	2,083	4,166	1,041	-	537855
2034	160,876	11,026	-	2,200	4,401	1,100	-	564371
2035	168,807	11,569	-	2,324	4,648	1,162	-	592194
2036	177,129	12,140	-	2,455	4,910	1,227	-	621390
2037	185,862	12,738	-	2,593	5,186	1,297	-	652024
2038	195,025	13,366	-	2,739	5,478	1,370	-	684169
2039	204,640	14,025	-	2,893	5,787	1,447	-	717898
2040	214,728	14,717	-	3,056	6,113	1,528	-	753291
2041	225,314	15,442	-	3,228	6,457	1,614	-	790428
2042	236,422	16,203	-	3,410	6,820	1,705	-	829396
2043	248,078	17,002	-	3,602	7,204	1,801	-	870285

**Lampiran 17 Hasil Forecast Jalan Lingkar Timur Segmen 1 (arah Bugis - Singosari)**

Tahun	Jenis kendaraan (kend/tahun)							SM
	Gol. I			Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	51,066	5,018	-	602	3,915	1,205	-	192903
2024	53,584	5,265	-	636	4,135	1,272	-	202413
2025	56,226	5,525	-	672	4,368	1,344	-	212392
2026	58,998	5,797	-	710	4,614	1,420	-	222862
2027	61,906	6,083	-	750	4,874	1,500	-	233850
2028	64,958	6,383	-	792	5,148	1,584	-	245378
2029	68,161	6,698	-	837	5,438	1,673	-	257475
2030	71,521	7,028	-	884	5,744	1,767	-	270169
2031	75,047	7,375	-	933	6,067	1,867	-	283488
2032	78,747	7,738	-	986	6,409	1,972	-	297464
2033	82,629	8,120	-	1,041	6,770	2,083	-	312129
2034	86,703	8,520	-	1,100	7,151	2,200	-	327517
2035	90,977	8,940	-	1,162	7,553	2,324	-	343664
2036	95,462	9,381	-	1,227	7,979	2,455	-	360607
2037	100,169	9,843	-	1,297	8,428	2,593	-	378384
2038	105,107	10,328	-	1,370	8,902	2,739	-	397039
2039	110,289	10,838	-	1,447	9,404	2,893	-	416613
2040	115,726	11,372	-	1,528	9,933	3,056	-	437152
2041	121,431	11,933	-	1,614	10,492	3,228	-	458703
2042	127,418	12,521	-	1,705	11,083	3,410	-	481317
2043	133,699	13,138	-	1,801	11,707	3,602	-	505046

**Lampiran 18 Hasil Forecast Jalan Lingkar Timur Segmen  
2 (arah Jalan Bugis – Mayjen Sungkono)**

Tahun	Jenis kendaraan (kend/tahun)							
	Gol. I			Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	55,283	5,173	-	660	1,319	989	-	177,165
2024	58,009	5,428	-	697	1,394	1,045	-	185,900
2025	60,869	5,695	-	736	1,472	1,104	-	195,065
2026	63,870	5,976	-	777	1,555	1,166	-	204,681
2027	67,018	6,271	-	821	1,642	1,232	-	214,772
2028	70,322	6,580	-	867	1,735	1,301	-	225,360
2029	73,789	6,904	-	916	1,833	1,374	-	236,471
2030	77,427	7,245	-	968	1,936	1,452	-	248,129
2031	81,244	7,602	-	1,022	2,045	1,533	-	260,361
2032	85,249	7,977	-	1,080	2,160	1,620	-	273,197
2033	89,452	8,370	-	1,141	2,281	1,711	-	286,666
2034	93,862	8,782	-	1,205	2,410	1,807	-	300,798
2035	98,490	9,215	-	1,273	2,545	1,909	-	315,628
2036	103,345	9,670	-	1,344	2,689	2,017	-	331,188
2037	108,440	10,146	-	1,420	2,840	2,130	-	347,516
2038	113,786	10,647	-	1,500	3,000	2,250	-	364,648
2039	119,396	11,172	-	1,584	3,169	2,377	-	382,625
2040	125,282	11,722	-	1,674	3,347	2,511	-	401,489
2041	131,459	12,300	-	1,768	3,536	2,652	-	421,282
2042	137,939	12,907	-	1,867	3,735	2,801	-	442,051
2043	144,740	13,543	-	1,973	3,945	2,959	-	463,845

**Lampiran 19 Hasil Forecast Jalan Lingkar Timur Segmen  
2 (arah Mayjen Sungkono - Jalan Bugis)**

Tahun	Jenis kendaraan (kend/tahun)							SM
	Gol. I			Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	49,141	2,263	-	660	-	1,319	-	150,332
2024	51,563	2,375	-	697	-	1,394	-	157,743
2025	54,105	2,492	-	736	-	1,472	-	165,520
2026	56,773	2,615	-	777	-	1,555	-	173,680
2027	59,572	2,743	-	821	-	1,642	-	182,243
2028	62,509	2,879	-	867	-	1,735	-	191,227
2029	65,590	3,021	-	916	-	1,833	-	200,655
2030	68,824	3,170	-	968	-	1,936	-	210,547
2031	72,217	3,326	-	1,022	-	2,045	-	220,927
2032	75,777	3,490	-	1,080	-	2,160	-	231,819
2033	79,513	3,662	-	1,141	-	2,281	-	243,247
2034	83,433	3,842	-	1,205	-	2,410	-	255,239
2035	87,546	4,032	-	1,273	-	2,545	-	267,823
2036	91,862	4,231	-	1,344	-	2,689	-	281,026
2037	96,391	4,439	-	1,420	-	2,840	-	294,881
2038	101,143	4,658	-	1,500	-	3,000	-	309,419
2039	106,130	4,888	-	1,584	-	3,169	-	324,673
2040	111,362	5,129	-	1,674	-	3,347	-	340,679
2041	116,852	5,381	-	1,768	-	3,536	-	357,475
2042	122,613	5,647	-	1,867	-	3,735	-	375,098
2043	128,658	5,925	-	1,973	-	3,945	-	393,591

**Lampiran 20 Hasil Forecast Jalan Lingkar Timur Segmen  
3 (arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun)**

Tahun	Jenis kendaraan (kend/tahun)							SM
	Gol. I			Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	55,930	5,496	-	660	4,288	1,319	-	244,087
2024	58,687	5,767	-	697	4,529	1,394	-	256,121
2025	61,581	6,051	-	736	4,784	1,472	-	268,748
2026	64,617	6,350	-	777	5,053	1,555	-	281,997
2027	67,802	6,663	-	821	5,338	1,642	-	295,899
2028	71,145	6,991	-	867	5,638	1,735	-	310,487
2029	74,652	7,336	-	916	5,956	1,833	-	325,794
2030	78,333	7,697	-	968	6,291	1,936	-	341,856
2031	82,194	8,077	-	1,022	6,645	2,045	-	358,709
2032	86,247	8,475	-	1,080	7,019	2,160	-	376,394
2033	90,498	8,893	-	1,141	7,414	2,281	-	394,950
2034	94,960	9,331	-	1,205	7,832	2,410	-	414,421
2035	99,642	9,791	-	1,273	8,273	2,545	-	434,852
2036	104,554	10,274	-	1,344	8,739	2,689	-	456,290
2037	109,708	10,781	-	1,420	9,231	2,840	-	478,785
2038	115,117	11,312	-	1,500	9,750	3,000	-	502,389
2039	120,792	11,870	-	1,584	10,299	3,169	-	527,157
2040	126,747	12,455	-	1,674	10,879	3,347	-	553,146
2041	132,996	13,069	-	1,768	11,491	3,536	-	580,416
2042	139,553	13,713	-	1,867	12,138	3,735	-	609,031
2043	146,433	14,389	-	1,973	12,822	3,945	-	639,056

**Lampiran 21 Hasil Forecast Jalan Lingkar Timur Segmen  
3 (arah Satsui Tubun - Mayjen Sungkono)**

Tahun	Jenis kendaraan (kend/tahun)							
	Gol. I			Gol. II	Gol. III	Gol. IV	Gol. V	
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	77,591	6,466	323	989	4,947	3,628	-	217,577
2024	81,416	6,785	339	1,045	5,226	3,832	-	228,304
2025	85,430	7,119	356	1,104	5,520	4,048	-	239,559
2026	89,641	7,470	374	1,166	5,831	4,276	-	251,369
2027	94,061	7,838	392	1,232	6,159	4,517	-	263,762
2028	98,698	8,225	411	1,301	6,506	4,771	-	276,765
2029	103,564	8,630	432	1,374	6,872	5,039	-	290,410
2030	108,669	9,056	453	1,452	7,259	5,323	-	304,727
2031	114,027	9,502	475	1,533	7,667	5,623	-	319,750
2032	119,648	9,971	499	1,620	8,099	5,939	-	335,514
2033	125,547	10,462	523	1,711	8,555	6,274	-	352,055
2034	131,736	10,978	549	1,807	9,037	6,627	-	369,411
2035	138,231	11,519	576	1,909	9,546	7,000	-	387,623
2036	145,046	12,087	604	2,017	10,083	7,394	-	406,733
2037	152,197	12,683	634	2,130	10,651	7,810	-	426,785
2038	159,700	13,308	665	2,250	11,250	8,250	-	447,825
2039	167,573	13,964	698	2,377	11,884	8,715	-	469,903
2040	175,835	14,653	733	2,511	12,553	9,205	-	493,069
2041	184,503	15,375	769	2,652	13,259	9,724	-	517,378
2042	193,599	16,133	807	2,801	14,006	10,271	-	542,884
2043	203,144	16,929	846	2,959	14,794	10,849	-	569,649

