



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN *UNDERPASS*  
DI BUNDRAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU  
LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA**

INDRA DWI LAKSONO  
NRP. 0311164000080

Dosen Pembimbing  
Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M. Eng.

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



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN *UNDERPASS*  
DI BUNARAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU  
LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA**

INDRA DWI LAKSONO  
NRP. 0311164000080

Dosen Pembimbing  
Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M. Eng.

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

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



FINAL PROJECT (RC18-4803)

**FEASIBILITY STUDY OF UNDERPASS  
DEVELOPMENT IN BUNDARAN WARU IN TERMS  
OF TRAFFIC AND HIGHWAY ECONOMY ASPECT**

INDRA DWI LAKSONO  
NRP. 0311164000080

Supervisor  
Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M. Eng.

CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT  
Faculty of Civil Engineering , Environment dan Potential  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2020

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN UNDERPASS  
DI BUNDRAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU  
LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**INDRA DWI LAKSONG**  
NRP. 03111640000080

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M. Eng.



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# **STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN *UNDERPASS* DI BUNDRAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA**

**Nama Mahasiswa** : Indra Dwi Laksono  
**NRP** : 03111640000080  
**Departemen** : Teknik Sipil FTSLK – ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M.Eng

## **ABSTRAK**

*Bundaran Waru memiliki kendala yang muncul akibat adanya konflik pergerakan lalu lintas kendaraan dari berbagai arah, terdapat beberapa persilangan arus lalu lintas (Weaving) yang menyebabkan bundaran tersebut sering terjadi macet pada jam puncak (Peak Hour). Pada bagian Selatan juga merupakan menjadi titik yang sangat padat dikarenakan salah satu akses keluar dari Tol Surabaya-Mojokerto, Tol Surabaya-Porong, serta Jalan Nasional.*

*Penelitian ini merupakan analisis kinerja lalu lintas dan ekonomi jalan raya pembangunan underpass di Bundaran Waru sebagai solusi penanganan permasalahan kepadatan lalu lintas di Bundaran Waru. Analisis lalu lintas berupa karakteristik kondisi lalu lintas pada saat eksisting dan membandingkan kinerja lalu lintas saat sebelum dan sesudah dibangunnya underpass ditinjau dari kecepatan tempuh dan derajat kejenuhan di Bundaran Waru berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Analisis ekonomi dinilai berdasarkan analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK), Nilai Waktu berdasarkan metode Jaga Marga, Benefit Cost Ratio (BCR) dan Net Present Value (NPV) berdasarkan Kelayakan Ekonomi Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.*



*Dari studi kelayakan, dinyatakan bahwa pembangunan underpass di Bundaran Waru dinyatakan layak apabila Net Present Value (NPV) > 0, dan Benefit Cost Ratio (BCR) > 1.*

*Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) pada tahun 2021 sebelum dibangunnya underpass yaitu 0,60 pada bagian jalinan AB, 0,70 pada bagian jalan BC, 0,53 pada bagian jalinan CA. Setelah direncanakan pembangunan underpass derajat kejenuhan (DS) ruas Bundaran Waru menurun yaitu 0,60 pada bagian jalinan jalan AB, 0,59 pada bagian jalinan jalan BC, 0,53 pada bagian jalinan jalan CA. Sedangkan DS untuk bagian underpass pada ruas Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru sebesar 0,23 dan pada arah sebaliknya yaitu ruas Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani sebesar 0,29.*

*Berdasarkan analisis kelayakan dari segi ekonomi didapatkan nilai Benefit Cost Ratio (BCR) = 1,749 > 1, Net Present Value (NPV) = Rp 111.687.095.336,507 > 0. Sesuai persyaratan analisis kelayakan ekonomi, maka rencana pembangunan underpass di Bundaran Waru Surabaya ini dapat dikatakan layak.*

**Kata Kunci : Underpass Bundaran Waru, Analisis Kinerja Lalu Lintas, Kelayakan Ekonomi, Studi Kelayakan**

# **FEASIBILITY STUDY OF UNDERPASS DEVELOPMENT IN BUNDARAN WARU IN TERMS OF TRAFFIC AND HIGHWAY ECONOMY ASPECT**

**Student Name : Indra Dwi Laksono**  
**NRP : 0311164000080**  
**Department : Civil Engineering FTSLK – ITS**  
**Academic Supervisor : Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M.Eng**

## **ABSTRACT**

*Bundaran Waru has obstacles that arise due to the conflicting movement of vehicle traffic from various directions. The southern circle is also a very crowded point because it is one of the access exits is the Surabaya-Mojokerto Toll Road, the Surabaya-Porong Toll Road and the National Road.*

*This study is an analysis of the traffic performance and economic development of the underpass at Bundaran Waru as a solution to handle the problem of traffic density at the Bundaran Waru. Traffic analyses done in this study are in the form of characteristics of existing traffic conditions and comparing traffic performance before and after the construction of underpasses in terms of travel speed and degree of saturation in the Bundaran Waru based on the Indonesian Road Capacity Manual and the Indonesian Road Capacity Guidelines. Economic analysis is based on the analysis of Vehicle Operating Costs, Time Value based on the Jasa Marga, Benefit Cost Ratio (BCR) and Net Present Value (NPV) methods based on the Economic Feasibility of the Ministry of Public Works and Public Housing. From the feasibility study, it was stated that the underpass construction in Bundaran Waru was feasible if the Net Present Value (NPV) > 0, and the Benefit Cost Ratio (BCR) > 1.*

*Based on the results of calculations performed, the degree of saturation was obtained in 2021 before underpass construction is 0.60*

*on the AB braid, 0.70 on the BC braid, 0.53 on the CA braid. After the planned underpass construction the degree of saturation of Bundaran Waru decreased, namely 0.60 on the AB braid section, 0.59 on the BC braid section, 0.53 on the CA braid section. While the DS for the underpass on Jl. Ahmad Yani - Jl. Raya Waru of 0.23 and in the reverse direction Jl. Raya Waru - Jl. Ahmad Yani of 0.29.*

*Based on the economic feasibility analysis the value of Benefit Cost Ratio (BCR) = 1,749 > 1, Net Present Value (NPV) = Rp 111.687.095.336,507 > 0. It can be concluded that the project is feasible.*

**Keywords: Bundaran Waru Underpass, Traffic Performance Analysis, Economic Feasibility, Feasibility Study**

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan petunjuk dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini yang berjudul “Studi Kelayakan Pembangunan *Underpass* Di Bundaran Waru Ditinjau Dari Segi Lalu Lintas Dan Ekonomi Jalan Raya”.

Dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah mendukung dan membantu kepada :

1. Kepada Bapak Dr. Catur Arif Prasetyanto, S.T., M. Eng. selaku dosen konsultasi proposal tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan dan arahan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kepada Bapak Anak Agung Gede Sartika, ST., M.Sc. yang bersedia membantu saya dalam berkonsultasi.
3. Kepada Bapak Cahya Buana, ST., MT. selaku dosen Teknik Penulisan Ilmiah.
4. Kepada Bapak Dr. Ir. Hidayat Soegihardjo Masiran, MS. selaku Dosen Wali.
5. Kepada Bapak dan Ibu dosen serta staf pengajar Departemen Teknik Sipil FTSPK – ITS.
6. Kepada Surabaya Intelligent Transport System (SITS) Dinas Perhubungan Kota Surabaya yang telah membantu saya mendapatkan data CCTV Bundaran Waru.
7. Kepada Mangement Aryaduta Residence yang telah mengizinkan saya menggunakan fasilitas gedungnya.
8. Kepada Kedua orang tua saya yang senantiasa mendukung dan mendoakan saya sepenuhnya.
9. Kepada Dhendi, Tika, Dizq, Zaldi, Dito, dan tim survei dan tim counting lainnya yang telah membantu saya.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan yang diberikan.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan. Maka, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi proposal tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, penulis dan semua pihak yang terkait.

Surabaya, 29 Juli 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penulisan.....	4
1.6 Lokasi Studi .....	4
1.7 Perencanaan Underpass .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Umum.....	7
2.1.1 Jalinan Jalan.....	7
2.2 Analisa Kinerja Lalu Lintas Bundaran.....	12
2.3 <i>Trip Assignment</i> .....	21
2.4 Analisis Kinerja Lalu Lintas Bagian Underpass .....	21
2.4 Analisa Ekonomi Jalan Raya .....	32
2.4 Studi Kelayakan Ekonomi .....	39

2.5 Studi Terdahulu.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	45
3.1 Umum.....	45
3.2 Uraian Kegiatan .....	45
3.3 Analisis Data Perencanaan <i>Underpass</i> Bundaran Waru .....	50
3.3 Bagan Alir ( <i>Flowchart</i> ) Metodologi.....	69
BAB IV DATA DAN ANALISIS.....	74
4.1 Pengumpulan Data dan Analisis Karakteristik Kendaraan ..	75
4.1.1 Data Jumlah Penduduk .....	75
4.1.2 Data Peningkatan Jumlah Kendaraan .....	75
4.1.1 Data Kondisi Geometrik Bagian Jalan.....	78
4.1.2 Data Volume Lalu Lintas dan Karakteristik Kendaraan...	80
4.2 Analisis Kinerja Lalu Lintas Kondisi Eksisting Sebelum Dibangun <i>Underpass</i> .....	82
4.2.1 Analisis Satuan Mobil Penumpang.....	82
4.2.2 Perhitungan Rasio Jalinan ( $P_w$ ).....	83
4.2.3 Perhitungan Kapasitas (C) .....	84
4.2.4 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Kondisi Eksisting..	86
4.2.5 Perhitungan Tundaan Bundaran ( $D_R$ ).....	88
4.2.6 Perhitungan Kecepatan .....	91
4.3 Analisis Kinerja Lalu Lintas Kondisi Eksisting Setelah Dibangun <i>Underpass</i> .....	93
4.3.1 <i>Trip Assignment</i> .....	93
4.3.2 Analisis Satuan Mobil Penumpang.....	96
4.3.3 Perhitungan Rasio Jalinan ( $P_w$ ).....	97
4.3.4 Perhitungan Kapasitas (C) .....	98

4.3.4 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Kondisi Rencana .	100
4.3.5 Perhitungan Tundaan Bundaran ( $D_R$ ).....	102
4.3.6 Perhitungan Kecepatan .....	105
4.4 Analisis Kinerja Lalu Lintas Kondisi Rencana Bagian Underpass.....	107
4.4.1 Analisis Satuan Mobil Penumpang.....	107
4.4.2 Perhitungan Kapasitas (C) .....	108
4.3.4 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Kondisi Rencana .	109
4.3.6 Perhitungan Kecepatan .....	111
4.5 Analisis Kelayakan Ekonomi.....	113
4.4.1 Analisis Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK).....	113
4.4.1.1 Analisis Biaya Operasional Kendaraan Jl. Ahmad Yani – Jl Waru Sebelum Adanya Underpass .....	117
4.4.1.2 Analisis Biaya Operasional Kendaraan Jl. Ahmad Yani – Jl Waru Kondisi Eksisting Setelah Dibangun <i>Underpass</i> .....	141
4.4.2 Analisis Penghematan Nilai Waktu ( <i>Time Value</i> ) .....	193
4.4.3 Analisis Kelayakan Pembangunan Underpass.....	204
4.4.3.1 Analisis <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR) .....	206
4.4.3.2 Analisis <i>Net Present Value</i> (NPV).....	212
BAB V PENUTUP.....	215
5.1 Kesimpulan .....	215
5.2 Saran.....	217
DAFTAR PUSTAKA.....	219
LAMPIRAN .....	221



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Studi.....	4
Gambar 1. 2 Perencanaan Underpass.....	5
Gambar 2. 1 Bagian Jalan Tunggal .....	7
Gambar 2. 2 Bagian Jalinan Bundaran.....	8
Gambar 2. 3 Bagian – Bagian Jalan .....	11
Gambar 2. 4 Grafik Kapasitas dan Lebar Jalinan.....	14
Gambar 2. 5 Skema W1 dan W2.....	14
Gambar 2. 6 Grafik Kapasitas dengan Lebar Masuk Rata- Rata/Lebar Jalinan.....	15
Gambar 2. 7 Grafik Kapasitas dengan Rasio Jalinan .....	16
Gambar 2. 8 Grafik Kapsitas dengan Lebar Jalinan/Rasio Jalinan .....	17
Gambar 2. 9 Tundaan Lalu Lintas bagian jalinan vs Derajat Kejenuhan (DT vs DS).....	20
Gambar 2. 10 Hubungan VT dengan DS pada Jalan 4/2T, 6/2T.	27
Gambar 3. 1 Penentuan Titik Survey .....	48
Gambar 3. 2 Formulir Survey Lalu Lintas .....	49
Gambar 3. 3 Hubungan VT dengan DS pada jalan 4/2T, 6/2T ...	60
Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	70
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan) ..	71
Gambar 3. 6 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan) ..	72
Gambar 3. 7 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan) ..	73
Gambar 4. 1 Pengukuran geometri lebar pendekat bagian jalan.....	79
Gambar 4. 2 Sketsa Bundaran Waru .....	79
Gambar 4. 3 Hubungan VT dan DS, Pada Jalan 4/2T dan 6/2T .....	111
Gambar 4. 4 Desain Perencanaan Underpass Bundaran Waru.....	205

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelandaian Maksimum Bina Marga, 1997.....	11
Tabel 2. 2 Ekiwalensi Mobil Penumpang (emp).....	12
Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS).....	17
Tabel 2. 4 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU) .....	18
Tabel 2. 5 Kapasitas Dasar .....	22
Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Lajur atau Jalur Lalu Lintas (FCLJ) .....	23
Tabel 2. 7 Faktor Penyesuaian kapasitas Terkait Pemisah Arah Hanya Pada Jalan Tak Terbagi (FCPA) .....	24
Tabel 2. 8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait KHS pada Jalan Berbahu .....	24
Tabel 2. 9 penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berkereb .....	25
Tabel 2. 10 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Ukuran Kota (FCUK).....	26
Tabel 2. 11 Kecepatan Arus Bebas .....	28
Tabel 2. 12 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur lalu lintas efektif, VBL.....	28
Tabel 2. 13 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur lalu lintas efektif, VBL (lanjutan) .....	29
Tabel 2. 14 Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping (FVBHS) untuk Jalan Berbahu LBE.....	29
Tabel 2. 15 Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping (FVBHS) untuk Jalan Berbahu LBE (lanjutan) ....	30
Tabel 2. 16 Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping (FVBHS) untuk Jalan Berkereb dengan Jarak dari Kereb ke Hambatan Samping Terdekat Sejauh LKP .....	30
Tabel 2. 17 Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping (FVBHS) untuk Jalan Berkereb dengan Jarak dari Kereb ke Hambatan Samping Terdekat Sejauh LKP (lanjutan) .....	31

Tabel 2. 18 Faktor Penyesuaian Kecepatan Bebas untuk Ukuran Kota (FVBUK).....	31
Tabel 2. 19 Faktor Koreksi Konsumsi bahan Bakar Dasar Kendaraan.....	33
Tabel 2. 20 Faktor Koreksi Konsumsi Minyak Pelumas terhadap Kondisi Kerataan Permukaan.....	34
Tabel 2. 21 Konsumsi Dasar Minyak Pelumas (liter/km).....	34
Tabel 2. 22 Konsumsi Dasar Minyak Pelumas (liter/km) (lanjutan).....	35
Tabel 2. 23 Nilai Waktu Minimum (Rp/Jam).....	37
Tabel 2. 24 Nilai Waktu dari Berbagai Studi.....	37
Tabel 2. 25 Nilai Waktu dari Berbagai Studi (lanjutan).....	38
Tabel 2. 26 Nilai K untuk Beberapa Kota.....	38
Tabel 3. 1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS).....	52
Tabel 3. 2 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU).....	53
Tabel 3. 3 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU) (lanjutan).....	53
Tabel 3. 4 Tabel Kapasitas Dasar (C0).....	56
Tabel 3. 5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Lajur atau Jalur Lalu Lintas (FCLJ).....	56
Tabel 3. 6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Pemisah Arah, Hanya Pada Jalan Tak Terbagi (FCPA).....	57
Tabel 3. 7 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait KHS pada Jalan Berbahu atau Berkereb (FCHS).....	57
Tabel 3. 8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait KHS pada Jalan Berbahu atau Berkereb (FCHS) (lanjutan).....	58
Tabel 3. 9 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait KHS pada Jalan Berbahu atau Berkereb (FCHS).....	58
Tabel 3. 10 Faktor Penyesuaian Unukuran Kota.....	59
Tabel 3. 11 Kecepatan Arus Bebas Dasar (VBD).....	61
Tabel 3. 12 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur lalu lintas efektif (VBL).....	62
Tabel 3. 13 Faktor Penyesuaian Kecepatan Bebas Akibat	

Hambatan Samping (FVBHS), untuk Jalan Berbahu Dengan Lebar Efektif LBE.....	63
Tabel 3. 14 Faktor Penyesuaian Kecepatan Bebas Akibat Hambatan Samping (FVBHS), untuk Jalan Berkereb dengan Jarak Kereb ke Penghalang Terdekat LKP.....	64
Tabel 3. 15 Faktor Penyesuaian Kecepatan Bebas untuk Ukuran Kota.....	65
Tabel 4. 1 Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Per Tahun .....	76
Tabel 4. 2 Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Per Tahun (lanjutan) .....	77
Tabel 4. 3 Persentase Pertumbuhan Kendaraan Bermotor .....	77
Tabel 4. 4 Persentase Pertumbuhan Kendaraan Bermotor (lanjutan) .....	78
Tabel 4. 5 Pengukuran Geometrik Jalan .....	80
Tabel 4. 6 Peak Hour Volume Bundaran Waru.....	82
Tabel 4. 7 Konversi smp/jam Kondisi Eksisting .....	83
Tabel 4. 8 Nilai Rasio Jalinan (PW) Kondisi Eksisting .....	84
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Kapasitas Pada Kondisi Eksisting ..	86
Tabel 4. 10 Hasil DS pada tiap jalinan Kondisi Eksisting Tahun 2020.....	87
Tabel 4. 11 Nilai DS Kondisi Eksisting Pada 10 Tahun .....	88
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Tundaan Kondisi Eksisting Tahun 2020.....	90
Tabel 4. 13 Nilai Tundaan Kondisi Eksisting Pada 10 Tahun.....	91
Tabel 4. 14 Hasil Kecepatan Tiap Jalinan Kondisi Eksisting Tahun 2020.....	92
Tabel 4. 15 Nilai Kecepatan Kondisi Eksisting Pada 10 Tahun..	92
Tabel 4. 16 Kecepatan Pada Bundaran Waru.....	93
Tabel 4. 17 Kecepatan Arus Bebas Pada Underpass.....	94
Tabel 4. 18 Trip Assignment Arah Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru.....	95
Tabel 4. 19 Trip Assignment Arah Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani .....	96
Tabel 4. 20 Konversi smp/jam Kondisi Eksisting with Project..	97