**Lampiran 22 Kecepatan Tempuh Kendaraan With  
Project Jalan Bugis – Mayjen Sungkono**

Tahun	DS	Kecepatan (km/jam)				
		KR (V <sub>B</sub> = 64,80)	KBM (V <sub>B</sub> = 60,74)	SM (V <sub>B</sub> = 54,68)	BB (V <sub>B</sub> = 73,90)	TB (V <sub>B</sub> = 55,68)
2023	0.15	37.0	34.0	48.0	55.0	44.0
2024	0.16	37.0	34.0	48.0	55.0	44.0
2025	0.16	37.0	34.0	47.0	54.0	44.0
2026	0.17	37.0	34.0	47.0	54.0	43.0
2027	0.18	36.0	33.0	47.0	54.0	43.0
2028	0.19	36.0	33.0	47.0	54.0	43.0
2029	0.20	36.0	33.0	47.0	53.0	43.0
2030	0.21	36.0	33.0	46.0	53.0	43.0
2031	0.22	36.0	33.0	46.0	53.0	42.0
2032	0.23	36.0	33.0	46.0	52.0	42.0
2033	0.24	35.0	32.0	45.0	52.0	42.0
2034	0.25	35.0	32.0	45.0	51.0	42.0
2035	0.27	35.0	32.0	45.0	51.0	41.0
2036	0.28	35.0	32.0	44.0	51.0	41.0
2037	0.29	34.0	32.0	44.0	50.0	41.0
2038	0.31	34.0	31.0	44.0	50.0	40.0
2039	0.32	34.0	31.0	43.0	49.0	40.0
2040	0.34	34.0	31.0	43.0	49.0	39.0
2041	0.36	33.0	31.0	42.0	48.0	39.0
2042	0.37	33.0	30.0	42.0	48.0	39.0
2043	0.39	33.0	30.0	41.0	47.0	38.0

**Lampiran 23 Kecepatan Tempuh Jalan Lingkar Timur**  
**Segmen 2 (arah Bugis – Mayjen Sungkono)**

Tahun	DS	Kecepatan (km/jam)				
		KR (V <sub>B</sub> = 64,80)	KBM (V <sub>B</sub> = 60,74)	SM (V <sub>B</sub> = 54,68)	BB (V <sub>B</sub> = 73,90)	TB (V <sub>B</sub> = 55,68)
2023	0.36	53.0	50.0	45.0	60.0	46.0
2024	0.37	52.0	49.0	45.0	60.0	45.0
2025	0.39	52.0	49.0	44.0	59.0	45.0
2026	0.41	51.0	48.0	43.0	58.0	44.0
2027	0.43	51.0	47.0	43.0	57.0	44.0
2028	0.45	50.0	47.0	42.0	57.0	43.0
2029	0.48	49.0	46.0	42.0	56.0	42.0
2030	0.50	48.0	45.0	41.0	55.0	42.0
2031	0.52	47.0	45.0	40.0	54.0	41.0
2032	0.55	47.0	44.0	40.0	53.0	40.0
2033	0.58	46.0	43.0	39.0	52.0	40.0
2034	0.61	45.0	42.0	38.0	51.0	39.0
2035	0.64	44.0	41.0	37.0	49.0	38.0
2036	0.67	43.0	40.0	37.0	48.0	37.0
2037	0.70	42.0	39.0	36.0	47.0	36.0
2038	0.74	40.0	38.0	35.0	46.0	35.0
2039	0.77	39.0	37.0	34.0	44.0	34.0
2040	0.81	38.0	36.0	33.0	43.0	33.0
2041	0.85	37.0	35.0	32.0	41.0	32.0
2042	0.89	35.0	33.0	30.0	39.0	31.0
2043	0.94	33.0	31.0	28.0	37.0	29.0

**Lampiran 24 Kecepatan Tempuh Kendaraan With  
Project Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun**

Tahun	DS	Kecepatan (km/jam)				
		KR (V <sub>B</sub> = 64,80)	KBM (V <sub>B</sub> = 60,74)	SM (V <sub>B</sub> = 54,68)	BB (V <sub>B</sub> = 73,90)	TB (V <sub>B</sub> = 55,68)
2023	0.18	36.0	33.0	47.0	54.0	43.0
2024	0.19	36.0	33.0	47.0	53.0	43.0
2025	0.20	36.0	33.0	46.0	53.0	43.0
2026	0.21	36.0	33.0	46.0	53.0	42.0
2027	0.22	36.0	33.0	46.0	52.0	42.0
2028	0.23	35.0	33.0	46.0	52.0	42.0
2029	0.25	35.0	32.0	45.0	52.0	42.0
2030	0.26	35.0	32.0	45.0	51.0	41.0
2031	0.27	35.0	32.0	45.0	51.0	41.0
2032	0.28	35.0	32.0	44.0	50.0	41.0
2033	0.30	34.0	32.0	44.0	50.0	40.0
2034	0.31	34.0	31.0	43.0	50.0	40.0
2035	0.33	34.0	31.0	43.0	49.0	40.0
2036	0.35	33.0	31.0	43.0	49.0	39.0
2037	0.36	33.0	31.0	42.0	48.0	39.0
2038	0.38	33.0	30.0	42.0	47.0	38.0
2039	0.40	32.0	30.0	41.0	47.0	38.0
2040	0.42	32.0	30.0	41.0	46.0	38.0
2041	0.44	32.0	29.0	40.0	45.0	37.0
2042	0.46	31.0	29.0	39.0	45.0	37.0
2043	0.49	31.0	29.0	39.0	44.0	36.0

**Lampiran 25 Kecepatan Tempuh Jalan Lingkar Timur**  
**Segmen 3 (arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun)**

Tahun	DS	Kecepatan (km/jam)				
		KR (V <sub>B</sub> = 64,80)	KBM (V <sub>B</sub> = 60,74)	SM (V <sub>B</sub> = 54,68)	BB (V <sub>B</sub> = 73,90)	TB (V <sub>B</sub> = 55,68)
2023	0.49	48.0	46.0	41.0	55.0	42.0
2024	0.52	48.0	45.0	41.0	54.0	41.0
2025	0.54	47.0	44.0	40.0	53.0	41.0
2026	0.57	46.0	43.0	39.0	52.0	40.0
2027	0.60	45.0	42.0	38.0	51.0	39.0
2028	0.63	44.0	41.0	38.0	50.0	38.0
2029	0.66	43.0	40.0	37.0	49.0	37.0
2030	0.69	42.0	39.0	36.0	47.0	36.0
2031	0.73	41.0	38.0	35.0	46.0	35.0
2032	0.76	40.0	37.0	34.0	45.0	34.0
2033	0.80	38.0	36.0	33.0	43.0	33.0
2034	0.84	37.0	35.0	32.0	42.0	32.0
2035	0.88	35.0	33.0	30.0	40.0	31.0
2036	0.93	33.0	31.0	29.0	37.0	29.0
2037	0.97	31.0	29.0	27.0	35.0	27.0
2038	1.02	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2039	1.07	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2040	1.13	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2041	1.18	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2042	1.24	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3
2043	1.30	29.9	28.3	25.9	33.6	26.3

**Lampiran 26 Waktu Tempuh Jalan Bugis – Mayjen Sungkono With Project**

<b>No</b>	<b>Tahun</b>	<b>Panjang (km)</b>	<b>Kecepatan Tempuh (km/jam)</b>					<b>Waktu Tempuh Jalan Eksisting (menit)</b>				
			<b>KR</b>	<b>KBM</b>	<b>SM</b>	<b>BB</b>	<b>TB</b>	<b>KR</b>	<b>KBM</b>	<b>SM</b>	<b>BB</b>	<b>TB</b>
1	2023	7.6	37	34	48	55	44	12.32	13.41	9.50	8.29	10.36
2	2024	7.6	37	34	48	55	44	12.32	13.41	9.50	8.29	10.36
3	2025	7.6	37	34	47	54	44	12.32	13.41	9.70	8.44	10.36
4	2026	7.6	37	34	47	54	43	12.32	13.41	9.70	8.44	10.60
5	2027	7.6	36	33	47	54	43	12.67	13.82	9.70	8.44	10.60
6	2028	7.6	36	33	47	54	43	12.67	13.82	9.70	8.44	10.60
7	2029	7.6	36	33	47	53	43	12.67	13.82	9.70	8.60	10.60
8	2030	7.6	36	33	46	53	43	12.67	13.82	9.91	8.60	10.60
9	2031	7.6	36	33	46	53	42	12.67	13.82	9.91	8.60	10.86
10	2032	7.6	36	33	46	52	42	12.67	13.82	9.91	8.77	10.86
11	2033	7.6	35	32	45	52	42	13.03	14.25	10.13	8.77	10.86
12	2034	7.6	35	32	45	51	42	13.03	14.25	10.13	8.94	10.86
13	2035	7.6	35	32	45	51	41	13.03	14.25	10.13	8.94	11.12
14	2036	7.6	35	32	44	51	41	13.03	14.25	10.36	8.94	11.12
15	2037	7.6	34	32	44	50	41	13.41	14.25	10.36	9.12	11.12
16	2038	7.6	34	31	44	50	40	13.41	14.71	10.36	9.12	11.40
17	2039	7.6	34	31	43	49	40	13.41	14.71	10.60	9.31	11.40
18	2040	7.6	34	31	43	49	39	13.41	14.71	10.60	9.31	11.69
19	2041	7.6	33	31	42	48	39	13.82	14.71	10.86	9.50	11.69
20	2042	7.6	33	30	42	48	39	13.82	15.20	10.86	9.50	11.69
21	2043	7.6	33	30	41	47	38	13.82	15.20	11.12	9.70	12.00