Tabel 4. 21 Rasio Jalinan Kondisi Eksisting with Project.....	98
Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Kapasitas Kondisi Eksisting with Project.....	100
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting with Project.....	101
Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting with Project.....	102
Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Tundaan Bundaran Eksisting with Project.....	104
Tabel 4. 26 Hasil Tundaan Kondisi Eksisting with Project Selama 10 Tahun.....	105
Tabel 4. 27 Hasil Perhitungan Kecepatan Eksisting with Project .....	106
Tabel 4. 28 Hasil Kecepatan Kondisi Eksisting with Project Selama 10 Tahun.....	107
Tabel 4. 29 Hasil Perhitungan Satuan Kendaraan Ringan (skr/jam) .....	108
Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Rencana Bagian Underpass .....	110
Tabel 4. 31 Perhitungan NilaiVB Rata - Rata .....	112
Tabel 4. 32 Nilai Kecepatan Kondisi Rencana Bagian Underpass .....	112
Tabel 4. 33 Nilai Kecepatan Kondisi Rencana Bagian Underpass (lanjutan) .....	113
Tabel 4. 34 Persentase Peningkatan Harga Rata-Rata.....	115
Tabel 4. 35 Persentase Peningkatan Harga Rata-Rata (lanjutan) .....	116
Tabel 4. 36 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km).....	119
Tabel 4. 37 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km).....	120
Tabel 4. 38 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km).....	120
Tabel 4. 39 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan) .....	121

Tabel 4. 40 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	122
Tabel 4. 41 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	123
Tabel 4. 42 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan).....	123
Tabel 4. 43 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan).....	124
Tabel 4. 44 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	125
Tabel 4. 45 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	125
Tabel 4. 46 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan).....	126
Tabel 4. 47 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	126
Tabel 4. 48 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	128
Tabel 4. 49 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	128
Tabel 4. 50 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	129
Tabel 4. 52 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	130
Tabel 4. 53 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	131
Tabel 4. 54 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	131
Tabel 4. 55 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan).....	132
Tabel 4. 56 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	133
Tabel 4. 57 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	134



Tabel 4. 58 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	134
Tabel 4. 59 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan) .....	135
Tabel 4. 60 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	136
Tabel 4. 61 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	136
Tabel 4. 62 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan) .....	137
Tabel 4. 63 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	137
Tabel 4. 64 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan) .....	138
Tabel 4. 65 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	139
Tabel 4. 66 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	139
Tabel 4. 67 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan) .....	140
Tabel 4. 68 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	140
Tabel 4. 69 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	143
Tabel 4. 70 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	143
Tabel 4. 71 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan) .....	144
Tabel 4. 72 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	144
Tabel 4. 73 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	146
Tabel 4. 74 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	146

Tabel 4. 75 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan).....	147
Tabel 4. 76 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	147
Tabel 4. 77 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan).....	148
Tabel 4. 78 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	149
Tabel 4. 79 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	149
Tabel 4. 80 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan).....	150
Tabel 4. 81 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	150
Tabel 4. 82 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan).....	151
Tabel 4. 83 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	152
Tabel 4. 84 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	153
Tabel 4. 85 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	153
Tabel 4. 86 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan).....	154
Tabel 4. 87 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	155
Tabel 4. 88 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	156
Tabel 4. 89 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	156
Tabel 4. 90 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan).....	157
Tabel 4. 91 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	158

Tabel 4. 92 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	159
Tabel 4. 93 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	159
Tabel 4. 94 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan) .....	160
Tabel 4. 95 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	161
Tabel 4. 96 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	161
Tabel 4. 97 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan) .....	162
Tabel 4. 98 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	162
Tabel 4. 99 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan) .....	163
Tabel 4. 100 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km) .....	164
Tabel 4. 101 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) .....	164
Tabel 4. 102 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan) .....	165
Tabel 4. 103 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) .....	165
Tabel 4. 104 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km) .....	168
Tabel 4. 105 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km) .....	168
Tabel 4. 106 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan) .....	169
Tabel 4. 107 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km) .....	170
Tabel 4. 108 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km) .....	171

Tabel 4. 109 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km).....	172
Tabel 4. 110 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km) .....	173
Tabel 4. 111 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km) .....	174
Tabel 4. 112 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km) (lanjutan).....	175
Tabel 4. 113 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km) .....	175
Tabel 4. 114 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km) .....	176
Tabel 4. 115 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km) (lanjutan).....	177
Tabel 4. 116 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. ahmad Yani (Rp/1000km).....	177
Tabel 4. 117 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. ahmad Yani (Rp/1000km) (lanjutan).....	178
Tabel 4. 118 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km).....	179
Tabel 4. 119 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km) .....	179
Tabel 4. 120 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km) (lanjutan).....	180
Tabel 4. 121 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km).....	181
Tabel 4. 122 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km).....	181
Tabel 4. 123 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km (lanjutan).....	182
Tabel 4. 124 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km).....	183
Tabel 4. 125 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km) .....	184

Tabel 4. 126 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan AB Kondisi Eksisting.....	186
Tabel 4. 127 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan BC Kondisi Eksisting .....	186
Tabel 4. 128 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan BC Kondisi Eksisting (lanjutan).....	187
Tabel 4. 129 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting.....	187
Tabel 4. 130 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan AB Kondisi Eksisting with Project .....	188
Tabel 4. 131 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan BC Kondisi Eksisting with Project.....	188
Tabel 4. 132 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan BC Kondisi Eksisting with Project (lanjutan) .....	189
Tabel 4. 133 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting with Project .....	189
Tabel 4. 134 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting with Project (lanjutan).....	190
Tabel 4. 135 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Kondisi Rencana Underpass Bagian Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru .....	190
Tabel 4. 136 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Kondisi Rencana Underpass Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani .....	191
Tabel 4. 137 Hasil Penghematan Biaya Operasional Kendaraan .....	192
Tabel 4. 138 Tingkat Inflasi Bank Indonesia Periode Maret 2015 – Maret 2020 .....	194
Tabel 4. 139 Travel Time Jalinan Jalan AB Kondisi Eksisting.	195
Tabel 4. 140 Travel Time Jalinan Jalan BC Kondisi Eksisting.	195
Tabel 4. 141 Travel Time Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting.	196
Tabel 4. 142 Travel Time Jalinan Jalan AB Kondisi Eksisting with Project .....	196
Tabel 4. 143 Travel Time Jalinan Jalan BC Kondisi Eksisting with Project .....	197

Tabel 4. 144 Travel Time Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting with Project .....	197
Tabel 4. 145 Travel Time Bagian Underpass Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru.....	198
Tabel 4. 146 Travel Time Bagian Underpass Jl. Raya Waru – Jl. ahmad Yani.....	198
Tabel 4. 147 Inflasi Nilai Waktu .....	200
Tabel 4. 148 Inflasi Nilai Waktu (lanjutan).....	201
Tabel 4. 149 Nilai Waktu Kondisi Eksisting.....	202
Tabel 4. 150 Nilai Waktu Kondisi Eksisting with Project .....	202
Tabel 4. 151 Nilai Waktu Kondisi Rencana Bagian Underpass	203
Tabel 4. 152 Penghematan Nilai Waktu.....	204
Tabel 4. 153 Biaya Pembangunan Underpass Bundaran Waru Hasil Inflasi .....	205
Tabel 4. 154 BI Rate Tiap Bulan.....	207
Tabel 4. 155 BI Rate Tiap Bulan (lanjutan) .....	208
Tabel 4. 156 Total Cost Selama 10 Tahun .....	209
Tabel 4. 157 Total Benefit Selama 10 Tahun.....	210
Tabel 4. 158 Nilai Present Worth Cost dan Benefit Selama 10 Tahun.....	211
Tabel 4. 159 Nilai Net Present Value (NPV) Pertahun .....	212

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Surabaya sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia, kota dengan jumlah penduduk yang cukup padat sekitar 2.874.699 jiwa menurut hasil sensus penduduk BPS Provinsi Jawa Timur (<https://jatim.bps.go.id> diakses pada 17 September 2019, 19:30) pada tahun 2017 (BPS Jawa Timur, n.d.). Surabaya dengan jumlah penduduk yang padat berdampak pada besarnya jumlah pertumbuhan penggunaan kendaraan pribadi, dengan besarnya jumlah pertumbuhan penggunaan kendaraan pribadi mengakibatkan meningkatnya volume lalu lintas di Surabaya. Sehingga dapat menyebabkan kemacetan, maka dari itu perlu adanya pengembangan di Surabaya untuk mengatasi kemacetan. Salah satu kemacetan terbesar di Surabaya adalah bundaran Waru.

Bundaran waru merupakan akses penghubung Surabaya ke Sidoarjo dan sebaliknya. Kendala yang muncul tersebut akibat adanya konflik pergerakan lalu lintas kendaraan dari berbagai arah. Bundaran Waru terdapat beberapa persilangan arus lalu lintas (*Weaving*) yang menyebabkan bundaran tersebut sering terjadi macet pada jam puncak (*Peak Hour*) (SURABAYARAYA.COM, 2019). *Circle* Selatan merupakan pertemuan arah Selatan (Jl. Raya Waru) menuju ke Barat (Jl. Raya Geluran) dan arah Selatan (Jl. Raya Waru) menuju ke Utara (Jl. Ahmad Yani). Sedangkan pada *Circle* Barat merupakan pertemuan arah Barat (Jl. Raya Geluran) menuju ke Selatan (Jl. Raya Waru) dan arah Selatan (Jl. Raya Waru) menuju ke Utara (Jl. Ahmad Yani). Pada *circle* Barat merupakan titik yang sangat padat dikarenakan merupakan akses keluar dari Tol Surabaya-Mojokerto, Tol Surabaya-Porong, serta Jalan Nasional. Lokasi sekitar Bundaran Waru terdapat terminal, pusat perbelanjaan dan kawasan industri yang mengakibatkan banyaknya kendaraan yang melintas pada jalan tersebut.

Pada hari Kamis tanggal 15 Agustus 2019, diadakan rapat koordinasi terkait rencana pembangunan *Underpass* di Bundaran Waru Surabaya untuk mengatasi permasalahan kemacetan lalu lintas. Rapat ini dihadiri oleh Kadishub Kota Surabaya, BPTD Wilayah IX Provinsi Jawa Timur, Ditlantas Polda Jatim, DLLAJ Provinsi Jawa Timur, Dinas PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur, Dinas PU Bina Marga Kabupaten Sidoarjo, Kanit Turjawali Satlantas Polrestabes Surabaya, Dinas PU Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Surabaya, Dinas PU Bina Marga Kota Surabaya, Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya, PT. Citra Margatama (Tol Waru-Juanda) bertempat di Kantor Dishub Kota Surabaya. Rapat dipimpin langsung oleh Kadishub Kota Surabaya (SURABAYARAYA.COM, 2019).

Dengan kondisi tersebut, sangat penting untuk dilakukan kajian layak atau tidaknya sebuah perencanaan *underpass* tersebut ditinjau dari segi lalu lintas dan dari segi ekonomi. Maka, perlu adanya studi lebih lanjut terkait dengan uraian diatas berjudul “Studi Kelayakan Pembangunan *Underpass* di Bundaran Waru Ditinjau Dari Segi Lalu Lintas Dan Ekonomi Jalan Raya”.

Pada tugas akhir ini akan dianalisis kelayakan *Underpass* Bundaran Waru dari segi lalu lintas sebelum dan sesudah pembangunan *underpass*. Sedangkan dari segi ekonomi akan dilakukan analisa penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK), dan nilai waktu (time value) sebelum dan sesudah adanya *Underpass* di Bundaran Waru. Penentuan kelayakan dari pembangunan *Underpass* di Bundaran Waru ini ditentukan dengan nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) dan *Net Present Value* (NPV).

## 1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah yang timbul dari latar belakang antara lain :



1. Bagaimana kondisi karakteristik lalu lintas pada kondisi eksisting saat ini?
2. Bagaimana kinerja lalu lintas kondisi eksisting dan rencana *Underpass* di Bundaran Waru?
3. Bagaimana analisis kelayakan pembangunan *Underpass* di Bundaran Waru dari segi ekonomi jalan raya?

### 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai berdasarkan pembahasan tersebut antara lain :

1. Mengetahui karakteristik lalu lintas di bundaran Waru (Jalanan lalu lintas) pada kondisi eksisting.
2. Mengetahui kinerja lalu lintas Bundaran Waru sebelum dan setelah dibangunnya *Underpass*.
3. Mengetahui analisis ekonomi pada penanganan permasalahan kemacetan di Bundaran Waru yang terdiri dari penghematan *Biaya Operasional Kendaraan (BOK)*, *Benefit Cost Ratio (BCR)*, dan *Net Present Value (NPV)*.

### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada proposal tugas akhir ini, permasalahan akan dibatasi dengan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Obyek penelitian hanya sebatas pada kawasan Bundaran Waru.
2. Tidak menghitung anggaran biaya dari solusi yang dipakai.
3. Tidak merencanakan dimensi atau struktur dari solusi yang dipakai.
4. Tinjauan kelayakan pembangunan perencanaan *underpass* dibatasi hanya dari segi lalu lintas dan ekonomi jalan raya.

## 1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan proposal tugas akhir ini adalah dengan menganalisis kinerja lalu lintas Bundaran Waru diharapkan dapat mengetahui solusi yang tepat untuk menangani kemacetan yang sering terjadi di Bundaran Waru.

## 1.6 Lokasi Studi

Lokasi yang dijadikan obyek pembahasan dalam proposal tugas akhir ini berada di Kawasan Surabaya Selatan tepatnya Bundaran Waru. Lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Keterangan :

- : Dari Jl. Ahmad Yani ke Jl. Geluran
- : Dari Jl. Ahmad Yani ke Jl. Waru
- : Dari Jl. Waru ke Jl. Geluran
- : Dari Jl. Waru ke Jl. Ahmad Yani
- : Dari Jl. Geluran ke Jl. Waru
- : Dari Jl. Geluran ke Jl. Ahmad Yani

Gambar 1. 1 Lokasi Studi

## 1.7 Perencanaan Underpass

Dalam proposal tugas akhir ini direncanakan underpass dari arah Jl. Ahmad Yani ke Jl. Waru dengan panjang rencana 550 meter seperti Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Perencanaan Underpass

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

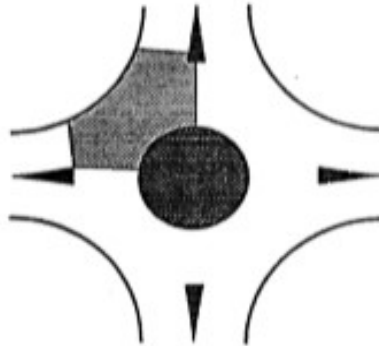
Tinjauan pustaka menguraikan teori penunjang untuk penyusunan kerangka atau konsep yang akan digunakan dalam penulisan proposal tugas akhir. Penyusunan tugas akhir ini menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dimana hal ini sangat berguna untuk menyelesaikan tugas akhir, MKJI 1997 sebagai penunjang untuk mencari analisa kinerja lalu lintas dengan menentukan Kapasitas dan nilai Derajat Jenuh (DJ) pada suatu bundaran.

##### **2.1.1 Jalinan Jalan**

Berdasarkan MKJI 1997, pengertian jalinan (*weaving*) adalah persimpangan dua atau lebih arus lalu lintas yang bergerak pada satu arah suatu ruas jalan. Dimana arus lalu lintas tersebut akan terjadi gerakan menyatu (*merging*), gerakan memotong (*crossing*) dan gerakan menyebar (*diverging*) (Direktorat, 1997). Jalinan dibedakan menjadi dua jenis yaitu bagian jalan tunggal dan bagian jalinan bundaran yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Bagian Jalan Tunggal  
(Sumber : MKJI, 1997)



Gambar 2. 2 Bagian Jalinan Bundaran  
(Sumber : MKJI, 1997)

### 2.1.2 Klasifikasi Jalan

Berdasarkan UU No. 38 tahun 2004 Pasal 8 (Indonesia, 2004) jalan umum menurut fungsi diklasifikasikan menjadi beberapa kelas jalan sebagai berikut:

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

Berdasarkan UU No. 38 tahun 2004 Pasal 9 (Indonesia, 2004) jalan umum menurut statusnya dikelompokkan berdasarkan sebagai berikut :

1. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antaribukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
2. 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 merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antaribukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
4. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.
5. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

### **2.1.2 Underpass**

*Underpass* adalah jalur berbentuk terowongan yang dibangun di bawah tanah yang dimaksudkan untuk mengurangi kepadatan kendaraan disuatu daerah. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembangunan *underpass* yaitu sistem drainase di jalur lalu lintas *underpass* agar tidak terjadi adanya genangan pada area *underpass*.

Sistem pengaliran air yang sering digunakan untuk underpass adalah sistem drainase dengan menggunakan pompa dan penyedot air (submersible pump) yang bekerja saat air masuk dan mengalirkannya ke daerah lebih rendah. Pompa pada sistem ini menggunakan aliran listrik, maka jika aliran listrik mati maka pompa akan tidak berfungsi sehingga diperlukan diesel untuk mengatasi hal tersebut. Tidak semua *underpass* menggunakan pompa dan penyedot air untuk mengalirkannya namun menggunakan sistem pengaliran biasa tergantung muka air tanah pada sekitar *underpass*.

Perlu diperhatikan derajat kemiringan pada underpass tersebut, sehingga saat terjadi hujan air langsung masuk kedalam drainase. Kelandaian underpass mengacu pada Modul 3 Dasar – Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan mengatur kelandaian minimum dan kelandaian maksimum suatu ruas jalan. Kelandaian minimum diperlukan untuk kepentingan drainase jalan dengan mempertimbangkan hal berikut:

- Landai datar (0%) untuk jalan tanpa kerb dan terletak diatas tanah timbunan. Pada kondisi ini lereng melintang jalan cukup untuk mengalirkan air diatas perkerasan jalan kemudian ke talud.
- Landai 0,3-0,5% untuk jalan yang menggunakan kerb dan terletak diatas tanah timbunan. Kerb yang digunakan sebaiknya kerb saluran.

Kelandaian Maksimal adalah kelandaian yang memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan. AASHTO membatasi kelandaian maksimum 5% untuk kecepatan rencana 110 km/jam, dan 7 – 12% untuk kecepatan rencana 50 km/jam. Besar persentase kelandaian berdasarkan kecepatan rencana menurut Bina Marga dapat dilihat pada Tabel 2.1.



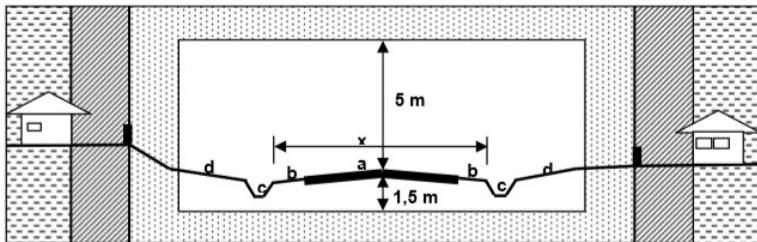
Tabel 2. 1 Kelandaian Maksimum Bina Marga, 1997

$V_R$ (km/jam)	<40	40	50	60	80	100	110	120
$L_{MAKS}$ (%)	10	10	9	8	5	4	3	3

(Sumber: Modul 3 Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan, 2017)

Pada perencanaan *underpass*, perlu diperhatikan juga bagian-bagian dan pemanfaatan bagian-bagian jalan. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan pada Pasal 33 berisi tentang bagian jalan meliputi Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA), Ruang Milik Jalan (RUMIJA) dan Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja).

Ruang manfaat jalan yang dimaksud merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman tertentu yang ditetapkan berdasarkan pedoman yang ditetapkan oleh menteri. Bagian-bagian jalan digambarkan pada Gambar 2.3.



= Ruang manfaat jalan (Rumaja)    
 = Ruang pengawasan jalan (Ruwasja)  
 = Ruang milik jalan (Rumijsa)    
 = Bangunan

a = jalur lalu lintas  
b = bahu jalan  
c = saluran tepi

d = ambang pengaman  
x = b+a+b = badan jalan

Gambar 2. 3 Bagian – Bagian Jalan  
(Sumber: PPRI No. 34 Th. 2006)

## 2.2 Analisa Kinerja Lalu Lintas Bundaran

Berdasarkan modul MKJI 1997, perhitungan kinerja lalu lintas bundaran harus memperhatikan beberapa aspek sebagai berikut :

### 2.2.1 Arus Lalu Lintas (Q)

Pada setiap arus lalu lintas (Q) untuk setiap pergerakan dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalensi kendaraan penumpang (emp) sebagai berikut :

$$Q = Q_{\text{kendaraan}} \times F_{\text{smp}} \quad (2.1)$$

Dimana,

$Q_{\text{smp}}$  = arus total (smp/jam)

$Q_{\text{kendaraan}}$  = arus total kendaraan ringan (kendaraan/jam)

$F_{\text{smp}}$  = faktor satuan mobil penumpang;

$F_{\text{smp}} = (Q_{\text{LV}} \times \text{emp}_{\text{LV}} + Q_{\text{HV}} \times \text{emp}_{\text{HV}} + Q_{\text{MC}} \times \text{emp}_{\text{MC}})$

Untuk besaran ekivalensi mobil penumpang (emp) tiap kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Ekivalensi Mobil Penumpang (emp)

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekat	
	Terlindungi	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,5

(Sumber : MKJI,1997)

### 2.2.2 Kapasitas

Kapasitas total bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar ( $C_0$ ) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian ( $F$ ), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Perhitungan kapasitas dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = C_0 \times F_{CS} \times F_{RSU} \quad (2.2)$$

$$C = 135 \times W_w^{1,3} \times (1 + W_E/W_w)^{1,5} \times (1 - P_w/3)^{0,5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU} \quad (2.3)$$

Dimana,

$C$  = kapasitas (smp/jam)

$C_0$  = kapasitas dasar (smp/jam)

$W_w$  = lebar jalinan (m)

$W_E$  = lebar masuk rata-rata (m)

$P_w$  = rasio jalinan

$L_w$  = panjang jalinan

$F_{CS}$  = faktor penyesuaian ukuran kota

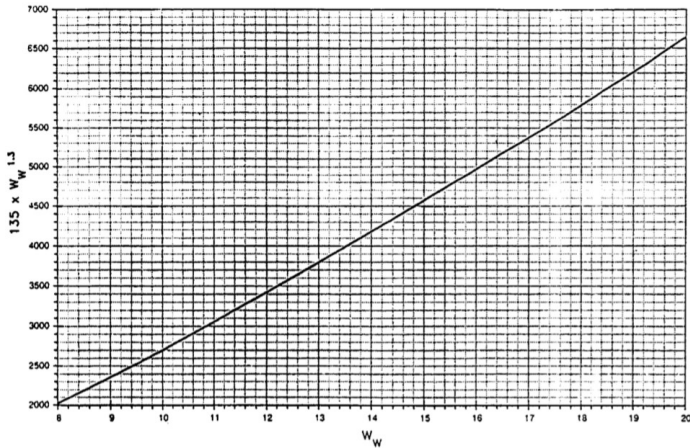
$F_{RSU}$  = faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

#### 1. Faktor $W_w$

$W_w$  merupakan lebar jalinan sebagaimana yang dimaksud adalah lebar dari bundaran ke tikungan pada jalinan. Faktor  $W_w$  dapat dicari menggunakan rumus berikut :

$$W_w = 135 \times W_w^{1,3} \quad (2.4)$$

Atau faktor  $W_w$  dapat dicari melalui grafik pada Gambar 2.4.



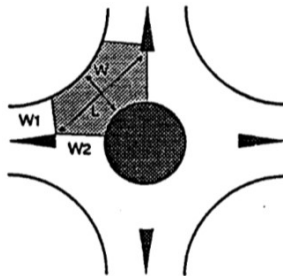
Gambar 2. 4 Grafik Kapasitas dan Lebar Jalinan  
(Sumber : MKJI,1997)

## 2. Faktor $W_E/W_W$

Faktor  $W_E/W_W$  hasil perbandingan dari lebar masuk rata-rata dengan lebar jalinan. Lebar masuk rata-rata ( $W_E$ ) dapat dicari menggunakan rumus berikut :

$$W_E = \frac{W_1 + W_2}{2} \quad (2.5)$$

Untuk penjelasan  $W_1$  dan  $W_2$  dapat dijelaskan Gambar 2.5.

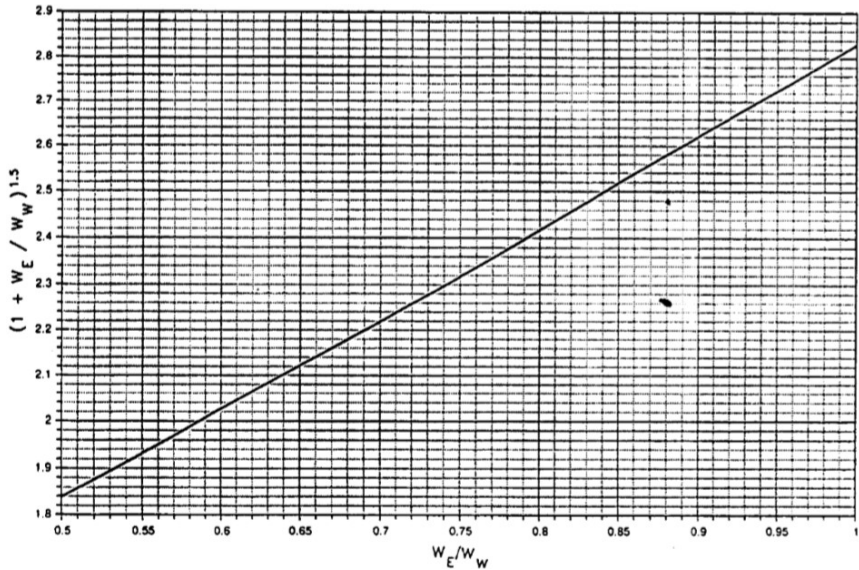


Gambar 2. 5 Skema  $W_1$  dan  $W_2$   
(Sumber : MKJI,1997)

Faktor  $W_E/W_W$  dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1,5} \quad (2.6)$$

Atau dapat juga dicari menggunakan grafik pada Gambar 2.6.



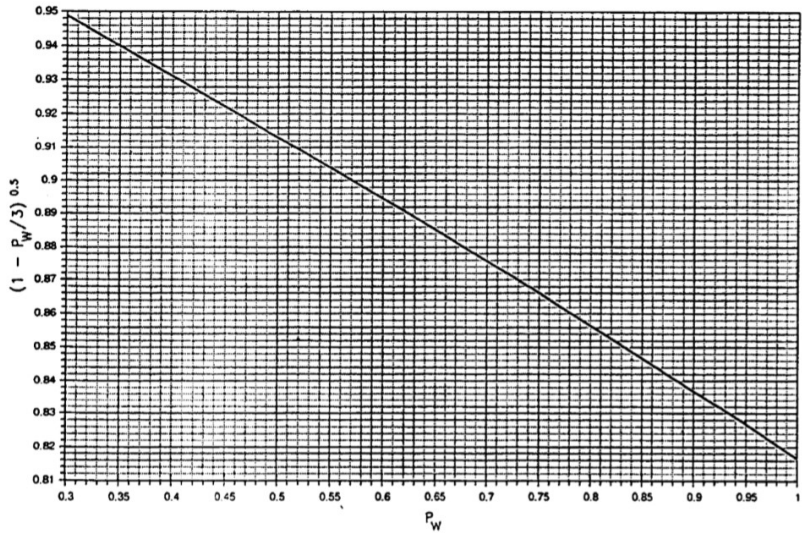
Gambar 2. 6 Grafik Kapasitas dengan Lebar Masuk Rata-Rata/Lebar Jalanan  
(Sumber : MKJI,1997)

### 3. Faktor $P_W$

Dalam mencari besar  $P_W$  dengan perbandingan arus menjalin dan arus total. Faktor  $P_W$  dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_W = (1 - P_W/3)^{0,5} \quad (2.7)$$

Atau dapat juga dicari menggunakan grafik pada Gambar 2.7.



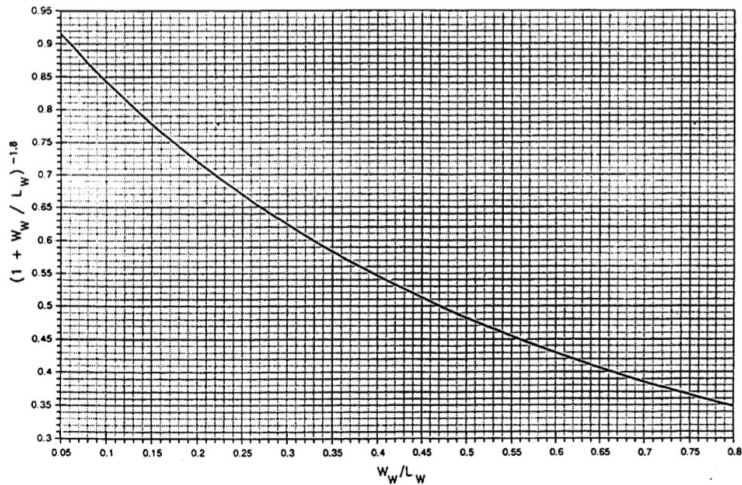
Gambar 2. 7 Grafik Kapasitas dengan Rasio Jalinan  
(Sumber : MKJI,1997)

#### 4. Faktor $W_w/L_w$

Faktor  $W_w/L_w$  dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W_w/L_w = (1 + W_w/L_w)^{-1,8} \quad (2.8)$$

Atau dapat dicari menggunakan grafik pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Grafik Kapasitas dengan Lebar Jalinan/Rasio Jalinan  
(Sumber : MKJI,1997)

### 5. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota (juta jiwa) dijelaskan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )

<b>Ukuran Kota (CS)</b>	<b>Penduduk (Juta)</b>	<b>Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (<math>F_{CS}</math>)</b>
Sangat Kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	>3,0	1,05

(Sumber : MKJI,1997)

## 6. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor ( $F_{RSU}$ )

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor ini ditentukan dengan menggunakan Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor ( $FRSU$ )

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor ( $P_{UM}$ )					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi						
	/Sedang	1,00	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75
	/Rendah						

(Sumber : MKJI,1997)

### 2.2.3 Derajat Kejenuhan (DS)

DS adalah ukuran utama yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai DS menunjukkan kualitas kinerja arus lalu lintas dan bervariasi antara nol sampai dengan satu. Nilai yang mendekati nol menunjukkan arus yang tidak jenuh yaitu kondisi arus yang lengang dimana kehadiran kendaraan lain tidak mempengaruhi kendaraan yang lainnya. Nilai yang mendekati 1 menunjukkan kondisi arus pada kondisi



kapasitas, kepadatan arus sedang dengan kecepatan arus tertentu yang dapat dipertahankan selama paling tidak satu jam. DS dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C} \quad (2.9)$$

Dimana :

DS = derajat kejenuhan

Q = arus lalu lintas total (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

#### 2.2.4 Kecepatan Tempuh (V)

Kecepatan tempuh (V) kendaraan ditentukan dari persamaan berikut :

$$V = V_0 \times 0,5 (1 + (1 - DS)^{0,5}) \quad (2.10)$$

Dimana :

V<sub>0</sub> = kecepatan arus bebas (km/jam), dihitung sebagai :

$$V_0 = 43 \times (1 - P_w/3)$$

Dimana P<sub>w</sub> = rasio jalinan

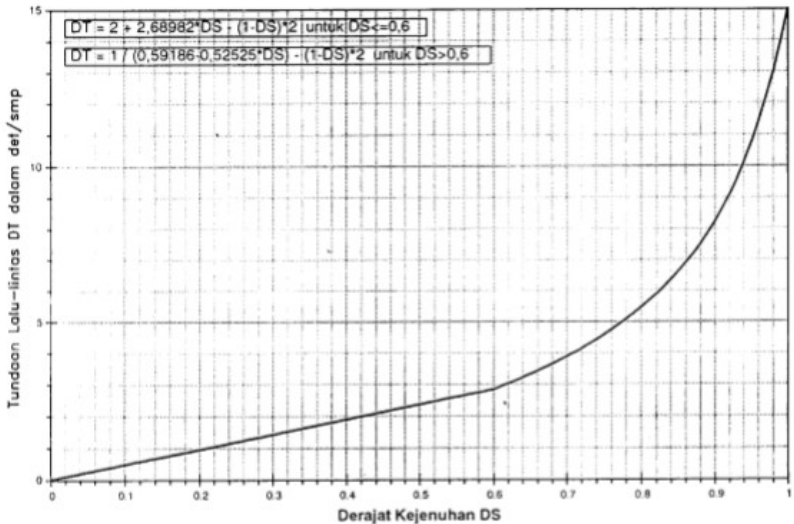
DS = derajat kejeanuhan

#### 2.2.5 Tundaan Bundaran

Faktor yang menyebabkan tundaan pada bundaran dapat terjadi karena Tundaan Lalu Lintas (DT) yang diakibatkan interkasi lalu lintas dengan gerakan yang lain dalam persimpangan, Tundaan Geometrik (DG) diakibatkan perlambatan dan percepatan lalu lintas. Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam perhitungan tundaan :

1. Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT)

Tundaan lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata yang masuk ke bagian jalan per kendaraan. Tundaan lalu lintas ditentukan dari hubungan tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan (DS) pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Tundaan Lalu Lintas bagian jalinan vs Derajat Kejenuhan (DT vs DS)

(Sumber : MKJI, 1997)

## 2. Tundaan Lalu Lintas Bundaran ( $DT_R$ )

Tundaan lalu lintas bundaran adalah tundaan rata-rata yang masuk kedalam bundaran per kendaraan. Dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$DT_R = \Sigma (Q_i \times DT_i) / Q_{MASUK}; i = 1 \dots n \quad (2.11)$$

Dimana :

$i$  = bagian jalinan I dalam bundaran

$n$  = jumlah bagian jalinan dalam bundaran

$Q_i$  = arus total pada bagian jalinan  $i$  (smp/jam)

$DT_i$  = tundaan lalu lintas rata-rata pada bagian jalinan  $i$  (det/smp)

$Q_{MASUK}$  = jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

### 3. Tundaan Bundaran ( $D_R$ )

Tundaan bundaran adalah tundaan rata-rata yang masuk kedalam bundaran per kendaraan dimana tundaan lalu lintas ditambahkan dengan tundaan geometrik rata-rata (4 det/ smp). Dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$D_R = DT_R + 4 \text{ (det/smp)} \quad (2.12)$$

## 2.3 Trip Assignment

*Trip assignment* adalah metode yang digunakan untuk menghitung persentase jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan. Pada tugas akhir ini menggunakan metode *Smock* untuk menentukan persentase kendaraan untuk melewati ruas jalan. *Smock* merupakan metode yang digunakan untuk membandingkan waktu yang bisa dihemat bila melewati salah satu rute diantara dua rute alternatif. Perumusan yang digunakan dalam metode *Smock* sebagai berikut:

$$T = T_o \cdot \text{Exp} \left( \frac{V}{Q_s} \right) \quad (2.13)$$

Dimana:

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

$Q_s$  = Kapasitas pada kondisi jenuh

## 2.4 Analisis Kinerja Lalu Lintas Bagian Underpass

Berdasarkan modul PKJI 2014 kapasitas jalan perkotaan, perhitungan kinerja lalu lintas pada bagian *underpass* harus memperhatikan beberapa aspek sebagai berikut :

### 2.4.1 Kapasitas

Untuk tipe jalan 2/2TT, C ditentukan untuk total arus dua arah. Untuk jalan dengan tipe 4/2T, 6/2T, dan 8/2T, arus ditentukan secara terpisah per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Perhitungan kapasitas dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (2.14)$$

Dimana :

C = kapasitas

$C_0$  = kapasitas dasar

$FC_{LJ}$  = faktor penyesuaian kapasitas terkait 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

#### 1. Kapasitas dasar ( $C_0$ )

Kapasitas dasar ditetapkan secara empiris dari kondisi Segmen Jalan yang ideal, kapasitas dasar jalan perkotaan ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Kapasitas Dasar

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar ( $C_0$ )	Catatan
4/2T atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur (satu arah)
2/2TT	2900	Per jalur (dua arah)

(Sumber: PKJI,2014)

2. Faktor penyesuaian kapasitas terkait lajur atau jalur lalu lintas ( $FC_{LJ}$ )

Besar nilai untuk faktor lajur atau jalur lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Lajur atau Jalur Lalu Lintas ( $FC_{LJ}$ )

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif ( $W_c$ )	$FC_{LJ}$
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: PKJI,2014)

3. Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisah arah, hanya pada jalan tak terbagi ( $FC_{PA}$ )

Besar nilai untuk faktor pemisah arah dapat dilihat pada Tabel 2.7 namun faktor ini hanya berlaku untuk jalan tak terbagi.