**Lampiran 27 Waktu Tempuh Kendaraan Jalan Lingkar  
Timur Segmen 2 (arah Bugis – Mayjen Sungkono)**

No	Tahun	Panjang (km)	Kecepatan Tempuh (km/jam)					Waktu Tempuh Jalan Eksisting (menit)				
			KR	KBM	SM	BB	TB	KR	KBM	SM	BB	TB
1	2023	6.82	53.00	50.00	45.00	60.00	46.00	7.72	8.18	9.09	6.82	8.90
2	2024	6.82	52.00	49.00	45.00	60.00	45.00	7.87	8.35	9.09	6.82	9.09
3	2025	6.82	52.00	49.00	44.00	59.00	45.00	7.87	8.35	9.30	6.94	9.09
4	2026	6.82	51.00	48.00	43.00	58.00	44.00	8.02	8.53	9.52	7.06	9.30
5	2027	6.82	51.00	47.00	43.00	57.00	44.00	8.02	8.71	9.52	7.18	9.30
6	2028	6.82	50.00	47.00	42.00	57.00	43.00	8.18	8.71	9.74	7.18	9.52
7	2029	6.82	49.00	46.00	42.00	56.00	42.00	8.35	8.90	9.74	7.31	9.74
8	2030	6.82	48.00	45.00	41.00	55.00	42.00	8.53	9.09	9.98	7.44	9.74
9	2031	6.82	47.00	45.00	40.00	54.00	41.00	8.71	9.09	10.23	7.58	9.98
10	2032	6.82	47.00	44.00	40.00	53.00	40.00	8.71	9.30	10.23	7.72	10.23
11	2033	6.82	46.00	43.00	39.00	52.00	40.00	8.90	9.52	10.49	7.87	10.23
12	2034	6.82	45.00	42.00	38.00	51.00	39.00	9.09	9.74	10.77	8.02	10.49
13	2035	6.82	44.00	41.00	37.00	49.00	38.00	9.30	9.98	11.06	8.35	10.77
14	2036	6.82	43.00	40.00	37.00	48.00	37.00	9.52	10.23	11.06	8.53	11.06
15	2037	6.82	42.00	39.00	36.00	47.00	36.00	9.74	10.49	11.37	8.71	11.37
16	2038	6.82	40.00	38.00	35.00	46.00	35.00	10.23	10.77	11.69	8.90	11.69
17	2039	6.82	39.00	37.00	34.00	44.00	34.00	10.49	11.06	12.04	9.30	12.04
18	2040	6.82	38.00	36.00	33.00	43.00	33.00	10.77	11.37	12.40	9.52	12.40
19	2041	6.82	37.00	35.00	32.00	41.00	32.00	11.06	11.69	12.79	9.98	12.79
20	2042	6.82	35.00	33.00	30.00	39.00	31.00	11.69	12.40	13.64	10.49	13.20
21	2043	6.82	33.00	31.00	28.00	37.00	29.00	12.40	13.20	14.61	11.06	14.11

**Lampiran 28 Waktu Tempuh Jalan Mayjen Sungkono –  
Satsui Tubun With Project**

No	Tahun	Panjang (km)	Kecepatan Tempuh (km/jam)					Waktu Tempuh Jalan Eksisting (menit)				
			KR	KBM	SM	BB	TB	KR	KBM	SM	BB	TB
1	2023	5.58	36	33	47	54	43	9.30	10.15	7.12	6.20	7.79
2	2024	5.58	36	33	47	53	43	9.30	10.15	7.12	6.32	7.79
3	2025	5.58	36	33	46	53	43	9.30	10.15	7.28	6.32	7.79
4	2026	5.58	36	33	46	53	42	9.30	10.15	7.28	6.32	7.97
5	2027	5.58	36	33	46	52	42	9.30	10.15	7.28	6.44	7.97
6	2028	5.58	35	33	46	52	42	9.57	10.15	7.28	6.44	7.97
7	2029	5.58	35	32	45	52	42	9.57	10.46	7.44	6.44	7.97
8	2030	5.58	35	32	45	51	41	9.57	10.46	7.44	6.56	8.17
9	2031	5.58	35	32	45	51	41	9.57	10.46	7.44	6.56	8.17
10	2032	5.58	35	32	44	50	41	9.57	10.46	7.61	6.70	8.17
11	2033	5.58	34	32	44	50	40	9.85	10.46	7.61	6.70	8.37
12	2034	5.58	34	31	43	50	40	9.85	10.80	7.79	6.70	8.37
13	2035	5.58	34	31	43	49	40	9.85	10.80	7.79	6.83	8.37
14	2036	5.58	33	31	43	49	39	10.15	10.80	7.79	6.83	8.58
15	2037	5.58	33	31	42	48	39	10.15	10.80	7.97	6.98	8.58
16	2038	5.58	33	30	42	47	38	10.15	11.16	7.97	7.12	8.81
17	2039	5.58	32	30	41	47	38	10.46	11.16	8.17	7.12	8.81
18	2040	5.58	32	30	41	46	38	10.46	11.16	8.17	7.28	8.81
19	2041	5.58	32	29	40	45	37	10.46	11.54	8.37	7.44	9.05
20	2042	5.58	31	29	39	45	37	10.80	11.54	8.58	7.44	9.05
21	2043	5.58	31	29	39	44	36	10.80	11.54	8.58	7.61	9.30

**Lampiran 29 Waktu Tempuh Kendaraan Jalan Lingkar  
Timur Segmen 3 (arah Mayjen Sungkono – Satsui Tubun)**

No	Tahun	Panjang (km)	Kecepatan Tempuh (km/jam)					Waktu Tempuh Jalan Eksisting (menit)				
			KR	KBM	SM	BB	TB	KR	KBM	SM	BB	TB
1	2023	5.23	48.00	46.00	41.00	55.00	42.00	6.54	6.82	7.65	5.71	7.47
2	2024	5.23	48.00	45.00	41.00	54.00	41.00	6.54	6.97	7.65	5.81	7.65
3	2025	5.23	47.00	44.00	40.00	53.00	41.00	6.68	7.13	7.85	5.92	7.65
4	2026	5.23	46.00	43.00	39.00	52.00	40.00	6.82	7.30	8.05	6.03	7.85
5	2027	5.23	45.00	42.00	38.00	51.00	39.00	6.97	7.47	8.26	6.15	8.05
6	2028	5.23	44.00	41.00	38.00	50.00	38.00	7.13	7.65	8.26	6.28	8.26
7	2029	5.23	43.00	40.00	37.00	49.00	37.00	7.30	7.85	8.48	6.40	8.48
8	2030	5.23	42.00	39.00	36.00	47.00	36.00	7.47	8.05	8.72	6.68	8.72
9	2031	5.23	41.00	38.00	35.00	46.00	35.00	7.65	8.26	8.97	6.82	8.97
10	2032	5.23	40.00	37.00	34.00	45.00	34.00	7.85	8.48	9.23	6.97	9.23
11	2033	5.23	38.00	36.00	33.00	43.00	33.00	8.26	8.72	9.51	7.30	9.51
12	2034	5.23	37.00	35.00	32.00	42.00	32.00	8.48	8.97	9.81	7.47	9.81
13	2035	5.23	35.00	33.00	30.00	40.00	31.00	8.97	9.51	10.46	7.85	10.12
14	2036	5.23	33.00	31.00	29.00	37.00	29.00	9.51	10.12	10.82	8.48	10.82
15	2037	5.23	31.00	29.00	27.00	35.00	27.00	10.12	10.82	11.62	8.97	11.62
16	2038	5.23	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	10.49	11.09	12.13	9.35	11.94
17	2039	5.23	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	10.49	11.09	12.13	9.35	11.94
18	2040	5.23	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	10.49	11.09	12.13	9.35	11.94
19	2041	5.23	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	10.49	11.09	12.13	9.35	11.94
20	2042	5.23	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	10.49	11.09	12.13	9.35	11.94
21	2043	5.23	29.92	28.30	25.87	33.56	26.27	10.49	11.09	12.13	9.35	11.94