Tabel 2. 7 Faktor Penyesuaian kapasitas Terkait Pemisah Arah Hanya Pada Jalan Tak Terbagi (FC<sub>PA</sub>)

Pemisahan arah PA %--%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC <sub>PA</sub>	2/2TT	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

(Sumber: PKJI,2014)

4. Faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb (FC<sub>HS</sub>)

Besar nilai untuk faktor Kelas Hambatan Samping (KHS) lalu lintas dibedakan menjadi 2 untuk kondisi berbahu dapat dilihat pada Tabel 2.8 sedangkan untuk jalan berkereb dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2. 8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait KHS pada Jalan Berbahu

Tipe Jalan	KHS	FC <sub>HS</sub>			
		Lebar bahu efektif L <sub>BE</sub> , m			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2T	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2TT atau Jalan satu- arah	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 2. 9 Penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berkereb

Tipe Jalan	KHS	$FC_{HS}$			
		Jarak: kereb ke penghalang terdekat $L_{KP}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	SR	0,95	0,97	0,99	1,01
	R	0,94	0,96	0,98	1,00
	S	0,91	0,93	0,95	0,98
	T	0,86	0,89	0,92	0,95
	ST	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2TT atau Jalan satu- arah	SR	0,93	0,95	0,97	0,99
	R	0,90	0,92	0,95	0,97
	S	0,86	0,88	0,91	0,94
	T	0,78	0,81	0,84	0,88
	ST	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber: PKJI,2014)

5. Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota ( $FC_{UK}$ )

Besar nilai untuk faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2. 10 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Ukuran Kota ( $FC_{UK}$ )

Ukuran kota (jutaan penduduk)	Faktor penyesuaian 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: PKJI,2014)

### 2.3.2 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan ukuran utama yang digunakan dalam menentukan tingkat kinerja segmen jalan karena derajat kejenuhan menentukan kualitas kinerja arus lalu lintas pada segmen tersebut. Derajat kejenuhan pada PKJI 2014 jalan perkotaan dapat dikerjakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$DS = Q/C \quad (2.15)$$

Dimana :

DS = derajat kejenuhan

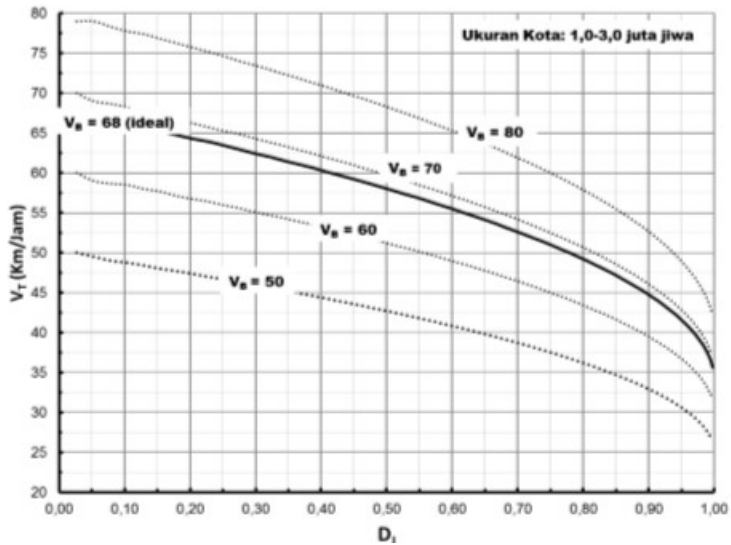
Q = Arus Total Kendaraan

C = Kapasitas

### 2.3.3 Kecepatan

Perhitungan kecepatan pada PKJI 2014 jalan perkotaan dapat dicari dengan menggunakan grafik hubungan antara derajat kejenuhan dan kecepatan arus bebas ( $V_B$ ), grafik kecepatan dapat dilihat pada Gambar 2.10.





Gambar 2. 10 Hubungan  $V_T$  dengan  $D_s$  pada Jalan 4/2T, 6/2T

(Sumber: PKJI,2014)

Nilai kecepatan arus bebas ( $V_B$ ) untuk menentukan nilai kecepatan didapat dengan cara sebagai berikut:

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK} \quad (2.16)$$

Dimana :

$V_B$  = kecepatan arus bebas (km/jam)

$V_{BD}$  = kecepatan arus bebas dasar

$V_{BL}$  = nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

$FV_{BHS}$  = faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau jalan yang dilengkapi kereb/trotoar dengan jarak kereb penghalang terdekat

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

1. Kecepatan arus bebas dasar ( $V_{BD}$ )

Kecepatan arus bebas dasar dapat didapatkan dari tabel nilai penyesuaian pada Tabel 2.11.

Tabel 2. 11 Kecepatan Arus Bebas

Tipe Jalan	$V_{B0}$ (km/jam)			
	KR	KB	SM	Rata-Rata Semua Kendaraan
6/2T atau 3/1	61	52	48	57
4/2T atau 2/1	57	50	47	55
2/2TT	44	40	40	42

(Sumber: PKJI,2014)

2. Nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan ( $V_{BL}$ )

Nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan dapat dilihat pada Tabel 2.12 dan Tabel 2.13.

Tabel 2. 12 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur lalu lintas efektif, VBL

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif ( $W_c$ )	$FC_{LJ}$
4/2T atau Jalan satu-arah	Per Lajur:	
	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 2. 13 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur lalu lintas efektif, VBL (lanjutan)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif ( $W_e$ )		$FC_{Lj}$
2/2TT	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: PKJI,2014)

### 3. Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping ( $FV_{BHS}$ )

Nilai faktor untuk penyesuaian kecepatan akibat hambatan samping untuk jalan berbahu dapat dilihat pada Tabel 2.14 dan Tabel 2.15 untuk jalan berkereb pada Tabel 2.16 dan Tabel 2.17.

Tabel 2. 14 Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping ( $FV_{BHS}$ ) untuk Jalan Berbahu  $L_{BE}$

Tipe Jalan	KHS	$FV_{BHS}$			
		Lebar bahu efektif $L_{BE}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	SR	1,02	1,03	1,03	1,04
	R	0,98	1,00	1,02	1,03
	S	0,94	0,97	1,00	1,02
	T	0,89	0,93	0,96	0,99
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 2. 15 Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping ( $FV_{BHS}$ ) untuk Jalan Berbahu  $L_{BE}$  (lanjutan)

Tipe Jalan	KHS	$FV_{BHS}$			
		Lebar bahu efektif $L_{BE}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
2/2TT atau Jalan satu- arah	SR	1,00	1,01	1,01	1,01
	R	0,96	0,98	0,99	1,00
	S	0,90	0,93	0,96	0,99
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 2. 16 Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping ( $FV_{BHS}$ ) untuk Jalan Berkereb dengan Jarak dari Kereb ke Hambatan Samping Terdekat Sejauh  $L_{KP}$

Tipe Jalan	KHS	$FV_{BHS}$			
		$L_{KP}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	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

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 2. 17 Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping ( $FV_{BHS}$ ) untuk Jalan Berkereb dengan Jarak dari Kereb ke Hambatan Samping Terdekat Sejauh  $L_{KP}$  (lanjutan)

Tipe Jalan	KHS	$FV_{BHS}$			
		Lebar bahu efektif $L_{BE}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
2/2TT atau Jalan satu- arah	SR	1,00	1,01	1,01	1,01
	R	0,96	0,98	0,99	1,00
	S	0,90	0,93	0,96	0,99
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

(Sumber: PKJI,2014)

4. Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota ( $FV_{BUK}$ )

Nilai penyesuaian kecepatan akibat ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 2.18.

Tabel 2. 18 Faktor Penyesuaian Kecepatan Bebas untuk Ukuran Kota ( $FV_{BUK}$ )

Ukuran kota (jutaan penduduk)	Faktor penyesuaian ukuran kota
$< 0,1$	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: PKJI,2014)

## 2.5 Analisa Ekonomi Jalan Raya

### 2.3.1 Biaya Operasional Kendaraan

Biaya operasional kendaraan (BOK) adalah biaya yang secara ekonomi dikeluarkan untuk mengoperasikan sebuah kendaraan bermotor dengan membandingkan penghematan yang terjadi antara kondisi suatu jalan dengan kondisi rencana suatu jalan. Perhitungan BOK dalam tugas akhir ini dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan dan jenis kendaraan yang digunakan. Dalam proposal tugas akhir ini BOK untuk sepeda motor tidak dibahas secara rinci dikarenakan BOK untuk sepeda motor diasumsikan sebagai biaya tambahan terhadap *auto* (mobil penumpang) dengan asumsi bahwa biaya operasi satu unit sepeda motor sekitar 18%, sehingga jika terdapat 80 unit sepeda motor dalam setiap 100 *auto* (N.D.Lea, 1975). BOK pada tugas akhir ini berdasarkan buku Perencanaan dan Permodelan Transportasi disusun oleh Ofyar Z, Tamin (Tamin, 2000).

#### 1. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\text{KBB} = \text{KBB dasar} \times (1 \pm (k_k + k_l + k_r)) \quad (2.17)$$

KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

$$\text{Golongan I} = 0,0284 V^2 - 3,0644 V + 141,68 \quad (2.18)$$

$$\text{Golongan IIA} = 2,26533 \times (\text{KBB dasar golongan I}) \quad (2.19)$$

$$\text{Golongan IIB} = 2,90805 \times (\text{KBB dasar golongan I}) \quad (2.20)$$

Dimana :

$k_k$  = faktor koreksi akibat kelandaian

$k_l$  = faktor koreksi akibat kondisi arus lalu lintas

$k_r$  = faktor koreksi akibat kekasaran jalan

$V$  = kecepatan kendaraan (km/jam)

Besar nilai faktor yang digunakan untuk menghitung KBB dapat dilihat pada Tabel 2.19.

Tabel 2. 19 Faktor Koreksi Konsumsi bahan Bakar Dasar Kendaraan

Faktor koreksi akibat kelandaian negatif ( $k_k$ )	$g < -5\%$	-0,337
	$-5\% \leq g \leq 0\%$	-0,158
Faktor koreksi akibat kelandaian positif ( $k_k$ )	$0\% \leq g \leq 5\%$	0,400
	$g \geq 5\%$	0,820
faktor koreksi akibat kondisi arus lalu lintas ( $k_l$ )	$0 \leq NVK < 0,6$	0,050
	$0,6 \leq NVK < 0,8$	0,185
	$NVK \geq 0,8$	0,253
faktor koreksi akibat kekasaran jalan ( $k_r$ )	$< 3 \text{ m/km}$	0,035
	$\geq 3 \text{ m/km}$	0,085

(Sumber : Tamin, 2000)

Dimana :

$g$  = kelandaian

$NVK$  = nisbah volume per kapasitas

## 2. Konsumsi Minyak Pelumas

$$\text{Konsumsi Pelumas} = \text{Konsumsi pelumas dasar} \times \text{Faktor koreksi} \quad (2.21)$$

Besar faktor untuk perhitungan konsumsi pelumas dapat dilihat pada Tabel 2.20 sampai Tabel 2.22.

Tabel 2. 20 Faktor Koreksi Konsumsi Minyak Pelumas terhadap Kondisi Kerataan Permukaan

<b>Nilai Kerataan</b>	<b>Faktor Koreksi</b>
<3 m/km	1.00
>3 m/km	1.50

(Sumber : Tamin, 2000)

Tabel 2. 21 Konsumsi Dasar Minyak Pelumas (liter/km)

<b>Kecepatan (km/j)</b>	<b>Jenis Kendaraan</b>		
	<b>Gol I</b>	<b>Gol IIa</b>	<b>Gol IIb</b>
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

(Sumber : Tamin, 2000)



Tabel 2. 22 Konsumsi Dasar Minyak Pelumas (liter/km)  
(lanjutan)

Kecepatan (km/j)	Jenis Kendaraan		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIB
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, 2000)

### 3. Biaya Pemakaian Ban

$$\text{Golongan I} = Y = 0,0008848 V - 0,0045333 \quad (2.22)$$

$$\text{Golongan IIA} = Y = 0,0012356 V - 0,0064667 \quad (2.23)$$

$$\text{Golongan IIB} = Y = 0,0015553 V - 0,0059333 \quad (2.24)$$

Dimana:

Y = Pemakaian ban per 1000km

V = Kecepatan (km/jam)

### 4. Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan dibagi menjadi biaya suku cadang dan biaya jam kerja mekanik.

#### a. Biaya Suku Cadang

$$\text{Golongan I} = Y = 0,0000064 V + 0,0005567 \quad (2.25)$$

$$\text{Golongan IIA} = Y = 0,0000332 V + 0,0020891 \quad (2.26)$$

$$\text{Golongan IIB} = Y = 0,0000191 V + 0,0015400 \quad (2.27)$$

Dimana :

Y = pemeliharaan suku cadang per 1000 km

$$Y' = Y \times \text{harga kendaraan (p/1000 km)}$$

b. Biaya Jam Kerja Mekanik

$$\text{Golongan I} = Y = 0,00362 V + 0,36267 \quad (2.28)$$

$$\text{Golongan IIA} = Y = 0,02311 V + 1,97733 \quad (2.29)$$

$$\text{Golongan IIB} = Y = 0,01511 V + 1,21200 \quad (2.30)$$

Dimana :

Y = jam montir per 1000 km

$$Y' = Y \times \text{upah kerja per jam (p/1000 km)}$$

c. Biaya Penyusutan

$$\text{Golongan I} = Y = 1/(2,5 V + 125) \quad (2.31)$$

$$\text{Golongan IIA} = Y = 1/(9,0 V + 450) \quad (2.32)$$

$$\text{Golongan IIB} = Y = 1/(6,0 V + 300) \quad (2.33)$$

Dimana :

Y = biaya penyusutan per 1000 km (sama dengan  $\frac{1}{2}$  nilai penyusutan kendaraan)

d. Bunga Modal

$$\text{Bunga Modal} = 0,22\% \times (\text{harga kendaraan baru}) \quad (2.34)$$

e. Biaya Asuransi

$$\text{Golongan I} = Y = 38/(500 V) \quad (2.35)$$

$$\text{Golongan IIA} = Y = 60/(2571,42857 V) \quad (2.36)$$

$$\text{Golongan IIB} = Y = 61/(1714,28571 V) \quad (2.37)$$

Dimana :

Y = biaya asuransi per 1000 km

### 2.3.2 Nilai Waktu (Time Value)

Perhitungan nilai waktu pada tugas akhir ini menggunakan studi dari LAPI-ITB dengan formula sebagai berikut :

Nilai Waktu:  $\text{Max} \{(K \times \text{Nilai waktu dasar}); \text{Nilai waktu maksimum}\}$  (2.38)

Besarnya nilai waktu maksimum didapatkan dari Tabel 2.23.

Tabel 2. 23 Nilai Waktu Minimum (Rp/Jam)

No.	Kab/Kota	Jasa Marga			JIUTR		
		Gol I	Gol IIa	Gol II b	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, 2000)

Nilai waktu dasar diambil dari nilai waktu pada beberapa studi adalah sebagaimana tercantum pada Tabel 2.24 dan Tabel 2.25.

Tabel 2. 24 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

(Sumber : Tamin, 2000)

Tabel 2. 25 Nilai Waktu dari Berbagai Studi (lanjutan)

Referensi	Nilai Waktu (Rp/Jam/kend)		
	Gol I	Gol IIa	Gol IIb
JIUTR northern extension (PCI 1989)	7.067	14.670	3.659
Surabaya-Mojokerto (JICA 1991)	8.880	7.960	7.980

(Sumber : Tamin, 2000)

Sedangkan Nilai K ditunjukkan pada Tabel 2.26 sebagai berikut :

Tabel 2. 26 Nilai K untuk Beberapa Kota

o	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, 2000)

## 2.6 Studi Kelayakan Ekonomi

Studi kelayakan ekonomi adalah tahapan penilaian sebuah proyek untuk menentukan proyek tersebut layak atau tidak dari segi ekonominya yang mempengaruhi proyek tersebut akan tetap dijalankan atau tidak dapat dijalankan. Beberapa parameter yang digunakan dalam meninjau kelayakan dalam segi ekonomi adalah sebagai berikut :

### 2.4.1 BCR (Benefit Cost Ratio)

BCR adalah rasio antara pemasukan dan pengeluaran (discounted value) yang dikonversikan ke nilai uang sekarang (present value). Rumus untuk mencari BCR pada tugas akhir ini mengacu pada Modul 3 Kelayakan Ekonomi Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat(KPPR, 2017) sebagai berikut :

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Benefit (keuntungan)}}{\text{Present Value Cost (biaya)}} \quad (2.39)$$

$$\text{Benefit} = \Delta BOK + \Delta \text{Nilai Waktu}$$

$$\begin{aligned} \text{Benefit} &= (BOK \text{ Kondisi Eksisting} \\ &\quad - BOK \text{ Kondisi Rencana}) \\ &\quad + (\text{Nilai Waktu Kondisi Eksisting} \\ &\quad - \text{Nilai Waktu Kondisi Rencana}) \end{aligned}$$

Dimana :

Benefit = penghematan user cost

Cost = biaya pembangunan serta pemeliharaan

Sehingga nilai B/C yang mungkin terjadi adalah :

$B/C > 1$ . Manfaat yang ditimbulkan proyek lebih besar dari biaya yang diperlukan, maka proyek layak dilaksanakan.

$B/C=1$ . Manfaat yang ditimbulkan proyek sama dengan biaya yang diperlukan, maka proyek layak dilaksanakan.

$B/C < 1$ . Manfaat yang ditimbulkan proyek lebih kecil dari biaya yang diperlukan, maka proyek tidak layak dilaksanakan.

#### 2.4.2 NPV (Net Present Value)

NPV adalah selisih antara pengeluaran dan pemasukan (discounted value) selama umur layanan yang telah dikonversikan ke nilai uang yang sama. Perhitungan NPV membutuhkan data mengenai perkiraan investasi, operasional, pemeliharaan, serta perkiraan manfaat dari proyek yang akan dilaksanakan. Perhitungan NPV ini mengacu pada Modul 3 Kelayakan Ekonomi Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat (KPPR, 2017). Sehingga hasil dari perhitungan NPV yang mungkin terjadi adalah :

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} - C_0 \quad (2.40)$$

Dimana :

NPV = nilai bersih sekarang

$C_t$  = aliran kas masuk bersih (*net cash flow*) selama periode t

$C_0$  = total biaya investasi

i = suku bunga

t = jangka waktu

$NPV > 0$ . Investasi yang dilakukan bermanfaat bagi perusahaan, maka proyek layak dilakukan.

$NPV = 0$ . Investasi yang dilakukan tidak mengakibatkan keuntungan ataupun kerugian, maka proyek layak dilaksanakan namun tidak berpengaruh.

$NPV < 0$ . Investasi yang dilakukan mengakibatkan kerugian, maka proyek tidak layak dilaksanakan.

## 2.7 Studi Terdahulu

1. **Kurniawan, Mohammad Irwan. 2018. “Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Flyover Pada Simpang Bundaran Aloha Kabupaten Sidoarjo”. Dosen Pembimbing Cahya Buana, ST., MT. dan Istiar, ST., MT.**

Studi analisa tersebut dilaksanakan berdasarkan latar belakang ruas jalan pada Sidoarjo yang sudah tidak mampu menampung volume kendaraan yang selalu bertambah setiap harinya namun tidak dibarengi dengan peningkatan fasilitasnya.

Metode yang digunakan :

- Mengevaluasi analisa lalu lintas eksisting berdasarkan metode PKJI 2014.
  - Mengevaluasi lalu lintas setelah adanya *flyover*.
  - Mengevaluasi kelayakan ekonomi pembangunan *flyover*.
2. **Yudistira, Tantyo. 2018. “Perencanaan Pembangunan Underpass Gedangan Ditinjau Dari Segi Ekonomi Jalan Raya”. Dosen Pembimbing Ir. Hera Widyastuti, MT., PhD. dan Anak Agung Gde Kartika, ST., MT.**

Studi analisa tersebut dilaksanakan berdasarkan latar belakang bertambahnya volume kendaraan setiap hari namun tidak sebanding dengan ruas jalan yang sudah ada dan tidak meratanya lebar jalan.

Metode yang digunakan :

- Mengevaluasi analisa lalu lintas eksisting berdasarkan metode PKJI 2014.
  - Mengevaluasi ekonomi jalan raya berdasarkan buku Ofyar, Z Tamin.
3. **Mahayasa, Putu Radesta. 2018. “Perencanaan *Underpass* Mayjen Sungkono Surabaya Dari Segi Studi Kelayakan Ekonomi Jalan Raya”. Dosen Pembimbing Anak Agung**

**Gde Kartika, ST., MT. dan Ir. Hera Widyastuti, MT., PhD.**

Studi analisa tersebut dilaksanakan berdasarkan latar belakang Bundaran Satelit merupakan salah satu persimpangan di Surabaya yang paling padat.