## Lampiran 30 Total BOK Jalan Bugis – Mayjen Sungkono Without Project

Tahun	Ruas Bugis – Mayjen Sungkono					Total BOK		
	Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV		
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	Rp3,472,382,756	Rp542,637,117	Rp0	Rp96,272,993	Rp55,918,091	Rp483,444,591	Rp0	Rp4,650,655,547
2024	Rp3,690,589,009	Rp566,886,545	Rp0	Rp101,246,200	Rp59,175,402	Rp515,700,887	Rp0	Rp4,933,598,043
2025	Rp3,923,178,002	Rp594,834,052	Rp0	Rp106,946,361	Rp62,636,111	Rp550,170,464	Rp0	Rp5,237,764,990
2026	Rp4,116,590,678	Rp621,529,618	Rp0	Rp112,491,479	Rp66,162,524	Rp581,145,061	Rp0	Rp5,497,919,360
2027	Rp4,376,737,298	Rp652,171,029	Rp0	Rp118,824,749	Rp70,047,029	Rp620,055,166	Rp0	Rp5,837,835,270
2028	Rp4,654,039,259	Rp681,565,985	Rp0	Rp125,008,896	Rp74,175,558	Rp661,638,376	Rp0	Rp6,196,428,074
2029	Rp4,883,483,395	Rp712,419,373	Rp0	Rp131,539,546	Rp78,564,194	Rp706,079,888	Rp0	Rp6,512,086,395
2030	Rp5,264,717,711	Rp744,810,707	Rp0	Rp138,437,624	Rp83,491,100	Rp761,472,593	Rp0	Rp6,992,929,734
2031	Rp5,600,587,540	Rp778,824,150	Rp0	Rp145,725,395	Rp88,486,592	Rp812,840,660	Rp0	Rp7,426,464,337
2032	Rp5,965,725,777	Rp813,351,990	Rp0	Rp153,201,131	Rp93,790,780	Rp867,489,402	Rp0	Rp7,893,559,082
2033	Rp6,259,836,058	Rp853,450,244	Rp0	Rp161,826,355	Rp99,071,201	Rp916,329,056	Rp0	Rp8,290,512,914
2034	Rp6,568,445,976	Rp895,525,341	Rp0	Rp170,937,179	Rp104,648,910	Rp967,918,382	Rp0	Rp8,707,475,787
2035	Rp6,892,270,363	Rp939,674,740	Rp0	Rp180,560,942	Rp110,540,643	Rp1,022,412,186	Rp0	Rp9,145,458,874
2036	Rp7,232,059,291	Rp986,000,704	Rp0	Rp190,726,523	Rp116,764,082	Rp1,079,973,993	Rp0	Rp9,605,524,593
2037	Rp7,588,599,814	Rp1,034,610,539	Rp0	Rp201,464,426	Rp123,337,900	Rp1,140,776,528	Rp0	Rp10,088,789,208
2038	Rp7,962,717,785	Rp1,085,616,839	Rp0	Rp212,806,873	Rp130,281,823	Rp1,205,002,247	Rp0	Rp10,596,425,568
2039	Rp8,355,279,772	Rp1,139,137,749	Rp0	Rp224,787,900	Rp137,616,690	Rp1,272,843,873	Rp0	Rp11,129,665,985
2040	Rp8,767,195,065	Rp1,195,297,240	Rp0	Rp237,443,459	Rp145,364,510	Rp1,344,504,983	Rp0	Rp11,689,805,257
2041	Rp9,199,417,782	Rp1,254,225,394	Rp0	Rp250,811,526	Rp153,548,531	Rp1,420,200,614	Rp0	Rp12,278,203,847
2042	Rp9,652,949,078	Rp1,316,058,706	Rp0	Rp264,932,215	Rp162,193,314	Rp1,500,157,909	Rp0	Rp12,896,291,221
2043	Rp10,128,839,468	Rp1,380,940,400	Rp0	Rp279,847,898	Rp171,324,797	Rp1,584,616,799	Rp0	Rp13,545,569,362

### Lampiran 31 Total BOK Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun Without Project

Tahun	Ruas Mayjen Sungkono – Satsui Tubun							Total BOK
	Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	Rp5,186,414,786	Rp795,268,703	Rp22,678,046	Rp143,169,018	Rp267,260,152	Rp1,067,270,314	Rp0	Rp7,482,061,020
2024	Rp5,442,105,035	Rp831,113,425	Rp23,722,696	Rp150,620,144	Rp283,012,299	Rp1,138,845,439	Rp0	Rp7,869,419,039
2025	Rp5,786,906,722	Rp868,736,583	Rp24,819,417	Rp158,488,764	Rp299,756,872	Rp1,215,340,417	Rp0	Rp8,354,048,775
2026	Rp6,238,667,739	Rp908,235,140	Rp25,903,400	Rp166,800,088	Rp317,559,395	Rp1,297,096,055	Rp0	Rp8,954,261,818
2027	Rp6,636,672,036	Rp949,711,724	Rp27,114,105	Rp175,580,945	Rp337,615,176	Rp1,399,102,458	Rp0	Rp9,525,796,443
2028	Rp7,069,359,269	Rp991,815,574	Rp28,012,547	Rp184,588,275	Rp364,498,209	Rp1,567,449,865	Rp0	Rp10,205,723,740
2029	Rp7,417,878,681	Rp1,040,712,081	Rp29,393,566	Rp194,980,595	Rp385,019,459	Rp1,655,697,293	Rp0	Rp10,723,681,675
2030	Rp7,783,580,100	Rp1,092,019,187	Rp30,842,669	Rp205,958,003	Rp406,696,054	Rp1,748,913,050	Rp0	Rp11,268,009,063
2031	Rp8,167,310,599	Rp1,145,855,733	Rp32,363,212	Rp217,553,438	Rp429,593,042	Rp1,847,376,855	Rp0	Rp11,840,052,879
2032	Rp8,569,959,012	Rp1,202,346,421	Rp33,958,719	Rp229,801,697	Rp453,779,130	Rp1,951,384,172	Rp0	Rp12,441,229,150
2033	Rp8,992,457,991	Rp1,261,622,099	Rp35,632,883	Rp242,739,532	Rp479,326,895	Rp2,061,247,101	Rp0	Rp13,073,026,502
2034	Rp9,435,786,170	Rp1,323,820,069	Rp37,389,585	Rp256,405,768	Rp506,313,000	Rp2,177,295,312	Rp0	Rp13,737,009,903
2035	Rp9,900,970,428	Rp1,389,084,398	Rp39,232,891	Rp270,841,413	Rp534,818,421	Rp2,299,877,039	Rp0	Rp14,434,824,590
2036	Rp10,389,088,270	Rp1,457,566,259	Rp41,167,073	Rp286,089,784	Rp564,928,699	Rp2,429,360,116	Rp0	Rp15,168,200,200
2037	Rp10,901,270,322	Rp1,529,424,275	Rp43,196,609	Rp302,196,639	Rp596,734,184	Rp2,566,133,090	Rp0	Rp15,938,955,120
2038	Rp11,438,702,949	Rp1,604,824,892	Rp45,326,202	Rp319,210,310	Rp630,330,319	Rp2,710,606,383	Rp0	Rp16,749,001,055
2039	Rp12,002,631,004	Rp1,683,942,759	Rp47,560,784	Rp337,181,851	Rp665,817,916	Rp2,863,213,523	Rp0	Rp17,600,347,836
2040	Rp12,594,360,712	Rp1,766,961,137	Rp49,905,531	Rp356,165,189	Rp703,303,464	Rp3,024,412,444	Rp0	Rp18,495,108,477
2041	Rp13,215,262,696	Rp1,854,072,321	Rp52,365,873	Rp376,217,289	Rp742,899,449	Rp3,194,686,865	Rp0	Rp19,435,504,493
2042	Rp13,866,775,146	Rp1,945,478,087	Rp54,947,511	Rp397,398,322	Rp784,724,688	Rp3,374,547,735	Rp0	Rp20,423,871,490
2043	Rp14,550,407,161	Rp2,041,390,157	Rp57,656,423	Rp419,771,848	Rp828,904,688	Rp3,564,534,773	Rp0	Rp21,462,665,049

**Lampiran 32 BOK with project Jalan Bugis – Mayjen Sungkono (Rp/1000km/kend)**

Tahun	Bugis – Mayjen Sungkono						
	BOK (Rp / 1000 km / kend)						
	Gol I			Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2023	Rp 3,016,467.74	Rp7,673,639	Rp7,808,528	Rp7,673,639	Rp4,255,194	Rp18,970,159	Rp12,478,835
2024	Rp 3,016,467.74	Rp7,673,639	Rp7,808,528	Rp7,673,639	Rp4,255,194	Rp18,970,159	Rp12,478,835
2025	Rp 3,016,467.74	Rp7,673,639	Rp7,761,789	Rp7,673,639	Rp4,255,194	Rp18,970,159	Rp12,478,835
2026	Rp 3,016,467.74	Rp7,673,639	Rp7,761,789	Rp7,673,639	Rp4,251,690	Rp19,125,197	Rp12,413,179
2027	Rp 3,049,432.16	Rp7,629,478	Rp7,761,789	Rp7,629,478	Rp4,251,690	Rp19,125,197	Rp12,413,179
2028	Rp 3,049,432.16	Rp7,629,478	Rp7,761,789	Rp7,629,478	Rp4,251,690	Rp19,125,197	Rp12,413,179
2029	Rp 3,049,432.16	Rp7,629,478	Rp7,716,237	Rp7,629,478	Rp4,251,690	Rp19,125,197	Rp12,413,179
2030	Rp 3,049,432.16	Rp7,629,478	Rp7,716,237	Rp7,629,478	Rp4,251,690	Rp19,125,197	Rp12,413,179
2031	Rp 3,049,432.16	Rp7,629,478	Rp7,716,237	Rp7,629,478	Rp4,249,137	Rp19,284,683	Rp12,349,459
2032	Rp 3,049,432.16	Rp7,629,478	Rp7,671,871	Rp7,629,478	Rp4,249,137	Rp19,284,683	Rp12,349,459
2033	Rp 3,083,543.50	Rp7,586,792	Rp7,671,871	Rp7,586,792	Rp4,249,137	Rp19,284,683	Rp12,349,459
2034	Rp 3,083,543.50	Rp7,586,792	Rp7,628,692	Rp7,586,792	Rp4,249,137	Rp19,284,683	Rp12,349,459
2035	Rp 3,083,543.50	Rp7,586,792	Rp7,628,692	Rp7,586,792	Rp4,247,533	Rp19,448,617	Rp12,287,675
2036	Rp 3,083,543.50	Rp7,586,792	Rp7,628,692	Rp7,586,792	Rp4,247,533	Rp19,448,617	Rp12,287,675
2037	Rp 3,118,801.76	Rp7,586,792	Rp7,586,700	Rp7,586,792	Rp4,247,533	Rp19,448,617	Rp12,287,675
2038	Rp 3,118,801.76	Rp7,545,582	Rp7,586,700	Rp7,545,582	Rp4,246,880	Rp19,617,000	Rp12,227,827
2039	Rp 3,118,801.76	Rp7,545,582	Rp7,545,894	Rp7,545,582	Rp4,246,880	Rp19,617,000	Rp12,227,827
2040	Rp 3,118,801.76	Rp7,545,582	Rp7,545,894	Rp7,545,582	Rp4,247,177	Rp19,789,831	Rp12,169,915
2041	Rp 3,155,206.94	Rp7,545,582	Rp7,506,275	Rp7,545,582	Rp4,247,177	Rp19,789,831	Rp12,169,915
2042	Rp 3,155,206.94	Rp7,505,848	Rp7,506,275	Rp7,505,848	Rp4,247,177	Rp19,789,831	Rp12,169,915
2043	Rp 3,155,206.94	Rp7,505,848	Rp7,467,843	Rp7,505,848	Rp4,248,425	Rp19,967,111	Rp12,113,939

**Lampiran 33 BOK with project Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun (Rp/1000km/kend)**

Tahun	Mayjen Sungkono – Satsui Tubun						
	BOK (Rp / 1000 km / kend)						
	KR	KBM	BB	Gol II KBM	Gol III TB	Gol IV TB	Gol V TB
2023	Rp 3.049.432,16	Rp 7.629.477,97	Rp 7.761.788,80	Rp 7.629,477	Rp 4.251.690,35	Rp 19.125,196,80	Rp 12.413.179,00
2024	Rp 3.049.432,16	Rp 7.629.477,97	Rp 7.716.236,70	Rp 7.269,026	Rp 4.251.690,35	Rp 19.125,196,80	Rp 12.413.179,00
2025	Rp 3.049.432,16	Rp 7.629.477,97	Rp 7.716.236,70	Rp 7.241,097	Rp 4.251.690,35	Rp 19.125,196,80	Rp 12.413.179,00
2026	Rp 3.049.432,16	Rp 7.629.477,97	Rp 7.716.236,70	Rp 7.214,644	Rp 4.249.136,60	Rp 19.284.682,80	Rp 12.349.459,00
2027	Rp 3.049.432,16	Rp 7.629.477,97	Rp 7.671.871,20	Rp 7.189,666	Rp 4.249.136,60	Rp 19.284.682,80	Rp 12.349.459,00
2028	Rp 3.083.543,50	Rp 7.629.477,97	Rp 7.671.871,20	Rp 7.155,635	Rp 4.249.136,60	Rp 19.284.682,80	Rp 12.349.459,00
2029	Rp 3.083.543,50	Rp 7.586.792,32	Rp 7.671.871,20	Rp 7.155,635	Rp 4.249.136,60	Rp 19.284.682,80	Rp 12.349.459,00
2030	Rp 3.083.543,50	Rp 7.586.792,32	Rp 7.628.692,30	Rp 7.155,635	Rp 4.247.533,15	Rp 19.448.617,20	Rp 12.287.675,00
2031	Rp 3.083.543,50	Rp 7.586.792,32	Rp 7.628.692,30	Rp 7.155,635	Rp 4.247.533,15	Rp 19.448.617,20	Rp 12.287.675,00
2032	Rp 3.083.543,50	Rp 7.586.792,32	Rp 7.586.700,00	Rp 7.155,635	Rp 4.247.533,15	Rp 19.448.617,20	Rp 12.287.675,00
2033	Rp 3.118.801,76	Rp 7.586.792,32	Rp 7.586.700,00	Rp 7.155,635	Rp 4.246.880,00	Rp 19.617.000,00	Rp 12.227.827,00
2034	Rp 3.118.801,76	Rp 7.545.582,33	Rp 7.586.700,00	Rp 7.155,635	Rp 4.246.880,00	Rp 19.617.000,00	Rp 12.227.827,00
2035	Rp 3.118.801,76	Rp 7.545.582,33	Rp 7.545.894,30	Rp 7.155,635	Rp 4.246.880,00	Rp 19.617.000,00	Rp 12.227.827,00
2036	Rp 3.155.206,94	Rp 7.545.582,33	Rp 7.545.894,30	Rp 7.155,635	Rp 4.247.177,15	Rp 19.789.831,20	Rp 12.169.915,00
2037	Rp 3.155.206,94	Rp 7.545.582,33	Rp 7.506.275,20	Rp 7.155,635	Rp 4.247.177,15	Rp 19.789.831,20	Rp 12.169.915,00
2038	Rp 3.155.206,94	Rp 7.505.848,00	Rp 7.467.842,70	Rp 7.155,635	Rp 4.248.424,60	Rp 19.967.110,80	Rp 12.113.939,00
2039	Rp 3.192.759,04	Rp 7.505.848,00	Rp 7.467.842,70	Rp 7.155,635	Rp 4.248.424,60	Rp 19.967.110,80	Rp 12.113.939,00
2040	Rp 3.192.759,04	Rp 7.505.848,00	Rp 7.430.596,80	Rp 7.155,635	Rp 4.248.424,60	Rp 19.967.110,80	Rp 12.113.939,00
2041	Rp 3.192.759,04	Rp 7.467.589,33	Rp 7.394.537,50	Rp 7.155,635	Rp 4.250.622,35	Rp 20.148.838,80	Rp 12.059.899,00
2042	Rp 3.231.458,06	Rp 7.467.589,33	Rp 7.394.537,50	Rp 7.155,635	Rp 4.250.622,35	Rp 20.148.838,80	Rp 12.059.899,00
2043	Rp 3.231.458,06	Rp 7.467.589,33	Rp 7.359.664,80	Rp 7.155,635	Rp 4.253.770,40	Rp 20.335.015,20	Rp 12.007.795,00

## Lampiran 34 BOK with project Jalan Lingkar Segmen 1 (Rp/1000km/kend)

Tahun	Jalan Lingkar Timur Segmen 1 (Mayjen Sungkono – Satsui Tubun)						
	BOK (Rp / 1000 km / kend)						
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2023	Rp 2,817,830.56	Rp 8,080,053.52	Rp 7,586,700.00	Rp 8,080,053.52	Rp 4,247,177.15	Rp 19,789,831.20	Rp 12,169,915.00
2024	Rp 2,842,766.54	Rp 8,024,086.93	Rp 7,545,894.30	Rp 8,024,086.93	Rp 4,248,424.60	Rp 19,967,110.80	Rp 12,113,939.00
2025	Rp 2,868,849.44	Rp 7,969,596.00	Rp 7,506,275.20	Rp 7,969,596.00	Rp 4,250,622.35	Rp 20,148,838.80	Rp 12,059,899.00
2026	Rp 2,896,079.26	Rp 7,916,580.73	Rp 7,430,596.80	Rp 7,916,580.73	Rp 4,253,770.40	Rp 20,335,015.20	Rp 12,007,795.00
2027	Rp 2,924,456.00	Rp 7,865,041.12	Rp 7,394,537.50	Rp 7,865,041.12	Rp 4,257,868.75	Rp 20,525,640.00	Rp 11,957,627.00
2028	Rp 2,953,979.66	Rp 7,814,977.17	Rp 7,359,664.80	Rp 7,814,977.17	Rp 4,262,917.40	Rp 20,720,713.20	Rp 11,909,395.00
2029	Rp 3,016,467.74	Rp 7,719,276.25	Rp 7,293,479.20	Rp 7,719,276.25	Rp 4,268,916.35	Rp 20,920,234.80	Rp 11,863,099.00
2030	Rp 3,049,432.16	Rp 7,673,639.28	Rp 7,232,040.00	Rp 7,673,639.28	Rp 4,283,765.15	Rp 21,332,623.20	Rp 11,776,315.00
2031	Rp 3,118,801.76	Rp 7,586,792.32	Rp 7,175,347.20	Rp 7,586,792.32	Rp 4,292,615.00	Rp 21,545,490.00	Rp 11,735,827.00
2032	Rp 3,192,759.04	Rp 7,505,848.00	Rp 7,123,400.80	Rp 7,505,848.00	Rp 4,313,165.60	Rp 21,984,568.80	Rp 11,660,659.00
2033	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2034	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2035	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2036	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2037	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2038	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2039	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2040	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2041	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2042	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2043	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93