Metode yang digunakan :

- Mengevaluasi kondisi jalan dan kinerja lalu lintas berdasarkan metode PKJI 2014.
- Mengevaluasi kinerja lalu lintas setelah adanya *underpass*.
- Mengevaluasi kelayakan ekonomi sebelum dan sesudah dibangunnya *underpass*.

**4. Nafis, Ulwan. Abidin, Muhammad Choirul. 2017. “ Analisa Kinerja Lalu Lintas Akibat Pembangunan Underpass Di Simpang Bundaran Dolog Kota Surabaya ‘. Dosen Pembimbing Dr. Machsus, ST. MT.**

Studi anilisa tersebut dilaksanakan berdasarkan latar belakang persimpangan Bundaran Dolog yang menghubungkan Jl. Ahmad Yani dengan Jl. Jemursari merupakan salah satu persimpangan yang memiliki tingkat kepadatan cukup tinggi disebabkan adanya pertemuan arus lalu lintas sebidang, juga terdapat perlintasan kereta api.

Metode yang digunakan :

- Menganalisa kinerja persimpangan sebelum dibangunnya *Underpass* eksisting tahun 2017 dengan dasar perumusan MKJI 1997.
  - Menganalisa kinerja persimpangan untuk kondisi 5 tahun kedepan (2017-2024).
- 5. Danaryanti, Fadilah Risa. 2009. “Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Lingkar Timur Kota Madiun Ditinjau Dari Segi Teknik Lalu Lintas Dan Ekonomi**



**Transportasi“. Dosen Pembimbing Dr. Catur Arif P, ST., M.eng.**

Studi analisa tersebut dilaksanakan berdasarkan latar belakang meningkatnya permintaan penyediaan jasa angkutan sehingga berdampak terhadap peningkatan arus lalu lintas.

Metode yang digunakan :

- Menganalisa tingkat kinerja jalan berupa nilai derajat kejenuhan (DS) dengan acuan MKJI 1997.
- Menganalisa kelayakan ekonomi transportasi penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) metode jasa marga, perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR), perhitungan *Net Present Value* (NPV).

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Umum**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi yang akan digunakan dalam penyelesaian tugas akhir, berisi tentang uraian dan penjelasan tahapan-tahapan penyelesaian tugas akhir ini. Tujuan dari metodologi ini adalah untuk mempermudah pelaksanaan sesuai prosedur kerja yang sistematis.

### **3.2 Uraian Kegiatan**

Uraian kegiatan yang digunakan dalam tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahap, antara lain :

#### **3.2.1 Tahap Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah melalui pengamatan terhadap kondisi lapangan dan permasalahan yang muncul hingga diangkat sebagai topik tugas akhir. Sehingga yang perlu diidentifikasi antara lain volume lalu lintas, kemacetan dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi.

#### **3.2.2 Tahap Studi Literatur**

Pada tahap ini merupakan pencarian acuan untuk menunjang pengerjaan tugas akhir ini tentang Di Bundaran Waru Ditinjau Dari Segi Lalu Lintas Dan Segi Ekonomi Jalan Raya berupa textbook, jurnal, dan sumber lainnya. Hal yang dipelajari dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997
2. Analisis Biaya Operasional Kendaraan metode Jasa Marga
3. Kelayakan Ekonomi Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat

### 3.2.3 Tahap Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu data primer dan data sekunder sebagai berikut :

#### 1. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil survey langsung ke lapangan. Data primer yang dicari adalah sebagai berikut :

##### a. Data Arus Lalu Lintas (Q)

Data ini meliputi data arus kendaraan tiap pendekatan. Dimana tiap masing-masing pendekatan terdapat beberapa kendaraan yang akan di survey, meliputi :

MC (Sepeda Motor) = kendaraan roda 2 atau roda 3

LV (Kendaraan Ringan)= kendaraan ber as 2 dengan 4 roda

HV (Kendaraan Berat) = kendaraan lebih dari roda, 2 as, 3 as atau kombinasi keduanya.

UM (Kendaraan Tak Bermotor) = kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan.

##### b. Data Kondisi Lingkungan

Data kondisi lingkungan merupakan data kondisi area sekitar lokasi studi, dimana kondisi tersebut dapat mempengaruhi tingkat hambatan samping pada lokasi studi. Data ini akan mempengaruhi perhitungan kapasitas untuk memperoleh derajat jenuh setiap jalinan.

#### 2. Data Sekunder

Data didapat bersumber dari sebuah instansi yang dapat mendukung tugas akhir ini meliputi :

##### a. Data CCTV SITS

Data cctv SITS merupakan data perekaman kondisi pergerakan lalu lintas pada bundaran waru yang diambil dari instansi SITS (*Surabaya Intellegent Transport System*).

b. Data Geometrik Jalan

Data geometrik jalan raya didapat dari menghitung lebar jalan melalui aplikasi bantuan yaitu Google Earth. Data geometrik yang diukur adalah :

- Lebar jalinan
- Lebar pendekat
- Panjang jalinan

c. Data jumlah pertumbuhan penduduk.

Data jumlah pertumbuhan penduduk didapat dari Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur.

d. Data Biaya Operasional Kendaraan diperoleh dari :

- Harga ban diperoleh dari Planetban.com
- Harga kendaraan baru diperoleh dari oto.com
- Harga satuan bahan bakar diperoleh dari pertamina.com
- Tingkat suku bunga diperoleh dari Bank Indonesia

3. Metode Survey

a. Penentuan Titik CCTV

Pada tugas akhir terdapat berbagai titik survey untuk menghitung volume lalu lintas dengan menggunakan kamera untuk merekam pergerakan lalu lintas tiap jalinan masuk dan keluar, untuk sebaran titik survey dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Penentuan Titik Survey  
 (Sumber : Google Earth diakses pada Rabu, 13 November 2019,  
 Pukul 20:28 WIB)

Keterangan :

1) Titik 1

Dimana titik ini merupakan hasil perekaman dari kamera cctv SITS, titik perekaman ini untuk melihat pergerakan lalu lintas yang keluar dari Jl. Ahmad Yani ke Jl. Waru, Jl. Ahmad Yani ke Jl. Geluran, Jl. Geluran ke Jl. Waru

2) Titik 2

Dimana titik ini merupakan hasil perekaman dari kamera yang di lantai 15 gedung Aryaduta Residence, titik perekaman ini untuk melihat pergerakan lalu lintas yang keluar dari Jl. Waru ke Jl. Geluran dan dari Jl. Waru ke Jl. Ahmad Yani.


3) Titik 3

Dimana titik ini merupakan hasil perekaman dari kamera cctv yang dipasang di lantai 15 gedung Apartemen Aryaduta Residence Surabaya, titik perekaman ini untuk melihat pergerakan lalu lintas yang keluar dari Jl. Geluran ke Jl. Ahmad Yani.

b. Survey Volume Lalu Lintas

Survey lalu lintas dilakukan untuk memperoleh data jumlah pergerakan kendaraan yang melalui daerah yang dilewati sesuai sistem jalannya. Metode yang digunakan pada survey ini sebagai berikut :

- 1) Dalam tugas akhir ini terdapat enam surveyor untuk menghitung enam pergerakan lalu lintas untuk survey *traffic counting*.
- 2) Detail Pergerakan *traffic counting*, sebagai berikut :
  - Pergerakan 1 : Dari Jl. Ahmad Yani ke Jl. Geluran
  - Pergerakan 2 : Dari Jl. Ahmad Yani ke Jl. Waru
  - Pergerakan 3 : Dari Jl. Waru ke Jl. Geluran
  - Pergerakan 4 : Dari Jl. Waru ke Jl. Ahmad Yani
  - Pergerakan 5 : Dari Jl. Geluran ke Jl. Waru
  - Pergerakan 6 : Dari Jl. Geluran ke Jl. Ahmad Yani
- 3) Dalam perhitungan *traffic counting*, surveyor mencatat karakteristik lalu lintas berdasarkan golongan kendaraan. Perhitungan *traffic counting* menggunakan formulir survey perhitungan lalu lintas dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga seperti pada Gambar 3.2.



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR**  
**DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA**  
Jl. Gayamsari, Kertosari No. 187  
 Telp. 0291-196.8282-8293, 03100919.8380032, 82880231, 82880023  
 交通部建設局

**FORMULIR SURVEY PERHITUNGAN LALU-LINTAS**  
 ( FORMULIR LAPANGAN )

Lampiran 1a  
 Formulir SPL 1 - 2  
 Lembar ke ..... Dan .....

NAMA SURVEYOR : \_\_\_\_\_

KHUSUS DALAM NOTA : \_\_\_\_\_

NAMA ALAM : \_\_\_\_\_

Arah Lalu-Lintas, Dari : \_\_\_\_\_ ke \_\_\_\_\_

SPREI LOKASI : \_\_\_\_\_

Nonor Provinsi :

Nama Provinsi :

Kelua dan Nomor Pos :

Lokasi Plo :

Kelompok Hibng :

Periode :

Tanggal :

Tahun :

Gambar 3. 2 Formulir Survey Lalu Lintas

### **3.3 Analisis Data Perencanaan *Underpass* Bundaran Waru**

Dalam tugas akhir ini dilakukan beberapa analisis sebagai berikut :

- Analisis Karakteristik Lalu Lintas Bundaran Waru
- Analisis Kinerja Lalu Lintas Bundaran Waru
- Analisis Kelayakan Ekonomi

Berikut merupakan penjelasan analisis data diatas :

#### **3.3.1 Analisis Karakteristik Lalu Lintas Bundaran Waru**

Analisis karakteristik lalu lintas pada Bundaran Waru diperoleh dari hasil survey seperti yang dijelaskan pada sub bab 3.2.3 diatas, data yang pada sub bab ini adalah :

1. Tipe kendaraan dibedakan menjadi beberapa tipe dalam perhitungan volume kendaraan bagaimana yang sudah dijelaskan pada sub bab 3.2.3 pada data primer. Tipe kendaraan ini mempengaruhi nilai koefisien faktor untuk menghitung ekivalensi mobil penumpang (emp) berdasarkan jenis kendaraan. Tabel faktor pengali ekivalensi mobil penumpang dapat dilihat pada sub bab 2.2.1 pada bab sebelumnya.
2. Didapatkan nilai persentase pada setiap golongan kendaraan yang masuk kedalam Bundaran Waru.
3. Volume kendaraan tiap jalinan dihitung dengan berdasarkan pergerakan lalu lintas LT (belok kiri), ST (lurus), RT (belok kanan). Perhitungan ini juga berpengaruh pada analisis kinerja lalu lintas dalam menentukan ratio jalinan.

#### **3.3.2 Analisis Kinerja Lalu Lintas Bundaran Waru**

Analisis data lalu lintas pada sub bab ini terdiri dari analisis kinerja lalu lintas pada bundaran waru dengan menggunakan acuan MKJI 1997 dan analisis kinerja lalu lintas pada saat kondisi rencana pembangunan *underpass* dengan menggunakan acuan PJKI 2004



jalan perkotaan. Pada kinerja lalu lintas Bundaran Waru ditentukan dengan cara sebagai berikut:

1. Analisis lalu lintas kondisi eksisting yaitu analisis kondisi Bundaran Waru menggunakan data perhitungan arus lalu lintas dalam Satuan Mobil Penumpang (smp) untuk memperhitungkan :
  - a. Kapasitas jalinan pada Bundaran waru diperoleh dari analisis kapasitas jalinan bundaran menggunakan MKJI 1997. Berikut rumus yang digunakan :

$$C = C_0 \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

$$C = 135 \times W_W^{1,3} \times (1 + W_E/W_W)^{1,5} \times (1 - P_W/3)^{0,5} \times (1 + W_W/L_W)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

Dimana,

$C$  = kapasitas (smp/jam)

$C_0$  = kapasitas dasar (smp/jam)

$W_W$  = lebar jalinan (m)

$W_E$  = lebar masuk rata-rata (m)

$P_W$  = rasio jalinan

$L_W$  = panjang jalinan

$F_{CS}$  = faktor penyesuaian ukuran kota

$F_{RSU}$  = faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

#### 1) Faktor $W_W$

$W_W$  merupakan lebar jalinan sebagaimana yang dimaksud adalah lebar dari bundaran ke tikungan pada jalinan. Faktor  $W_W$  dapat dicari menggunakan rumus berikut :

$$W_W = 135 \times W_W^{1,3}$$

2) Faktor  $W_E/W_W$ 

Faktor  $W_E/W_W$  hasil perbandingan dari lebar masuk rata-rata dengan lebar jalinan. Lebar masuk rata-rata ( $W_E$ ) dapat dicari menggunakan rumus berikut :

$$W_E = \frac{W_1 + W_2}{2}$$

Faktor  $W_E/W_W$  dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1,5}$$

3) Faktor  $P_W$ 

Dalam mencari besar  $P_W$  dengan perbandingan arus menjalin dan arus total. Faktor  $P_W$  dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_W = (1 - P_W/3)^{0,5}$$

4) Faktor  $W_W/L_W$ 

Faktor  $W_W/L_W$  dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W_W/L_W = (1 + W_W/L_W)^{-1,8}$$

5) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota (juta jiwa) dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)

Ukuran Kota (CS)	Penduduk (Juta)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )
Sangat Kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	>3,0	1,05

(Sumber : MKJI,1997)

6) Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor ( $F_{RSU}$ )

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor ini ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3. 2 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor ( $F_{RSU}$ )

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor ( $P_{UM}$ )					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74

(Sumber : MKJI,1997)

Tabel 3. 3 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor ( $F_{RSU}$ ) (lanjutan)

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor ( $P_{UM}$ )					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Akses Terbatas	Tinggi	1,00	1,00	0,90	0,85	0,80	0,75
	/Sedang						
	/Rendah						

(Sumber : MKJI,1997)

- b. Perhitungan derajat kejenuhan (DS) menggunakan metode MKJI 1997. Berikut perumusan yang digunakan :

$$DS = \frac{Q_{smp}}{C}$$

Dimana :

DS = derajat kejenuhan

Q = arus lalu lintas total (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

- c. Perhitungan Kecepatan Tempuh (V) menggunakan metode MKJI 1997. Berikut adalah perumusan yang digunakan :

$$V = V_0 \times 0,5 (1 + (1 - DS)^{0,5})$$

Dimana :

V<sub>0</sub> = kecepatan arus bebas (km/jam), dihitung sebagai:

$$V_0 = 43 \times (1 - P_w/3)$$

Dimana P<sub>w</sub> = rasio jalinan

DS = derajat kejenuhan

- d. Perhitungan tundaan bundaraan (D<sub>R</sub>) menggunakan metode MKJI 1997. Berikut perumusan yang digunakan:

$$D_R = DT_R + 4 (det/smp)$$

Setelah mendapatkan kinerja lalu lintas pada kondisi eksisting maka diperlukan perhitungan *trip assignment* untuk mendapatkan nilai persentase suatu kendaraan pindah melewati jalur alternatif yaitu *underpass* atau tetap melewati Bundaran Waru dengan membandingkan waktu tempuh (*travel time*) antar ruas jalan eksisting dan *underpass* tersebut. Dalam tugas akhir ini memperkirakan jumlah lalu lintas yang melewati *underpass* atau

tidak dengan menggunakan metode *Smok*, dengan rumusan sebagai berikut:

$$T = T_0 \cdot \text{Exp} \left( \left( \frac{V}{Q_s} \right) \right)$$

Setelah mendapat nilai persentase kendaraan yang berpindah menggunakan *underpass*, maka dilakukan analisis kinerja lalu lintas pada kondisi rencana pembangunan *underpass*. Pada kondisi rencana pembangunan *underpass* dilakukan analisis kinerja lalu lintas dengan menggunakan PKJI 2004 jalan perkotaan sebagai berikut:

a. Perhitungan kapasitas pada perencanaan *underpass*

Untuk tipe jalan 2/2TT, C ditentukan untuk total arus dua arah. Untuk jalan dengan tipe 4/2T, 6/2T, dan 8/2T, arus ditentukan secara terpisah per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Perhitungan kapasitas dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK}$$

Dimana :

C = kapasitas

$C_0$  = kapasitas dasar

$FC_{LJ}$  = faktor penyesuaian kapasitas terkait 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

1) Kapasitas dasar ( $C_0$ )

Kapasitas dasar ditetapkan secara empiris dari kondisi Segmen Jalan yang ideal, kapasitas dasar jalan perkotaan ditunjukkan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Tabel Kapasitas Dasar ( $C_0$ )

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar ( $C_0$ )	Catatan
4/2T atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur (satu arah)
2/2TT	2900	Per jalur (dua arah)

(Sumber: PKJI,2014)

2) Faktor penyesuaian kapasitas terkait lajur atau jalur lalu lintas ( $FC_{LJ}$ )

Nilai faktor untuk penyesuaian kapasitas akibat lajur atau jalur lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Lajur atau Jalur Lalu Lintas ( $FC_{LJ}$ )

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif ( $W_c$ )	$FC_{LJ}$
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: PKJI,2014)

- 3) Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisah arah, hanya pada jalan tak terbagi ( $FC_{PA}$ )

Nilai faktor untuk penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah dapat dilihat pada Tabel 3.6 namun faktor ini hanya berlaku untuk kondisi jalan tak terbagi.