### Lampiran 35 BOK with project Jalan Lingkar Segmen 2 (Rp/1000km/kend)

Tahun	Jalan Lingkar Timur Segmen 2 (Bugis – Mayjen Sungkono)						
	BOK (Rp / 1000 km / kend)						
	KR	Gol I	BB	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
2023	Rp 2,645,018.14	Rp 8,580,910.00	Rp 8,060,020.00	Rp 8,580,910.00	Rp 4,265,053.40	Rp 18,673,429.20	Rp 12,615,955.00
2024	Rp 2,659,631.84	Rp 8,513,138.13	Rp 8,060,020.00	Rp 8,513,138.13	Rp 4,259,648.75	Rp 18,819,570.00	Rp 12,546,427.00
2025	Rp 2,659,631.84	Rp 8,513,138.13	Rp 8,007,348.30	Rp 8,513,138.13	Rp 4,259,648.75	Rp 18,819,570.00	Rp 12,546,427.00
2026	Rp 2,675,392.46	Rp 8,446,841.92	Rp 7,955,863.20	Rp 8,446,841.92	Rp 4,255,194.40	Rp 18,970,159.20	Rp 12,478,835.00
2027	Rp 2,675,392.46	Rp 8,382,021.37	Rp 7,905,564.70	Rp 8,382,021.37	Rp 4,255,194.40	Rp 18,970,159.20	Rp 12,478,835.00
2028	Rp 2,692,300.00	Rp 8,382,021.37	Rp 7,905,564.70	Rp 8,382,021.37	Rp 4,251,690.35	Rp 19,125,196.80	Rp 12,413,179.00
2029	Rp 2,710,354.46	Rp 8,318,676.48	Rp 7,856,452.80	Rp 8,318,676.48	Rp 4,249,136.60	Rp 19,284,682.80	Rp 12,349,459.00
2030	Rp 2,729,555.84	Rp 8,256,807.25	Rp 7,808,527.50	Rp 8,256,807.25	Rp 4,249,136.60	Rp 19,284,682.80	Rp 12,349,459.00
2031	Rp 2,749,904.14	Rp 8,256,807.25	Rp 7,761,788.80	Rp 8,256,807.25	Rp 4,247,533.15	Rp 19,448,617.20	Rp 12,287,675.00
2032	Rp 2,749,904.14	Rp 8,196,413.68	Rp 7,716,236.70	Rp 8,196,413.68	Rp 4,246,880.00	Rp 19,617,000.00	Rp 12,227,827.00
2033	Rp 2,771,399.36	Rp 8,137,495.77	Rp 7,671,871.20	Rp 8,137,495.77	Rp 4,246,880.00	Rp 19,617,000.00	Rp 12,227,827.00
2034	Rp 2,794,041.50	Rp 8,080,053.52	Rp 7,628,692.30	Rp 8,080,053.52	Rp 4,247,177.15	Rp 19,789,831.20	Rp 12,169,915.00
2035	Rp 2,817,830.56	Rp 8,024,086.93	Rp 7,545,894.30	Rp 8,024,086.93	Rp 4,248,424.60	Rp 19,967,110.80	Rp 12,113,939.00
2036	Rp 2,842,766.54	Rp 7,969,596.00	Rp 7,506,275.20	Rp 7,969,596.00	Rp 4,250,622.35	Rp 20,148,838.80	Rp 12,059,899.00
2037	Rp 2,868,849.44	Rp 7,916,580.73	Rp 7,467,842.70	Rp 7,916,580.73	Rp 4,253,770.40	Rp 20,335,015.20	Rp 12,007,795.00
2038	Rp 2,924,456.00	Rp 7,865,041.12	Rp 7,430,596.80	Rp 7,865,041.12	Rp 4,257,868.75	Rp 20,525,640.00	Rp 11,957,627.00
2039	Rp 2,953,979.66	Rp 7,814,977.17	Rp 7,359,664.80	Rp 7,814,977.17	Rp 4,262,917.40	Rp 20,720,713.20	Rp 11,909,395.00
2040	Rp 2,984,650.24	Rp 7,766,388.88	Rp 7,325,978.70	Rp 7,766,388.88	Rp 4,268,916.35	Rp 20,920,234.80	Rp 11,863,099.00
2041	Rp 3,016,467.74	Rp 7,719,276.25	Rp 7,262,166.30	Rp 7,719,276.25	Rp 4,275,865.60	Rp 21,124,204.80	Rp 11,818,739.00
2042	Rp 3,083,543.50	Rp 7,629,477.97	Rp 7,203,100.30	Rp 7,629,477.97	Rp 4,283,765.15	Rp 21,332,623.20	Rp 11,776,315.00
2043	Rp 3,155,206.94	Rp 7,545,582.33	Rp 7,148,780.70	Rp 7,545,582.33	Rp 4,302,415.15	Rp 21,762,805.20	Rp 11,697,275.00

### Lampiran 36 BOK with project Jalan Lingkar Segmen 3 (Rp/1000km/kend)

Tahun	Jalan Lingkar Timur Segmen 3 (Akses Toll Singosari - Bugis)						
	BOK (Rp / 1000 km / kend)						
	Gol I		Gol II		Gol III	Gol IV	Gol V
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB
2023	Rp 2,729,555.84	Rp 8,318,676.48	Rp 7,808,527.50	Rp 8,318,676.48	Rp 4,249,136.60	Rp 19,284,682.80	Rp 12,349,459.00
2024	Rp 2,729,555.84	Rp 8,256,807.25	Rp 7,761,788.80	Rp 8,256,807.25	Rp 4,247,533.15	Rp 19,448,617.20	Rp 12,287,675.00
2025	Rp 2,749,904.14	Rp 8,196,413.68	Rp 7,716,236.70	Rp 8,196,413.68	Rp 4,247,533.15	Rp 19,448,617.20	Rp 12,287,675.00
2026	Rp 2,771,399.36	Rp 8,137,495.77	Rp 7,671,871.20	Rp 8,137,495.77	Rp 4,246,880.00	Rp 19,617,000.00	Rp 12,227,827.00
2027	Rp 2,794,041.50	Rp 8,080,053.52	Rp 7,628,692.30	Rp 8,080,053.52	Rp 4,247,177.15	Rp 19,789,831.20	Rp 12,169,915.00
2028	Rp 2,817,830.56	Rp 8,024,086.93	Rp 7,586,700.00	Rp 8,024,086.93	Rp 4,248,424.60	Rp 19,967,110.80	Rp 12,113,939.00
2029	Rp 2,842,766.54	Rp 7,969,596.00	Rp 7,545,894.30	Rp 7,969,596.00	Rp 4,250,622.35	Rp 20,148,838.80	Rp 12,059,899.00
2030	Rp 2,868,849.44	Rp 7,916,580.73	Rp 7,467,842.70	Rp 7,916,580.73	Rp 4,253,770.40	Rp 20,335,015.20	Rp 12,007,795.00
2031	Rp 2,896,079.26	Rp 7,865,041.12	Rp 7,430,596.80	Rp 7,865,041.12	Rp 4,257,868.75	Rp 20,525,640.00	Rp 11,957,627.00
2032	Rp 2,924,456.00	Rp 7,814,977.17	Rp 7,394,537.50	Rp 7,814,977.17	Rp 4,262,917.40	Rp 20,720,713.20	Rp 11,909,395.00
2033	Rp 2,984,650.24	Rp 7,766,388.88	Rp 7,325,978.70	Rp 7,766,388.88	Rp 4,268,916.35	Rp 20,920,234.80	Rp 11,863,099.00
2034	Rp 3,016,467.74	Rp 7,719,276.25	Rp 7,293,479.20	Rp 7,719,276.25	Rp 4,275,865.60	Rp 21,124,204.80	Rp 11,818,739.00
2035	Rp 3,083,543.50	Rp 7,629,477.97	Rp 7,232,040.00	Rp 7,629,477.97	Rp 4,283,765.15	Rp 21,332,623.20	Rp 11,776,315.00
2036	Rp 3,155,206.94	Rp 7,545,582.33	Rp 7,148,780.70	Rp 7,545,582.33	Rp 4,302,415.15	Rp 21,762,805.20	Rp 11,697,275.00
2037	Rp 3,231,458.06	Rp 7,467,589.33	Rp 7,099,207.50	Rp 7,467,589.33	Rp 4,324,866.35	Rp 22,210,780.80	Rp 11,625,979.00
2038	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2039	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2040	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2041	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2042	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93
2043	Rp 3,274,541.22	Rp 7,441,551.15	Rp 7,066,464.58	Rp 7,441,551.15	Rp 4,333,987.31	Rp 22,378,352.67	Rp 11,601,936.93

### Lampiran 37 Total BOK With Project Jalan Bugis – Mayjen Sungkono

Tahun	Ruas Bugis – Mayjen Sungkono										
	Gol I			Gol II		Gol III		Gol IV		Gol V	Total BOK
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	TB	TB	TB	
2023	Rp1,430,873,538	Rp340,586,806	Rp0	Rp42,573,351	Rp47,215,637	Rp157,869,665	Rp0	Rp2,019,118,997			
2024	Rp1,501,415,604	Rp357,377,735	Rp0	Rp44,970,230	Rp49,873,877	Rp166,757,727	Rp0	Rp2,120,395,174			
2025	Rp1,575,435,393	Rp374,996,458	Rp0	Rp47,502,054	Rp52,681,777	Rp176,146,187	Rp0	Rp2,226,761,869			
2026	Rp385,724,350	Rp91,812,883	Rp0	Rp11,707,831	Rp12,973,785	Rp43,769,567	Rp0	Rp545,988,416			
2027	Rp409,163,627	Rp95,784,831	Rp0	Rp12,295,811	Rp13,704,209	Rp46,233,793	Rp0	Rp577,182,272			
2028	Rp429,335,394	Rp100,507,024	Rp0	Rp12,988,065	Rp14,475,756	Rp48,836,756	Rp0	Rp606,142,995			
2029	Rp450,501,629	Rp105,462,020	Rp0	Rp13,719,293	Rp15,290,741	Rp51,586,265	Rp0	Rp636,559,949			
2030	Rp472,711,359	Rp110,661,298	Rp0	Rp14,491,689	Rp16,151,610	Rp54,490,572	Rp0	Rp668,506,528			
2031	Rp496,016,029	Rp116,116,899	Rp0	Rp15,307,572	Rp17,050,698	Rp58,038,374	Rp0	Rp702,529,572			
2032	Rp520,469,620	Rp121,841,463	Rp0	Rp16,169,388	Rp18,010,652	Rp61,305,934	Rp0	Rp737,797,057			
2033	Rp552,237,838	Rp127,132,957	Rp0	Rp16,984,166	Rp19,024,652	Rp64,757,458	Rp0	Rp780,137,072			
2034	Rp579,463,164	Rp133,400,612	Rp0	Rp17,940,375	Rp20,095,740	Rp68,403,303	Rp0	Rp819,303,194			
2035	Rp608,030,698	Rp139,977,262	Rp0	Rp18,950,418	Rp21,219,120	Rp72,868,626	Rp0	Rp861,046,124			
2036	Rp638,006,611	Rp146,878,141	Rp0	Rp20,017,326	Rp22,413,756	Rp76,971,130	Rp0	Rp904,286,965			
2037	Rp677,115,169	Rp154,119,234	Rp0	Rp21,144,302	Rp23,675,651	Rp81,304,605	Rp0	Rp957,358,960			
2038	Rp710,496,947	Rp160,838,895	Rp0	Rp22,213,408	Rp25,004,744	Rp86,625,606	Rp0	Rp1,005,179,600			
2039	Rp745,524,446	Rp168,768,252	Rp0	Rp23,464,023	Rp26,412,512	Rp91,502,628	Rp0	Rp1,055,671,861			
2040	Rp782,278,801	Rp177,088,527	Rp0	Rp24,785,048	Rp27,901,488	Rp97,505,776	Rp0	Rp1,109,559,640			
2041	Rp830,426,716	Rp185,818,991	Rp0	Rp26,180,446	Rp29,472,342	Rp102,995,351	Rp0	Rp1,174,893,846			
2042	Rp871,366,753	Rp193,953,122	Rp0	Rp27,508,779	Rp31,131,635	Rp108,793,989	Rp0	Rp1,232,754,278			
2043	Rp914,325,134	Rp203,515,011	Rp0	Rp29,057,524	Rp32,894,004	Rp115,948,550	Rp0	Rp1,295,740,222			

## Lampiran 38 Total BOK With Project Jalan Mayjen Sungkono – Satsui Tubun

Tahun	Ruas Mayjen Sungkono – Satsui Tubun						Total BOK
	KR	KBM	BB	Gol II KBM	Gol III TB	Gol IV TB	
2023	Rp1,490,586,835	Rp310,779,156	Rp15,808,435	Rp46,616,873	Rp129,891,266	Rp428,475,172	Rp0 Rp0
2024	Rp1,564,072,766	Rp326,100,568	Rp16,490,441	Rp46,915,012	Rp137,204,144	Rp452,598,324	Rp0 Rp2,543,381,255
2025	Rp382,942,363	Rp79,841,376	Rp4,037,465	Rp11,518,715	Rp33,816,705	Rp111,551,909	Rp0 Rp623,708,533
2026	Rp401,821,421	Rp83,777,556	Rp4,236,512	Rp12,122,769	Rp35,699,131	Rp118,814,891	Rp0 Rp656,472,279
2027	Rp421,631,217	Rp87,907,789	Rp4,419,812	Rp12,760,948	Rp37,708,992	Rp125,504,169	Rp0 Rp689,932,928
2028	Rp447,366,577	Rp92,241,643	Rp4,637,709	Rp13,415,587	Rp39,832,008	Rp132,570,054	Rp0 Rp730,063,578
2029	Rp469,421,749	Rp96,247,637	Rp4,866,348	Rp14,170,884	Rp42,074,550	Rp140,033,748	Rp0 Rp766,814,916
2030	Rp492,564,241	Rp100,992,646	Rp5,077,520	Rp14,968,705	Rp44,426,576	Rp149,175,060	Rp0 Rp807,204,748
2031	Rp516,847,658	Rp105,971,583	Rp5,327,842	Rp15,811,443	Rp46,927,792	Rp157,573,616	Rp0 Rp848,459,934
2032	Rp542,328,248	Rp111,195,982	Rp5,559,731	Rp16,701,627	Rp49,569,827	Rp166,445,010	Rp0 Rp891,800,426
2033	Rp575,571,909	Rp116,677,944	Rp5,833,826	Rp17,641,929	Rp52,352,557	Rp177,338,048	Rp0 Rp945,416,213
2034	Rp603,947,604	Rp121,765,150	Rp6,121,434	Rp18,635,170	Rp55,300,006	Rp187,322,180	Rp0 Rp993,091,543
2035	Rp633,722,221	Rp127,768,172	Rp6,388,673	Rp19,684,330	Rp58,413,396	Rp197,868,419	Rp0 Rp1,043,845,210
2036	Rp672,726,733	Rp134,067,143	Rp6,703,634	Rp20,792,557	Rp61,706,387	Rp210,849,833	Rp0 Rp1,106,846,287
2037	Rp705,892,161	Rp140,676,653	Rp6,997,191	Rp21,963,178	Rp65,180,457	Rp222,720,678	Rp0 Rp1,163,430,319
2038	Rp740,692,644	Rp146,834,701	Rp7,304,561	Rp23,199,705	Rp68,870,339	Rp237,367,338	Rp0 Rp1,224,269,288
2039	Rp786,458,842	Rp154,073,652	Rp7,664,676	Rp24,505,849	Rp72,747,739	Rp250,731,119	Rp0 Rp1,296,181,875
2040	Rp825,231,263	Rp161,669,483	Rp8,002,432	Rp25,885,528	Rp76,843,437	Rp264,847,281	Rp0 Rp1,362,479,422
2041	Rp865,915,164	Rp168,775,103	Rp8,356,203	Rp27,342,883	Rp81,211,712	Rp282,304,364	Rp0 Rp1,433,905,430
2042	Rp919,617,863	Rp177,095,716	Rp8,768,164	Rp28,882,287	Rp85,783,931	Rp298,198,100	Rp0 Rp1,518,346,061
2043	Rp964,955,024	Rp185,826,535	Rp9,157,045	Rp30,508,360	Rp90,680,676	Rp317,897,148	Rp0 Rp1,599,024,787

### Lampiran 39 Total BOK With Project Jalan Lingkar Timur Segmen 1

Tahun	Jalan Lingkar Timur Segmen 1 (Satsui Tubun – Mayjen Sungkono)						Total BOK	
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V	Total BOK		
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	TB	
2023	Rp1,735,494,281	Rp341,067,390	Rp0	Rp63,261,623	Rp66,505,332	Rp77,470,826	Rp0	Rp2,283,799,452
2024	Rp1,837,169,302	Rp355,403,138	Rp0	Rp66,360,400	Rp70,270,215	Rp82,565,498	Rp0	Rp2,411,768,553
2025	Rp1,945,429,130	Rp370,392,013	Rp0	Rp69,620,471	Rp74,264,826	Rp88,007,701	Rp0	Rp2,547,714,141
2026	Rp2,060,714,249	Rp386,066,949	Rp0	Rp73,050,901	Rp78,504,034	Rp93,821,514	Rp0	Rp2,692,157,647
2027	Rp2,183,494,464	Rp402,462,712	Rp0	Rp76,661,305	Rp83,003,705	Rp100,032,684	Rp0	Rp2,845,654,870
2028	Rp2,314,270,807	Rp419,615,999	Rp0	Rp80,461,885	Rp87,780,774	Rp106,668,747	Rp0	Rp3,008,798,212
2029	Rp2,479,733,644	Rp434,911,189	Rp0	Rp83,951,093	Rp92,853,315	Rp113,759,148	Rp0	Rp3,205,208,388
2030	Rp2,630,419,396	Rp453,654,320	Rp0	Rp88,153,271	Rp98,422,116	Rp122,532,506	Rp0	Rp3,393,181,610
2031	Rp2,822,886,818	Rp470,632,093	Rp0	Rp92,062,450	Rp104,178,060	Rp130,722,610	Rp0	Rp3,620,482,030
2032	Rp3,032,295,428	Rp488,565,484	Rp0	Rp96,208,042	Rp110,570,109	Rp140,896,293	Rp0	Rp3,868,535,355
2033	Rp3,263,288,742	Rp508,260,267	Rp0	Rp100,754,015	Rp117,359,033	Rp151,494,549	Rp0	Rp4,141,156,606
2034	Rp3,424,168,877	Rp533,317,498	Rp0	Rp106,426,466	Rp123,966,346	Rp160,023,693	Rp0	Rp4,347,902,880
2035	Rp3,592,980,403	Rp559,610,051	Rp0	Rp112,418,276	Rp130,945,651	Rp169,033,026	Rp0	Rp4,564,987,408
2036	Rp3,770,114,337	Rp587,198,826	Rp0	Rp118,747,425	Rp138,317,892	Rp178,549,586	Rp0	Rp4,792,928,065
2037	Rp3,955,980,974	Rp616,147,729	Rp0	Rp125,432,905	Rp146,105,189	Rp188,601,928	Rp0	Rp5,032,268,723
2038	Rp4,151,010,836	Rp646,523,812	Rp0	Rp132,494,777	Rp154,330,911	Rp199,220,216	Rp0	Rp5,283,580,552
2039	Rp4,355,655,670	Rp678,397,435	Rp0	Rp139,954,233	Rp163,019,741	Rp210,436,314	Rp0	Rp5,547,463,394
2040	Rp4,570,389,494	Rp711,842,429	Rp0	Rp147,833,657	Rp172,197,753	Rp222,283,879	Rp0	Rp5,824,547,211
2041	Rp4,795,709,696	Rp746,936,261	Rp0	Rp156,156,692	Rp181,892,486	Rp234,798,461	Rp0	Rp6,115,493,596
2042	Rp5,032,138,184	Rp783,760,218	Rp0	Rp164,948,313	Rp192,133,033	Rp248,017,614	Rp0	Rp6,420,997,364
2043	Rp5,280,222,597	Rp822,399,597	Rp0	Rp174,234,903	Rp202,950,123	Rp261,981,006	Rp0	Rp6,741,788,226