Tabel 3. 6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Pemisah Arah, Hanya Pada Jalan Tak Terbagi ( $FC_{PA}$ )

Pemisahan arah PA %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
$FC_{PA}$	2/2TT	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

(Sumber: PKJI,2014)

- 4) faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb ( $FC_{HS}$ )

Nilai faktor untuk penyesuaian kapasitas akibat Kelas Hambatan Samping (KHS) lalu lintas untuk kondisi jalan berbahu dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan Tabel 3.8 untuk kondisi jalan berkereb dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 7 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait KHS pada Jalan Berbahu atau Berkereb ( $FC_{HS}$ )

Tipe Jalan	KHS	$FC_{HS}$			
		Lebar bahu efektif $L_{BE}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 3. 8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait KHS pada Jalan Berbahu atau Berkereb ( $FC_{HS}$ ) (lanjutan)

Tipe Jalan	KHS	$FC_{HS}$			
		Lebar bahu efektif $L_{BE}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
2/2TT atau Jalan satu-arah	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 3. 9 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait KHS pada Jalan Berbahu atau Berkereb ( $FC_{HS}$ )

Tipe Jalan	KHS	$FC_{HS}$			
		Jarak: kereb ke penghalang terdekat $L_{KP}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	SR	0,95	0,97	0,99	1,01
	R	0,94	0,96	0,98	1,00
	S	0,91	0,93	0,95	0,98
	T	0,86	0,89	0,92	0,95
	ST	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2TT atau Jalan satu-arah	SR	0,93	0,95	0,97	0,99
	R	0,90	0,92	0,95	0,97
	S	0,86	0,88	0,91	0,94
	T	0,78	0,81	0,84	0,88
	ST	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber: PKJI,2014)



5) faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota ( $FC_{UK}$ )

Nilai faktor untuk penyesuaian kapasitas akibat ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran kota (jutaan penduduk)	Faktor penyesuaian 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: PKJI,2014)

b. Perhitungan derajat kejenuhan perencanaan *underpass*

Derajat kejenuhan merupakan ukuran utama yang digunakan dalam menentukan tingkat kinerja segmen jalan karena derajat kejenuhan menentukan kualitas kinerja arus lalu lintas pada segmen tersebut. Derajat kejenuhan pada PKJI 2014 jalan perkotaan dapat dikerjakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$DS = Q/C$$

Dimana :

DS = derajat kejenuhan

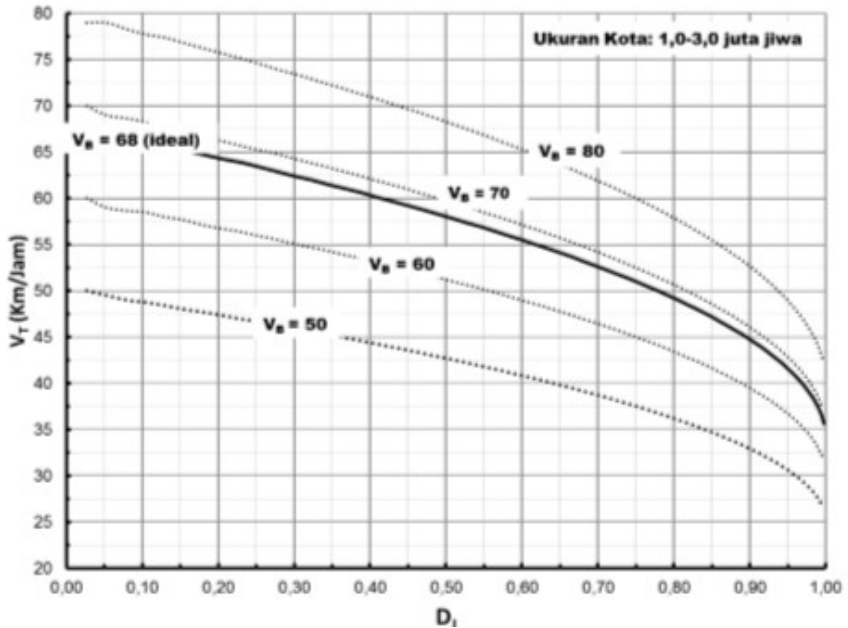
Q = Arus Total Kendaraan

C = Kapasitas

c. Perhitungan kecepatan perencanaan *underpass*

Perhitungan kecepatan pada PKJI 2014 jalan perkotaan dapat dicari dengan menggunakan grafik hubungan antara derajat

kejenuhan dan kecepatan arus bebas ( $V_B$ ), grafik kecepatan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Hubungan VT dengan DS pada jalan 4/2T, 6/2T

(Sumber: PKJI,2014)

Nilai kecepatan arus bebas ( $V_B$ ) untuk menentukan nilai kecepatan didapat dengan cara sebagai berikut:

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

Dimana :

$V_B$  = kecepatan arus bebas (km/jam)

$V_{BD}$  = kecepatan arus bebas dasar

$V_{BL}$  = nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

$FV_{BHS}$  = faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau jalan yang dilengkapi kerib/trotoar dengan jarak kerib penghalang terdekat

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

1) Kecepatan arus bebas dasar ( $V_{BD}$ )

Kecepatan arus bebas dasar didapatkan nilai penyesuaian pada Tabel 3.11.

Tabel 3. 11 Kecepatan Arus Bebas Dasar ( $V_{BD}$ )

Tipe Jalan	$V_{BD}$ (km/jam)			
	KR	KB	SM	Rata-Rata Semua Kendaraan
6/2T atau 3/1	61	52	48	57
4/2T atau 2/1	57	50	47	55
2/2TT	44	40	40	42

(Sumber: PKJI,2014)

2) Nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan ( $V_{BL}$ )

Nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3. 12 Nilai penyesuaian kecepatan arus bebas dasar akibat lebar jalur lalu lintas efektif (VBL)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (Wc)		FC <sub>LJ</sub>
4/2T atau Jalan satu-arah	Per Lajur:	3,00	-4
		3,25	-2
		3,50	0
		3,75	2
		4,00	4
2/2TT	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: PKJI,2014)

- 3) Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping ( $FV_{BHS}$ )

Nilai penyesuaian kecepatan akibat Kelas Hambatan Samping (KHS) untuk jalan berbahu dapat dilihat pada Tabel 3.13 sedangkan untuk jalan berkereb dapat dilihat pada Tabel 3.14.

Tabel 3. 13 Faktor Penyesuaian Kecepatan Bebas Akibat Hambatan Samping ( $FV_{BHS}$ ), untuk Jalan Berbahu Dengan Lebar Efektif  $L_{BE}$

Tipe Jalan	KHS	$FV_{BHS}$			
		Lebar bahu efektif $L_{BE}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	SR	1,02	1,03	1,03	1,04
	R	0,98	1,00	1,02	1,03
	S	0,94	0,97	1,00	1,02
	T	0,89	0,93	0,96	0,99
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2TT atau Jalan satu- arah	SR	1,00	1,01	1,01	1,01
	R	0,96	0,98	0,99	1,00
	S	0,90	0,93	0,96	0,99
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

(Sumber: PKJI,2014)

Tabel 3. 14 Faktor Penyesuaian Kecepatan Bebas Akibat Hambatan Samping ( $FV_{BHS}$ ), untuk Jalan Berkereb dengan Jarak Kereb ke Penghalang Terdekat  $L_{KP}$

Tipe Jalan	KHS	$FV_{BHS}$			
		$L_{KP}$ , m			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	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
2/2TT 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: PKJI,2014)

- 4) Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota ( $FV_{BUK}$ )

Nilai penyesuaian kecepatan akibat ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 3.15.

Tabel 3. 15 Faktor Penyesuaian Kecepatan Bebas untuk Ukuran Kota

Ukuran kota (jutaan penduduk)	Faktor penyesuaian ukuran kota
< 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: PKJI,2014)

2. Analisis lalu lintas pada kondisi rencana pada saat dibangunnya underpass di Bundaran Waru menggunakan perhitungan yang sama dengan analisis lalu lintas pada kondisi eksisting sebelum dibangunnya underpass.
3. Setelah dilakukan analisis pada kondisi eksisting sebelum dibangunnya underpass dan kondisi eksisting setelah dibangunnya underpass pada Bundaran Waru, maka dilakukan perbandingan derajat kejenuhan, waktu tempuh dan tundaan pada lalu lintas kondisi eksisting dan rencana tersebut.

### 3.3.3 Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi pada sub bab ini menghitung penghematan yang terjadi pada pembangunan underpass pada tugas akhir ini dengan memperhitungkan penghematan Biaya Operasioanal Kendaraan (BOK) dan Nilai Waktu. Serta kelayakan ekonomi dalam *Benefit Cost Ratio* (BCR) dan *Net Present Value* (NPV) sebagai berikut :

1. Analisis Penghematan Biaya Operasional Kendaraan

Pada penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) diperoleh dengan membandingkan kondisi eksisting dan kondisi rencana yang sudah ada *Underpass*. Analisis BOK menggunakan metode Jasa Marga, berikut merupakan perumusan yang digunakan :

a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

$$\text{KBB} = \text{KBB dasar} \times (1 \pm (k_k + k_l + k_r))$$

KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

$$\text{Golongan I} = 0,0284 V^2 - 3,0644 V + 141,68$$

$$\text{Golongan IIA} = 2,26533 \times (\text{KBB dasar golongan I})$$

$$\text{Golongan IIB} = 2,90805 \times (\text{KBB dasar golongan I})$$

Dimana :

$k_k$  = faktor koreksi akibat kelandaian

$k_l$  = faktor koreksi akibat kondisi arus lalu lintas

$k_r$  = faktor koreksi akibat kekasaran jalan

$V$  = kecepatan kendaraan (km/jam)

Besar nilai faktor yang digunakan untuk menghitung KBB dapat dilihat pada tabel 2.4 pada bab sebelumnya.

b. Konsumsi Minyak Pelumas

Konsumsi Pelumas = Konsumsi pelumas dasar x Faktor koreksi

Faktor konsumsi pelumas dapat dilihat pada Tabel 2.5 dan faktor konsumsi pelumas dapat dilihat pada Tabel 2.6 pada bab sebelumnya.

c. Biaya Pemakaian Ban

$$\text{Golongan I} = Y = 0,0008848 V - 0,0045333$$

$$\text{Golongan IIA} = Y = 0,0012356 V - 0,0064667$$



$$\text{Golongan IIB} = Y = 0,0015553 V - 0,0059333$$

Dimana:

Y = Pemakaian ban per 1000km

V = Kecepatan (km/jam)

d. Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan dibagi menjadi biaya suku cadang dan biaya jam kerja mekanik.

- Biaya Suku Cadang

$$\text{Golongan I} = Y = 0,0000064 V + 0,0005567$$

$$\text{Golongan IIA} = Y = 0,0000332 V + 0,0020891$$

$$\text{Golongan IIB} = Y = 0,0000191 V + 0,0015400$$

Dimana :

Y = pemeliharaan suku cadang per 1000 km

Y' = Y x harga kendaraan (p/1000 km)

- Biaya Jam Kerja Mekanik

$$\text{Golongan I} = Y = 0,00362 V + 0,36267$$

$$\text{Golongan IIA} = Y = 0,02311 V + 1,97733$$

$$\text{Golongan IIB} = Y = 0,01511 V + 1,21200$$

Dimana :

Y = jam montir per 1000 km

Y' = Y x upah kerja per jam (p/1000 km)

e. Biaya Penyusutan

$$\text{Golongan I} = Y = 1/(2,5 V + 125)$$

$$\text{Golongan IIA} = Y = 1/(9,0 V + 450)$$

$$\text{Golongan IIB} = Y = 1/(6,0 V + 300)$$

Dimana :

Y = biaya penyusutan per 1000 km (sama dengan  $\frac{1}{2}$  nilai penyusutan kendaraan)

f. Bunga Modal

$$\text{Bunga Modal} = 0,22\% \times (\text{harga kendaraan baru})$$

g. Biaya Asuransi

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

$$\text{Golongan IIA} = Y = 6/(2571,42857 V)$$

$$\text{Golongan IIB} = Y = 61/(1714,28571 V)$$

Dimana :

Y = biaya asuransi per 1000 km

## 2. Analisis Nilai Waktu

Analisis nilai waktu diperoleh dengan cara membandingkan nilai waktu pada kondisi eksisting dan rencana. Perhitungan analisis nilai waktu menggunakan metode Jasa Marga. Berikut merupakan perumusan yang digunakan :

$$\text{Nilai Waktu: Max } \{(K \times \text{Nilai waktu dasar}); \text{Nilai waktu maksimum}\}$$

Besar nilai waktu maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.7, nilai waktu dasar dapat dilihat pada Tabel 2.8 dan nilai faktor K dapat dilihat pada Tabel 2.9 pada bab sebelumnya.

## 3. Analisis *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Perhitungan BCR mengacu pada Modul 3 Kelayakan Ekonomi Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Berikut merupakan perumusannya :

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Benefit (keuntungan)}}{\text{Present Value Cost (biaya)}}$$

$$\begin{aligned} \text{Benefit} &= (\text{BOK Kondisi Eksisting} \\ &\quad - \text{BOK Kondisi Rencana}) \\ &\quad + (\text{Nilai Waktu Kondisi Eksisting} \\ &\quad - \text{Nilai Waktu Kondisi Rencana}) \end{aligned}$$

Dimana :

Benefit = penghematan user cost

Cost = biaya pembangunan serta pemeliharaan

#### 4. Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

Perhitungan NPV mengacu pada Modul 3 Kelayakan Ekonomi Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Berikut merupakan perumusannya :

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

Dimana :

NPV = nilai bersih sekarang

$C_t$  = aliran kas masuk bersih (*net cash flow*) selama periode t

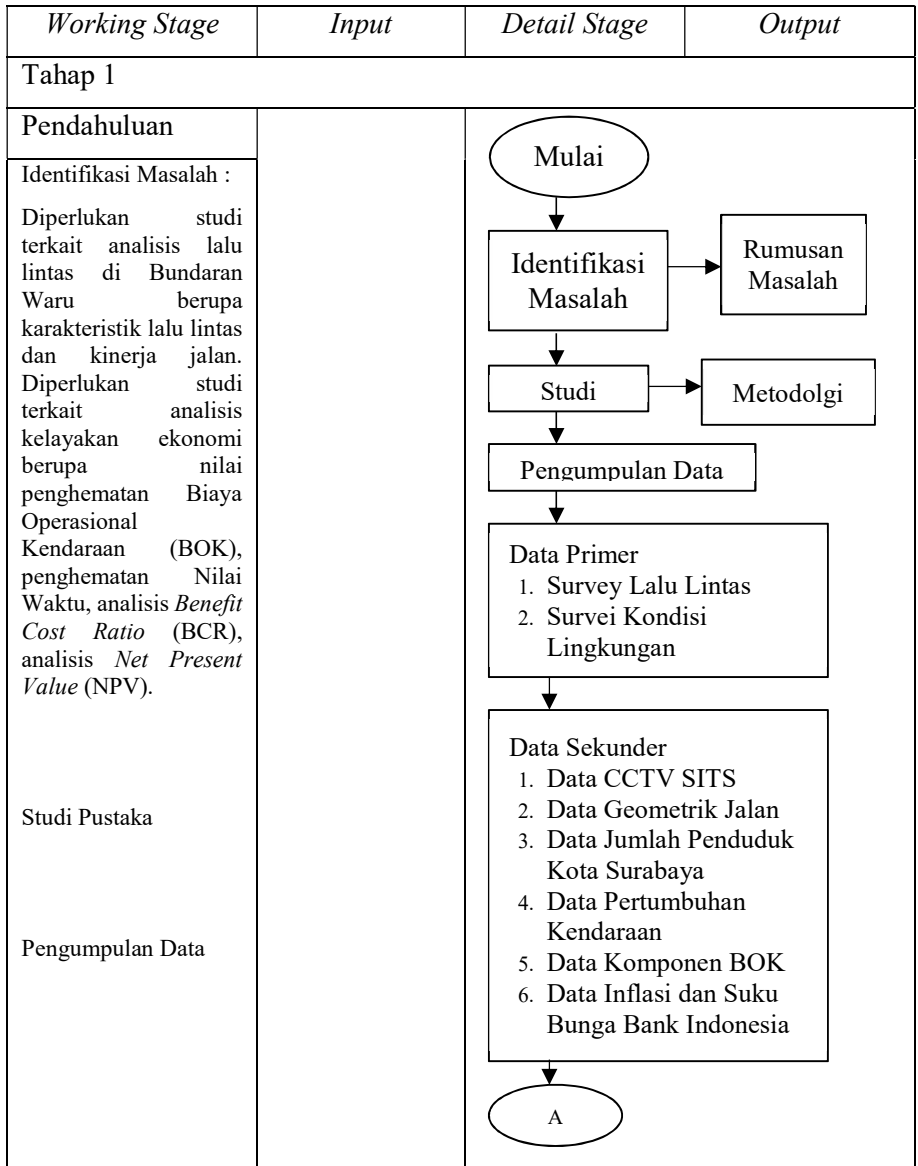
$C_0$  = total biaya investasi

i = suku bunga

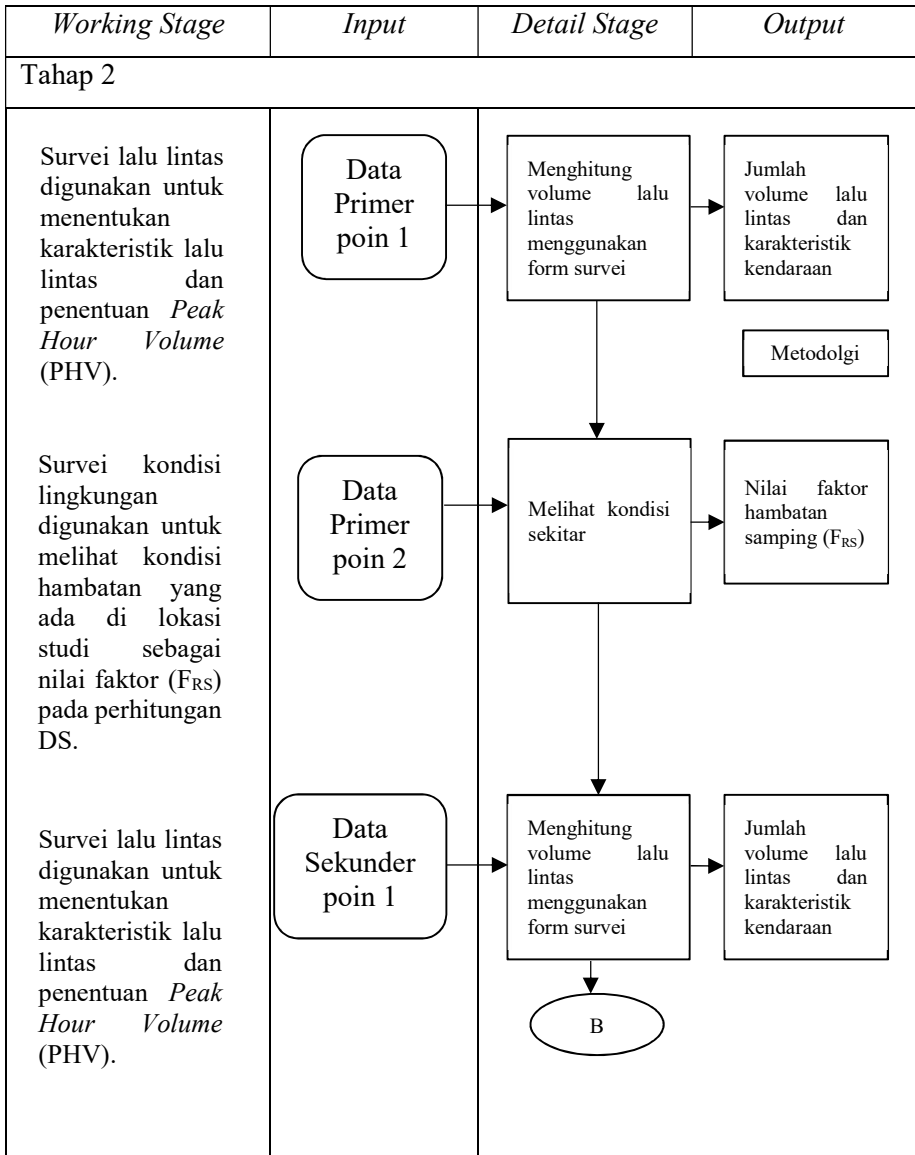
t = jangka waktu

### 3.3 Bagan Alir (*Flowchart*) Metodologi

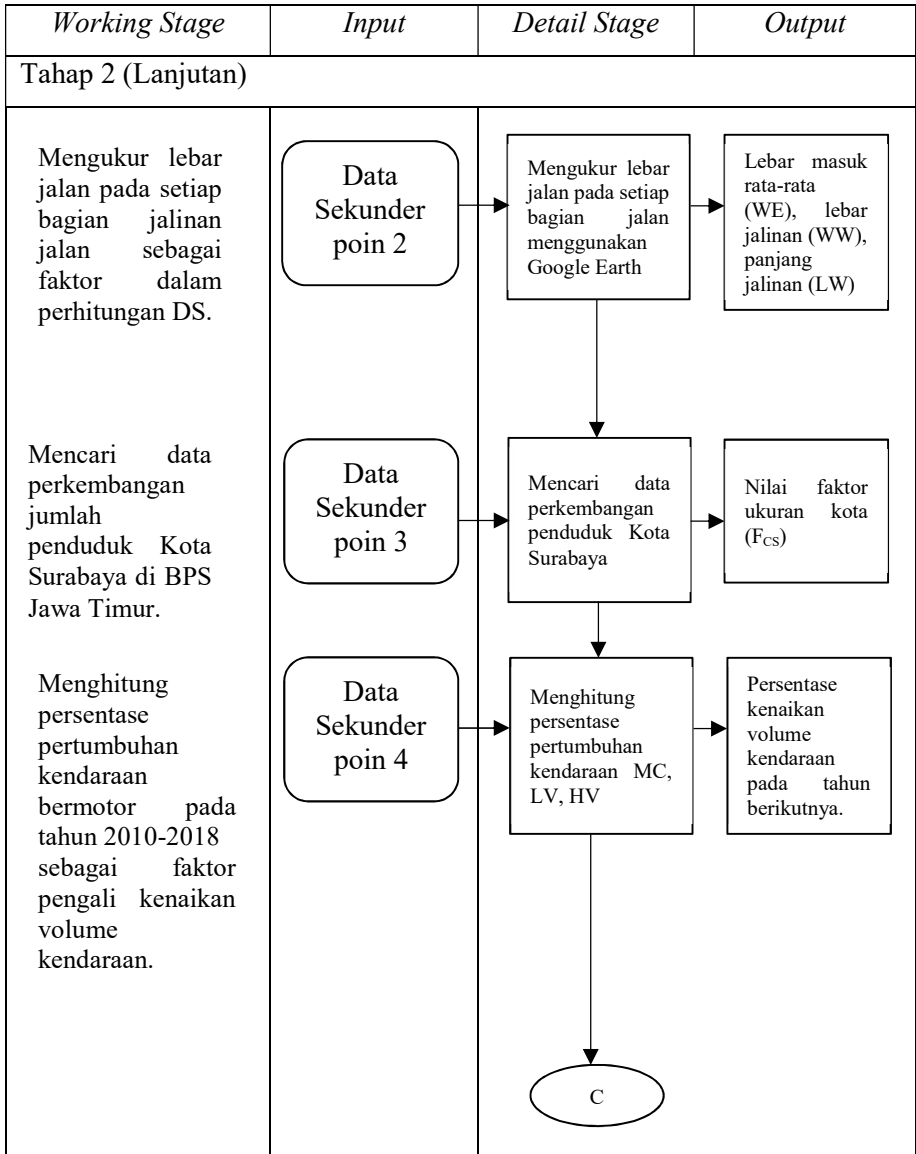
Alur penyelesaian tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.3 sampai Gambar 3.6.