## Lampiran 40 Total BOK With Project Jalan Lingkar Timur Segmen 2

Tahun	Jalan Lingkar Timur Segmen 2 (Mayjen Sungkono - Bugis)					Gol V TB	Total BOK	
	Gol I KR	KBM	BB	Gol II KBM	Gol III TB	Gol IV TB		
2023	Rp997,258,173	Rp302,716,552	Rp0	Rp38,601,929	Rp38,373,386	Rp126,005,933	Rp0	Rp1,502,955,973
2024	Rp1,052,204,478	Rp315,131,760	Rp0	Rp40,453,175	Rp40,482,444	Rp134,141,726	Rp0	Rp1,582,413,583
2025	Rp1,104,078,159	Rp330,667,755	Rp0	Rp42,730,689	Rp42,761,605	Rp141,693,905	Rp0	Rp1,661,932,114
2026	Rp1,165,374,382	Rp344,267,643	Rp0	Rp44,784,926	Rp45,121,850	Rp150,868,902	Rp0	Rp1,750,417,703
2027	Rp1,222,827,339	Rp358,467,904	Rp0	Rp46,943,292	Rp47,662,210	Rp159,362,821	Rp0	Rp1,835,263,566
2028	Rp1,291,221,548	Rp376,140,372	Rp0	Rp49,586,199	Rp50,304,134	Rp169,710,701	Rp0	Rp1,936,962,953
2029	Rp1,363,964,535	Rp391,701,373	Rp0	Rp51,982,070	Rp53,104,341	Rp180,760,317	Rp0	Rp2,041,512,635
2030	Rp1,441,347,313	Rp407,955,392	Rp0	Rp54,500,283	Rp56,094,115	Rp190,937,122	Rp0	Rp2,150,834,226
2031	Rp1,523,680,422	Rp428,067,593	Rp0	Rp57,568,649	Rp59,229,855	Rp203,401,373	Rp0	Rp2,271,947,892
2032	Rp1,598,797,866	Rp445,885,908	Rp0	Rp60,364,977	Rp62,554,875	Rp216,713,030	Rp0	Rp2,384,316,657
2033	Rp1,690,732,069	Rp464,504,928	Rp0	Rp63,305,177	Rp66,076,714	Rp228,913,974	Rp0	Rp2,513,532,863
2034	Rp1,788,579,313	Rp483,964,449	Rp0	Rp66,397,231	Rp69,801,717	Rp243,932,172	Rp0	Rp2,652,674,882
2035	Rp1,892,735,373	Rp504,306,448	Rp0	Rp69,649,602	Rp73,753,209	Rp259,973,751	Rp0	Rp2,800,418,383
2036	Rp2,003,622,461	Rp525,575,213	Rp0	Rp73,071,261	Rp77,945,816	Rp277,109,602	Rp0	Rp2,957,324,353
2037	Rp2,121,690,961	Rp547,817,481	Rp0	Rp76,671,722	Rp82,395,143	Rp295,415,537	Rp0	Rp3,123,990,844
2038	Rp2,269,442,240	Rp571,082,579	Rp0	Rp80,461,079	Rp87,117,844	Rp314,972,632	Rp0	Rp3,323,076,373
2039	Rp2,405,366,265	Rp595,422,581	Rp0	Rp84,450,037	Rp92,131,692	Rp335,867,584	Rp0	Rp3,513,238,160
2040	Rp2,550,156,499	Rp620,892,470	Rp0	Rp88,649,960	Rp97,455,657	Rp358,193,108	Rp0	Rp3,715,347,694
2041	Rp2,704,405,098	Rp647,550,311	Rp0	Rp93,072,906	Rp103,109,987	Rp382,048,343	Rp0	Rp3,930,186,646
2042	Rp2,900,833,574	Rp671,570,220	Rp0	Rp97,169,238	Rp109,116,297	Rp407,539,298	Rp0	Rp4,186,228,626
2043	Rp3,114,585,484	Rp696,929,810	Rp0	Rp101,511,212	Rp115,761,344	Rp439,164,660	Rp0	Rp4,467,952,510

### Lampiran 41 Total BOK With Project Jalan Lingkar Timur Segmen 3

Tahun	Jalan Lingkar Timur Segmen 3 (Bugis – Akses Toll Singosari)					Total BOK	
	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V		
	KR	KBM	BB	KBM	TB	TB	
2023	Rp1,107,652,108	Rp281,309,490	Rp13,202,899	Rp43,046,561	Rp109,939,796	Rp365,904,844	Rp0 Rp1,921,055,698
2024	Rp1,162,259,357	Rp292,982,694	Rp13,770,879	Rp45,131,904	Rp116,085,584	Rp389,790,874	Rp0 Rp2,020,021,291
2025	Rp1,228,650,313	Rp305,178,099	Rp14,364,980	Rp47,324,132	Rp122,621,202	Rp411,736,101	Rp0 Rp2,129,874,827
2026	Rp1,299,300,261	Rp317,921,533	Rp14,986,509	Rp49,629,151	Rp129,504,859	Rp438,682,279	Rp0 Rp2,250,024,591
2027	Rp1,374,494,286	Rp331,240,230	Rp15,636,838	Rp52,053,218	Rp136,805,554	Rp467,462,598	Rp0 Rp2,377,692,724
2028	Rp1,454,536,534	Rp345,162,923	Rp16,317,418	Rp54,602,968	Rp144,550,150	Rp498,204,087	Rp0 Rp2,513,374,080
2029	Rp1,539,751,469	Rp359,719,924	Rp17,029,775	Rp57,285,435	Rp152,767,311	Rp531,042,599	Rp0 Rp2,657,596,512
2030	Rp1,630,485,202	Rp374,943,219	Rp17,684,510	Rp60,108,077	Rp161,487,621	Rp566,123,417	Rp0 Rp2,810,832,045
2031	Rp1,727,106,908	Rp390,866,571	Rp18,463,806	Rp63,078,806	Rp170,743,721	Rp603,601,909	Rp0 Rp2,973,861,722
2032	Rp1,830,010,334	Rp407,525,621	Rp19,280,053	Rp66,206,017	Rp180,570,445	Rp643,644,225	Rp0 Rp3,147,236,696
2033	Rp1,959,754,041	Rp424,958,001	Rp20,042,991	Rp69,498,617	Rp191,004,973	Rp686,428,033	Rp0 Rp3,351,686,657
2034	Rp2,078,291,596	Rp443,203,451	Rp20,937,812	Rp72,966,059	Rp202,086,991	Rp732,143,323	Rp0 Rp3,549,629,233
2035	Rp2,229,243,704	Rp459,643,419	Rp21,784,974	Rp76,177,446	Rp213,858,858	Rp780,993,248	Rp0 Rp3,781,701,649
2036	Rp2,393,508,591	Rp477,000,307	Rp22,595,808	Rp79,581,410	Rp226,882,597	Rp841,598,923	Rp0 Rp4,041,167,635
2037	Rp2,572,203,582	Rp495,342,960	Rp23,545,366	Rp83,192,959	Rp240,906,679	Rp907,280,135	Rp0 Rp4,322,471,682
2038	Rp2,734,997,602	Rp517,951,044	Rp24,592,203	Rp87,570,312	Rp255,006,391	Rp965,590,468	Rp0 Rp4,585,708,020
2039	Rp2,869,832,984	Rp543,486,031	Rp25,804,598	Rp92,500,520	Rp269,363,251	Rp1,019,953,211	Rp0 Rp4,820,940,595
2040	Rp3,011,315,750	Rp570,279,892	Rp27,076,765	Rp97,708,300	Rp284,528,402	Rp1,077,376,577	Rp0 Rp5,068,285,686
2041	Rp3,159,773,616	Rp598,394,691	Rp28,411,650	Rp103,209,277	Rp300,547,351	Rp1,138,032,878	Rp0 Rp5,328,369,463
2042	Rp3,315,550,455	Rp627,895,549	Rp29,812,344	Rp109,019,959	Rp317,468,167	Rp1,202,104,129	Rp0 Rp5,601,850,604
2043	Rp3,479,007,093	Rp658,850,800	Rp31,282,093	Rp115,157,783	Rp335,341,625	Rp1,269,782,592	Rp0 Rp5,889,421,985

**Lampiran 42 Benefit Ekonomi Kelayakan Jalan Lingkar  
Timur Malang**

<b>Tahun</b>	<b>Saving BOK</b>	<b>Saving VOT</b>	<b>Total Benefit</b>
2023	Rp 2,981,753,676	Rp 38,571,162,982	Rp 41,552,916,657
2024	Rp 3,139,200,823	Rp 43,057,346,481	Rp 46,196,547,304
2025	Rp 5,450,231,081	Rp 46,749,235,244	Rp 52,199,466,326
2026	Rp 9,340,775,084	Rp 52,324,049,531	Rp 61,664,824,615
2027	Rp 9,940,827,934	Rp 57,310,225,955	Rp 67,251,053,890
2028	Rp 10,616,457,437	Rp 76,581,624,216	Rp 87,198,081,653
2029	Rp 11,042,525,654	Rp 83,823,531,710	Rp 94,866,057,364
2030	Rp 11,654,731,954	Rp 92,250,935,287	Rp 103,905,667,241
2031	Rp 12,175,067,357	Rp 100,567,070,206	Rp 112,742,137,563
2032	Rp 12,741,874,709	Rp 110,582,263,758	Rp 123,324,138,467
2033	Rp 13,142,625,332	Rp 118,681,861,854	Rp 131,824,487,186
2034	Rp 13,734,830,513	Rp 129,498,044,362	Rp 143,232,874,875
2035	Rp 14,302,355,039	Rp 140,567,691,537	Rp 154,870,046,576
2036	Rp 14,870,809,996	Rp 153,620,365,961	Rp 168,491,175,957
2037	Rp 15,442,092,593	Rp 166,072,630,741	Rp 181,514,723,334
2038	Rp 16,054,614,447	Rp 180,285,327,202	Rp 196,339,941,649
2039	Rp 16,805,421,451	Rp 197,029,053,405	Rp 213,834,474,856
2040	Rp 17,584,412,909	Rp 215,371,928,222	Rp 232,956,341,131
2041	Rp 18,385,069,239	Rp 234,910,157,048	Rp 253,295,226,287
2042	Rp 19,183,590,113	Rp 255,282,048,112	Rp 274,465,638,225
2043	Rp 19,984,853,257	Rp 276,774,146,883	Rp 296,759,000,140