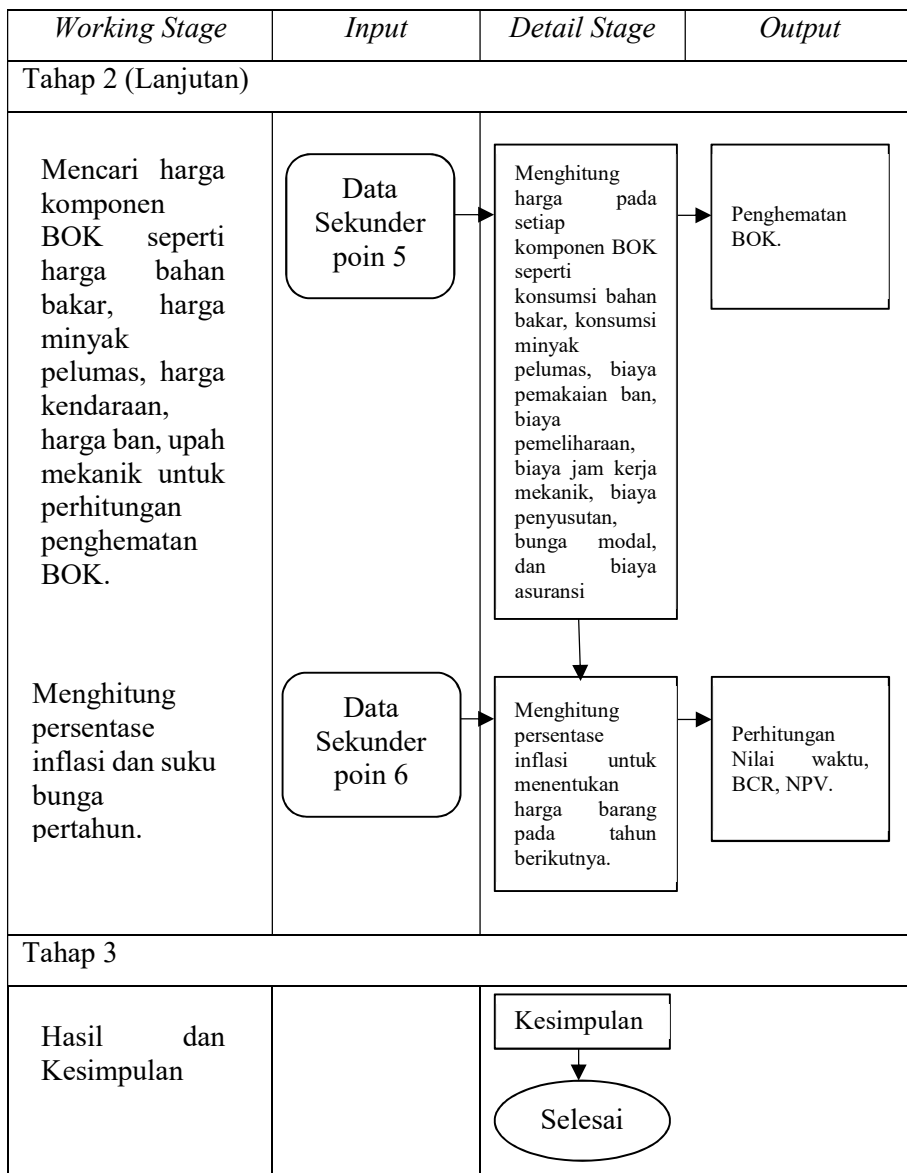
Gambar 3. 4 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3. 5 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan)



Gambar 3. 6 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan)



Gambar 3. 7 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir (lanjutan)

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **BAB IV**

### **DATA DAN ANALISIS**

#### **4.1 Pengumpulan Data dan Analisis Karakteristik Kendaraan**

Pada bab data dan analisis karakteristik dan kinerja lalu lintas kondisi eksisting ini akan menjelaskan bagaimana cara mengumpulkan data penunjang untuk tugas akhir ini. Selanjutnya dilakukan analisis perhitungan pada tugas akhir ini untuk mengetahui kelayakan pembangunan *underpass* pada Bundaran Waru. Dilakukan survei *traffic counting* untuk mengetahui volume lalu lintas pada jalan yang ditinjau.

Dalam menentukan nilai karakteristik dan kinerja lalu lintas maka dilakukan pengumpulan data di kawasan Bundaran Waru. Data-data penunjang dalam analisis karakteristik dan kinerja lalu lintas sebagai berikut :

1. Data Jumlah Penduduk
2. Data Peningkatan Jumlah Kendaraan
3. Data kondisi geometrik bagian jalan
4. Data volume lalu lintas di Bundaran Waru

##### **4.1.1 Data Jumlah Penduduk**

Jumlah penduduk Kota Surabaya berdasarkan sensus penduduk yang ditulis oleh Dispendukcapil Surabaya ([dispendukcapil.surabaya.go.id](http://dispendukcapil.surabaya.go.id), diakses pada 24 Maret 2020, 20:30) pada periode 25 Januari 2019 dinyatakan sebanyak 3.095.026 penduduk. Data jumlah penduduk ini akan digunakan dalam perhitungan kapasitas jalan untuk menentukan faktor ukuran kota ( $F_{CS}$ ).

##### **4.1.2 Data Peningkatan Jumlah Kendaraan**

Data peningkatan jumlah kendaraan digunakan dalam menentukan persentase peningkatan jumlah kendaraan untuk

perhitungan forecast volume lalu lintas yang akan dilewati untuk tahun kedepannya. Data peningkatan jumlah kendaraan pada periode tahun 2010 sampai 2018 didapat dari Badan Pusat Statistika Kota Surabaya (<https://surabayakota.bps.go.id> diakses pada 24 Maret 2020, 20:50) dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Data peningkatan jumlah kendaraan didapat dengan digolongkan menjadi 4 golongan kendaraan yaitu mobil penumpang, bis, mobil barang, dan sepeda otor. Kemudian data tersebut dibedakan menjadi 3 jenis kendaraan MC (sepeda motor), LV (mobil penumpang), dan HV (bis dan mobil barang). Berikut adalah data pertumbuhan kendaraan berdasarkan tipenya dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4. 1 Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Per Tahun

Jenis Kendaraan Bermotor	Jumlah Kendaraan Bermotor (Unit)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Mobil Penumpang	8891041	9548866	10432259	11484514	12599038
Mobil Bis	2250109	2254406	2273821	2286309	2398846
Mobil Barang	4687789	4958738	5286061	5615494	6235136
Sepeda motor	61078188	68839341	76381183	84732652	92976240
Jumlah	76907127	85601351	94373324	104118969	114209260

(Sumber : BPS Kota Surabaya)

Tabel 4. 2 Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Per Tahun  
(lanjutan)

Jenis Kendaraan Bermotor	Jumlah Kendaraan Bermotor (Unit)			
	2015	2016	2017	2018
Mobil Penumpang	13480973	14580666	15423968	16440987
Mobil Bis	2420917	2486898	2509258	2538182
Mobil Barang	6611028	7063433	7289910	7778544
Sepeda motor	98881267	105150082	111988683	120101047
Jumlah	121394185	129281079	137211818	146858759

(Sumber : BPS Kota Surabaya)

Tabel 4. 3 Persentase Pertumbuhan Kendaraan Bermotor

Jenis Kendaraan Bermotor	Jumlah Kendaraan Bermotor (Unit)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Mobil Penumpang (LV)	8891041	9548866	10432259	11484514	12599038
Persentase		7%	8%	9%	9%
Mobil Barang + Bis (HV)	6937898	7213144	7559882	7901803	8633982
Persentase		4%	5%	4%	8%
Sepeda motor (MC)	61078188	68839341	76381183	84732652	92976240
Persentase		11%	10%	10%	9%
Jumlah	76907127	85601351	94373324	104118969	114209260

(Sumber : BPS Kota Surabaya)

Tabel 4. 4 Persentase Pertumbuhan Kendaraan Bermotor  
(lanjutan)

Jenis Kendaraan Bermotor	Jumlah Kendaraan Bermotor (Unit)				Rata-Rata %
	2015	2016	2017	2018	
Mobil Penumpang (LV)	13480973	14580666	15423968	16440987	7%
Persentase	7%	8%	5%	6%	
Mobil Barang + Bis (HV)	9031945	9550331	9799168	10316726	5%
Persentase	4%	5%	3%	5%	
Sepeda motor (MC)	98881267	105150082	111988683	120101047	8%
Persentase	6%	6%	6%	7%	
Jumlah	121394185	129281079	137211818	146858759	

(Sumber : BPS Kota Surabaya)

Hasil persentase diatas akan digunakan sebagai faktor pengali jumlah kenaikan volume kendaraan tiap tahunnya dengan masing-masing pertumbuhannya yaitu MC (sepeda motor) sebesar 8%, LV (mobil penumpang) sebesar 7% dan HV (bis dan mobil barang) sebesar 5%.

#### 4.1.3 Data Kondisi Geometrik Bagian Jalan

Data kondisi geometrik bagian jalan pada Bundaran Waru sendiri dilakukan pengukuran dengan bantuan Google Maps, untuk memperoleh berapa panjang Lebar pendekat ( $W_1$ ,  $W_2$ ), Lebar masuk rata-rata ( $W_E$ ), Lebar jalinan ( $W_w$ ) dan Panjang jalinan ( $LW$ ). Berikut adalah contoh pengukuran dengan menggunakan Google Maps dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pengukuran geometri lebar pendekat bagian jalan

Dilakukan pada setiap bagian jalinan jalan A, B dan C pada bundaran, berikut adalah sketsa bundaran penentuan lokasi jalinan jalan A, B dan C dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Sketsa Bundaran Waru

Berikut merupakan hasil pengukuran geometrik bagian jalan di Bundaran waru dengan menggunakan Google Maps dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Pengukuran Geometrik Jalan

Bagian Jalan	Lebar Masuk		Lebar Masuk Rata-Rata	Lebar Jalinan	$W_E / W_W$	$L_W$	$W_W / L_W$
	Pendekat 1	Pendekat 2	$W_E$	$W_W$			
AB	12	14	13	20	0,65	210	0,10
BC	21	15	18	17	1,06	150	0,11
CA	8,5	10	9,25	21	0,44	130	0,16

Hasil pengukuran yang didapatkan akan digunakan dalam perhitungan faktor  $W_w$ , faktor  $W_E/W_w$ , faktor  $W_w/L_w$  untuk mendapatkan nilai kapasitas dasar ( $C_0$ ).

#### 4.1.4 Data Volume Lalu Lintas dan Karakteristik Kendaraan

Data volume lalu lintas di Bundaran Waru di dapat dari survei lapangan dengan cara merekap pergerakan lalu lintas di Bundaran Waru yang diambil dari CCTV SITS (Surabaya Intelligent Transport System) untuk pergerakan lalu lintas yang keluar dari Jl. A. Yani dan 2 kamera video untuk perekaman lalu lintas yang keluar dari Jl. Waru dan Jl. Geluran yang dipantau dari lantai 15 Apartemen Aryaduta Residence.

Survei perekaman lalu lintas dilaksanakan pada tanggal 20 Februari 2020 dengan mengamati 6 pergerakan lalu lintas, situasi lalu lintas yang diamati adalah mulai dari pukul 13.00 WIB hingga pukul 20.00 WIB. Data hasil perhitungan volume lalu lintas hasil dari perekaman pada Bundaran Waru akan disajikan pada lampiran.

Dari rekap perhitungan volume lalu lintas tiap pergerakan di Bundaran Waru diatas, maka dilakukan perhitungan total dari keseleuruhan titik counting dan sehingga dapat diketahui hasilkan PHV (Peak Hour Volume) atau jam puncak pada Bundaran Waru yang tersaji dalam tabel 4.12.

Dari hasil survey dilakukan perhitungan PHV (Peak Hour Volume) yang memiliki periode waktu perhitungan per 15 menit dan selanjutnya dilakukan perhitungan per jam, contoh perhitungan untuk rentang pukul 13.00 – 14.00 sebagai berikut :

PHV = Jumlah MC + Jumlah LV + Jumlah HV per 15 menit mulai pukul 13.00 hingga 14.00

$$\begin{aligned}
 &= (2089,0 + 2121,5 + 2049,0 + 2083,5) + \\
 & (2234,0 + 2160,0 + 2131,0 + 2016,0) + \\
 & (169,0 + 153,4 + 170,3 + 156,0) \\
 &= 17532,7 \text{ Smp/Jam}
 \end{aligned}$$

Begitu pula perhitungan PHV (Peak Hour Volume) dijam berikutnya dilakukan perhitungan yang sama seperti diatas. Dan dicari volume jam puncak yang tersusun dari volume 15 menit tersibuk berurutan selama 1 jam. Perhitungan volume jam puncak dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Dalam rekap perhitungan volume lalu lintas di Bundaran Waru didapatkan juga karakteristik kendaraan yang masuk kedalam Bundaran Waru. Karakteristik kendaraan dimaksud dibedakan dari jenis golongan kendaraan, didapatkan persentase karakteristik kendaraan yang masuk ke Bundaran Waru pada jam sibuk sebagai berikut :

- Total MC pada jam sibuk = 4178 + 4243 + 4098 + 4167  
= 16686 kendaraan
- Total kendaraan saat PHV = 25726 kendaraan
- Persentase Karakteristik MC =  $(25726/16686) * 100\%$   
= 65% MC

Tabel 4. 6 Peak Hour Volume Bundaran Waru

PUKUL	JENIS KENDARAAN				JENIS KENDARAAN				Total	PHV
	MC	LV	HV	UM	emp MC = 0,5	emp LV = 1,00	emp HV = 1,3	UM		
13.00-13.15	2837	1722	172	2	1418,5	1722,0	223,6	2	3364,1	
13.15-13.30	3016	1844	196	1	1508,0	1844,0	254,8	1	3606,8	
13.30-13.45	3163	1930	230	0	1581,5	1930,0	299,0	0	3810,5	
13.45-14.00	2960	1708	183	0	1480,0	1708,0	237,9	0	3425,9	14207,3
14.00-14.15	3005	2050	225	2	1502,5	2050,0	292,5	2	3845,0	14688,2
14.15-14.30	2988	2239	340	0	1494,0	2239,0	442,0	0	4175,0	15256,4
14.30-14.45	2642	1567	119	0	1321,0	1567,0	154,7	0	3042,7	14488,6
14.45-15.00	3033	1781	253	0	1516,5	1781,0	328,9	0	3626,4	14689,1
15.00-15.15	2887	1940	237	0	1443,5	1940,0	308,1	0	3691,6	14535,7
15.15-15.30	2656	1769	197	0	1328,0	1769,0	256,1	0	3353,1	13713,8
15.30-15.45	3116	1806	176	0	1558,0	1806,0	228,8	0	3592,8	14263,9
15.45-16.00	3150	1843	193	0	1575,0	1843,0	250,9	0	3668,9	14306,4
16.00-16.15	3194	1747	128	0	1597,0	1747,0	166,4	0	3510,4	14125,2
16.15-16.30	3427	1780	111	0	1713,5	1780,0	144,3	0	3637,8	14409,9
16.30-16.45	3676	1978	125	0	1838,0	1978,0	162,5	0	3978,5	14795,6
16.45-17.00	3255	1984	106	1	1627,5	1984,0	137,8	1	3749,3	14876
17.00-17.15	3571	2257	119	2	1785,5	2257,0	154,7	2	4197,2	15562,8
17.15-17.30	3563	2254	120	0	1781,5	2254,0	156,0	0	4191,5	16116,5
17.30-17.45	3742	2154	115	0	1871,0	2154,0	149,5	0	4174,5	16312,5
17.45-18.00	3528	2017	126	0	1764,0	2017,0	163,8	0	3944,8	16508
18.00-18.15	3626	1982	110	0	1813,0	1982,0	143,0	0	3938,0	16248,8
18.15-18.30	4178	2234	130	0	2089,0	2234,0	169,0	0	4492,0	16549,3
18.30-18.45	4243	2160	118	0	2121,5	2160,0	153,4	0	4434,9	16809,7
18.45-19.00	4098	2131	131	0	2049,0	2131,0	170,3	0	4350,3	17215,2
19.00-19.15	4167	2016	120	0	2083,5	2016,0	156,0	0	4255,5	17532,7
19.15-19.30	3469	1862	98	0	1734,5	1862,0	127,4	0	3723,9	16764,6
19.30-19.45	3365	1814	92	0	1682,5	1814,0	119,6	0	3616,1	15945,8
19.45-20.00	3292	2065	92	1	1646,0	2065,0	119,6	1	3830,6	15426,1

Didapatkan jam sibuk pada jam 18.15-19.15 WIB dengan total kendaraan 17532,7 Smp/Jam. Dengan persentase kendaraan 65% MC, 33% LV, 2% MV dan 0% UM.

## 4.2 Analisis Kinerja Lalu Lintas Kondisi Eksisting Sebelum Dibangun *Underpass*

### 4.2.1 Analisis Satuan Mobil Penumpang

Setelah diperoleh PHV (Peak Hour Volume) atau jam puncak pada Bundaran Waru maka dilakukan perekapan dan perhitungan dari kendaraan/Jam menjadi satuan mobil penumpang (smp/jam) dengan dikalikan faktor konversi emp (ekivaensi mobil penumpang) pada Tabel 4.7.



Tabel 4. 7 Konversi smp/jam Kondisi Eksisting

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5		
Pendekat/Gerakan		kend /jam (1)	smp/jam (2)	kend/ja (3)	smp/jam (4)	kend/ja (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1344	1344	105	136,5	2703	1351,5	4152	2832
	RT (GELURAN)	1134	1134	68	88,4	3749	1874,5	4951	3096,9
	UT								
	TOTAL	2478	2478	173	224,9	6452	3226	9103	5928,9
B (WARU)	LT (GELURAN)	1743	1743	261	339,3	1977	988,5	3981	3070,8
	ST (A. YANI)	2002	2002	24	31,2	4541	2270,5	6567	4303,7
	RT								
	UT								
	TOTAL	3745	3745	285	370,5	6518	3259	10548	7374,5
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1123	1123	26	33,8	1838	919	2987	2075,8
	ST								
	RT (WARU)	1195	1195	15	19,5	1419	709,5	2629	1924
	UT								
	TOTAL	2318	2318	41	53,3	3257	1628,5	5616	3999,8

Dalam tabel tersebut didapatkan nilai dari kendaraan/jam menjadi smp/jam untuk perhitungan derajat kejenuhan. Dilakukan perhitungan *forecasting* untuk menentukan besar volume lalu lintas pada 10 tahun yang akan datang berdasarkan perkalian volume lalu lintas saat ini dengan persentase pertumbuhan kendaraan per jenis kendaraan dimana perhitungan persentase pertumbuhan kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4.2 pada sub bab sebelumnya. Hasil dari perhitungan volume kendaraan kondisi eksisting dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.2.2 Perhitungan Rasio Jalinan ( $P_w$ )

Rasio jalinan ( $P_w$ ) merupakan rasio dari arus menjalin ( $Q_w$ ) dan arus masuk bagian jalinan ( $Q_{Tot}$ ). Berikut merupakan hasil perhitungan rasio jalinan dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Nilai Rasio Jalinan ( $P_w$ ) Kondisi Eksisting

Bagian Jalinan	Arus Masuk Bundaran	Arus Masuk Bagian Jalinan	Arus Menjalin	Rasio Menjalin
	( $Q_{masuk}$ )	( $Q_{tot}$ )	( $Q_w$ )	( $P_w = Q_w/Q_{tot}$ )
AB	$A = A(ST) + A(RT)$	$Q_{tot} = A + C(RT)$	$Q_w = A - A(ST) + C(RT)$	0,65
	9103	11732	7580	
BC	$B = B(LT) + B(ST)$	$Q_{tot} = B + A(RT)$	$Q_w = A(RT) + B(LT)$	0,74
	10548	15499	11518	
CA	$C = C(RT) + C(LT)$	$Q_{tot} = C + B(ST)$	$Q_w = C(LT) + B(ST)$	0,75
	5616	12183	9196	

### 4.2.3 Perhitungan Kapasitas (C)

Kapasitas bundaran didefinisikan sebagai arus masuk atau keluar maksimum pada kondisi lalu lintas yang dicapai saat bagian jalinan mencapai kapasitasnya. Dalam perhitungan kapasitas merupakan hasil perkalian dari kapasitas dasar dengan faktor penyesuaian. Kapasitas dasar dihitung dengan memasukkan variabel masukan seperti faktor lebar jalinan ( $W_w$ ), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan ( $W_E/W_w$ ), rasio menjalin ( $P_w$ ) dan rasio lebar/panjang jalinan ( $W_w/L_w$ ) yang sudah diukur dan tertera di sub-bab 4.1.1. Sedangkan untuk faktor penyesuaian dibagi menjadi 2, akibat ukuran kota dan kelas tipe lingkungan jalan dan hambatan samping. Dengan contoh perhitungan kapasitas pada bagian jalan BC pada tahun 2020 sebagai berikut :

1. Diketahui hasil pengukuran lebar jalinan ( $W_w$ ) sebesar 17. Maka didapatkan hasil :  
Faktor- $W_w = 135 W_w^{1,3}$   
 $= 135 \times 17^{1,3}$   
 $= 5369,30$
2. Diketahui hasil rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan ( $W_E/W_w$ ) sebesar 1,06. Maka didapatkan hasil :  
Faktor-  $W_E/W_w = (1 + W_E/W_w)^{1,5}$   
 $= (1 + 1,06)^{1,5}$   
 $= 2,95$

3. Diketahui hasil rasio menjalin ( $P_w$ ) pada bagian jalan BC sebesar 0,74. Maka didapatkan hasil :
 
$$\begin{aligned} \text{Faktor-}P_w &= (1-P_w/3)^{0,5} \\ &= (1-0,74/3)^{0,5} \\ &= 0,867 \end{aligned}$$
4. Diketahui rasio lebar/panjang jalinan ( $W_w/L_w$ ) sebesar 0,11. Maka didapatkan hasil :
 
$$\begin{aligned} \text{Faktor-}W_w/L_w &= (1+W_w/L_w)^{-1,8} \\ &= (1+0,11)^{-1,8} \\ &= 0,82 \end{aligned}$$
5. Kapasitas Dasar ( $C_0$ )
 
$$\begin{aligned} &= (\text{Faktor-}W_w) \times (\text{Faktor } W_E/W_w) \times (\text{Faktor-}P_w) \times (\text{Faktor-}W_w/L_w) \\ &= 5369,30 \times 2,95 \times 0,867 \times 0,82 \\ &= 11339,970 \end{aligned}$$
6. Pada Bundaran Waru merupakan bagian dari Surabaya merupakan salah satu kota sangat besar dengan jumlah penduduk sekitar 3 juta lebih penduduk maka Faktor penyesuaian untuk ukuran kota (FCS) adalah 1,05. Sedangkan untuk faktor lingkungan jalan Bundaran Waru tergolong sebagai kawasan komersil dengan hambatan samping (FRS) yang rendah maka didapat faktor penyesuaian sebesar 0,95 dengan rasio kendaraan tak bermotor 0,00.
7. Kapaitas ( $C$ )
 
$$\begin{aligned} &= C_0 \times \text{FCS} \times \text{FRS} \\ &= 11339,970 \times 1,05 \times 0,95 \\ &= 11311,620 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil perhitungan kapasitas pasa setiap bagian jalinan jalan pada Bundaran Waru tertera pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Kapasitas Pada Kondisi Eksisting

Bagian Jalan	Faktor WW	Faktor WE/WW	Faktor PW	Faktor Ww/LW	Kapasitas Dasar
					C0
AB	6632,43	2,12	0,886	0,85	10571,023
BC	5369,30	2,95	0,867	0,82	11339, 970
CA	7066,74	1,73	0,865	0,76	8072,020
Bagian Jalan	Faktor Penyesuaian		Kapasitas		
	Ukuran Kota	Ling. Jalan	C		
	FCS	FRS	Smp/jam		
AB	1,05	0,95	10544,596		
BC	1,05	0,95	11311,620		
CA	1,05	0,95	8051,840		

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai kapasitas pada tahun 2020 pada bagian jalinan jalan AB sebesar 10544,596 smp/jam, jalinan BC sebesar 11311,620 smp/jam, dan jalinan CA sebesar 8051,840 smp/jam yang akan digunakan sebagai pengali untuk mencari derajat kejenuhan. Hasil perhitungan kapasitas untuk kondisi rencana dalam 10 tahun kedepan dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.2.4 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Kondisi Eksisting

Derajat kejenuhan (DS) merupakan Rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas (C). Jika nilai DS yang diperoleh terlalu tinggi ( $>0,75$ ) menandakan bahwa kawasan tersebut terjadi sangat padat. Berikut merupakan hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS)

denagn arus bagian jalinan (Q). Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus Total Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas Jalan (smp/jam)

Berikut ini adalah contoh perhitungan derajat kejenuhan pada bagian jalan BC pada tahun 2020 :

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{7374,5}{11311,6209} \\ &= 0,652 \end{aligned}$$

Tabel 4. 10 Hasil DS pada tiap jalinan Kondisi Eksisting Tahun 2020

Bagian Jalinan	Arus Bagian Jalinan	Derajat Jenuh
	Q	DS
AB	5928,9	0,562
BC	7374,5	0,652
CA	3999,8	0,497

Dari hasil perhitungan DS pada tahun 2020 yang tertera pada Tabel 4.16, didapatkan nilai DS pada bagian jalinan jalan BC sebesar 0,652 dimana batas untuk DS adalah >0,75 sehingga dapat dikatakan bahwa bagian jalan tersebut padat dan perlu adanya solusi untuk mengurangi DS tersebut.

Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) pada kondisi lalu lintas eksisting dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Nilai DS Kondisi Eksisting Pada 10 Tahun

Tahun	DS Eksisting		
	AB	BC	CA
2020	0,56	0,65	0,50
2021	0,60	0,70	0,53
2022	0,65	0,75	0,57
2023	0,70	0,81	0,62
2024	0,75	0,87	0,66
2025	0,81	0,93	0,71
2026	0,87	1,00	0,76
2027	0,93	1,07	0,82
2028	1,00	1,15	0,88
2029	1,08	1,24	0,94
2030	1,16	1,33	1,01

Dari hasil perhitungan DS Selama 10 tahun bahwa pada bagian jalinan jalan BC didapat angka DS yang melebihi batas syarat yang ada yaitu  $DS < 0,75$  pada tahun 2020 hingga 2030 maka kondisi tersebut jalan padat maka diperlukan underpass untuk mengurangi kepadatan tersebut.

#### 4.2.5 Perhitungan Tundaan Bundaran ( $D_R$ )

Pada perhitungan pada bundaran terdapat perhitungan untuk mengetahui berapa besar tundaan yang terjadi di bundaran tersebut. Dalam menghitung tundaan bundaran berikut langkah perhitungan dalam memperoleh besar tundaan bunaran :

1. Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT)

Tundaan Lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata lalu lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan. Tundaan lalu lintas bagian jalinan dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

- Jika  $DS \leq 0,6$

$$DT = 2 + 2,68982 - (1-DS) \times 2$$

- Jika  $DS \geq 0,6$

$$DT = 1 / (0,59186 - 0,52525 \times DS) - (1-DS) \times 2$$

2. Tundaan Lalu Lintas Bundaran ( $DT_R$ )

Tundaan lalu lintas bundaran adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam bundaran dihitung sebagai berikut :

$$DT_R = \Sigma (Q_i \times DT_i) / Q_{Masuk}; i = 1 \dots n$$

Dimana :

$i$  = bagian jalinan I dalam bundaran

$n$  = jumlah bagian dalam bundaran

$Q_i$  = arus total pada bagian jalinan  $i$  (smp/jam)

$DT_i$  = tundaan lalu lintas rata-rata pada bagian jalinan  $i$  (det/smp)

$Q_{Masuk}$  = jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

3. Tundaan Bundaran ( $D_R$ )

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan dan dihitung sebagai berikut :

$$D_R = DT_R + 4 \text{ (det/smp)}$$

Berikut adalah contoh perhitungan tundaan lalu lintas dalam kondisi eksisting pada bagian jalinan jalan BC :

1. Menghitung Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT)

Diketahui DS pada jalinan BC adalah 0,885 maka digunakan rumus DT untuk  $DS > 0,6$  sebagai berikut :

$$DT = 1 / (0,59186 - 0,52525 \times DS) - (1-DS) \times 2$$

$$DT = 1 / (0,59186 - 0,52525 \times 0,652) - (1-0,652) \times 2$$

$$DT = 3,313$$

2. Tundaan Lalu Lintas Bundaran ( $DT_R$ )

Dalam perhitungan ini diketahui bahwa Total DT dikalikan dengan jumlah arus bagian jalinan (Q) dibagi dengan total Q maka didapatkan hasil sebagai berikut :

$$DT_R = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{Masuk}$$

$$DT_R = 49384,542 / 17303,2$$

$$DT_R = 2,854 \text{ det/smp}$$

3. Menghitung Tundaan Bundaran ( $D_R$ )

Hasil dari Tundaan Bundaran ( $D_R$ ) untuk jalinan jalan BC sebagai berikut :

$$D_R = DT_R + 4 \text{ (det/smp)}$$

$$D_R = 2,854 + 4 \text{ (det/smp)}$$

$$D_R = 6,854 \text{ det/smp}$$

Dari contoh perhitungan diatas didapatkan hasil untuk jalinan Jalan lainnya dapat dilihat pada tabel 4.12 sebagai berikut :

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Tundaan Kondisi Eksisting Tahun 2020

Bagian Jalinan	Arus Bagian Jalinan	Derajat Jenuh	Tundaan Lalu Lintas	Tundaan Lalu Lintas Total
	Q	DS	DT	DT x Q
AB	5928,9	0,562	2,637	15634,158
BC	7374,5	0,652	3,313	24432,066
CA	3999,8	0,497	2,330	9318,319
Total	17303,2		Total	49384,542
Tundaan Lalu Lintas Bundaran Rata-Rata DTR (det/smp)				2,854
Tundaan Bundaran Rata-Rata DR (DTR+4) (det/smp)				6,854

Didaptkan hasil tundaan pada bagian jalan AB sebesar 2,637 detik/smp, BC sebesar 3,313 detik/smp, CA sebesar 2,368 deti/smp dan tundaan rata-rata sebesar 2,330 detik/smp pada tahun 2020 dan diharapkan mengalami penurunan waktu tundaan setelah dibangunnya *underpass*. Hasil tundaan selama 10 tahun mendatang dapat dilihat pada Tabel 4.13.



Tabel 4. 13 Nilai Tundaan Kondisi Eksisting Pada 10 Tahun

Tahun	Tundaan Eksisting			
	AB	BC	CA	Bundaran Rata-Rata
2020	15634,158	24432,066	9318,319	6,854
2021	18171,278	30540,618	10744,554	7,200
2022	22507,363	16258,413	12389,762	7,695
2023	28228,340	136947,718	14614,965	12,388
2024	36035,467	147021,613	22732,373	12,738
2025	47219,711	157843,548	22732,373	13,212
2026	64469,290	169469,509	29078,836	13,902
2027	94519,083	181959,700	38249,662	15,030
2028	160558,132	195378,863	52594,526	17,328
2029	170445,647	209796,621	78218,085	17,923
2030	183240,227	225287,853	122541,455	19,013

#### 4.2.6 Perhitungan Kecepatan

Dalam perhitungan kecepatan pada bundaran, kecepatan tempuh dihitung dalam dua langkah yaitu perkiraan kecepatan arus bebas ( $V_0$ ) dan perkiraan kecepatan tempuh ( $V$ ). Perhitungan kecepatan dapat diselesaikan dengan cara sebagai berikut :

$$V = V_0 \times 0,5 (1+(1-DS)^{0,5})$$

$$V = 43 \times (1-P_w/3) \times 0,5 (1+(1-DS)^{0,5})$$

Berikut adalah contoh perhitungan untuk kecepatan pada bagian jalian BC :

$$V = V_0 \times 0,5 (1+(1-DS)^{0,5})$$

$$V = 43 \times (1-P_w/3) \times 0,5 (1+(1-DS)^{0,5})$$

$$V = 43 \times (1-0,74/3) \times 0,5 (1+(1-0,652)^{0,5})$$

$$V = 25,716 \text{ km/jam}$$

Hasil dari perhitungan kecepatan untuk jalinan lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.14, dan untuk hasil perhitungan kecepatan 10 tahun kedepan dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 14 Hasil Kecepatan Tiap Jalinan Kondisi Eksisting Tahun 2020

Bagian Jalinan	Kecepatan Tempuh
	V (km/jam)
AB	28,031
BC	25,716
CA	27,505

Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan pada tahun 2020 pada Tabel 4.19 didapatkan hasil kecepatan untuk jalinan jalan AB sebesar 28,031 km/jam, AB 21,050 km/jam, dan CA 26,542 km/jam, maka diharapkan ada peningkatan kecepatan setelah dibangunnya *underpass*. Hasil perhitungan kecepatan untuk 10 tahun mendatang dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Nilai Kecepatan Kondisi Eksisting Pada 10 Tahun

Tahun	Kecepatan Eksisting (km/jam)		
	AB	BC	CA
2020	28,031	25,716	27,505
2021	27,480	25,029	27,080
2022	26,855	16,174	26,606
2023	26,137	16,161	26,070
2024	25,296	16,157	25,462
2025	24,287	16,153	24,761
2026	23,021	16,149	23,938
2027	21,271	16,145	22,946
2028	16,863	16,141	21,687
2029	16,862	16,137	19,898
2030	16,861	16,133	16,085

### 4.3 Analisis Kinerja Lalu Lintas Kondisi Eksisting Setelah Dibangun *Underpass*

#### 4.3.1 Trip Assignment

Pada analisis kelayakan pembangunan underpass di Bundaran Waru, perlu diketahui analisis untuk persentase perpindahan kendaraan dari jalan eksisting ke underpass. Pada tugas akhir ini analisis trip assignment menggunakan metode Smok dengan menggunakan data kecepatan arus bebas, jarak tempuh, travel time serta kapasitas jalan. Rumus yang digunakan dalam mencari trip assignment sebagai berikut:

$$t = t_0 \times \text{Exp} (V/Q_s)$$

Rumus diatas digunakan untuk semua arah seperti contoh perhitungan trip assignment dari ruas Jl. Ahmad Yani ke Jl. Raya Waru sebagai berikut:

1. Menentukan besar increment pada tiap iterasi. Terdapat 15 iterasi yang digunakan dalam tugas akhir ini. Besar increment pada tugas akhir ini yaitu  $2832/15 = 188,8$
2. Mencari kecepatan arus bebas ( $V_B$ ) pada Bundaran Waru dan pada rencana underpass. Kecepatan arus bebas pada Bundaran Waru menggunakan nilai kecepatan pada perhitungan kinerja lalu lintas kondisi eksisting pada tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 4.16. Sedangkan nilai kecepatan arus bebas bagian underpass dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 16 Kecepatan Pada Bundaran Waru

Ruas	V
Jl. Ahmad Yani - Jl. Raya Waru	28,03
Jl. Raya Waru - Jl. Ahmad Yani	25,72

Tabel 4. 17 Kecepatan Arus Bebas Pada Underpass

Jenis Kendaraan	Kec. Ars Bebas Dasar (VBB)	Faktor Penyesuaian			Kecepatan Arus Bebas VB	VB Rata-Rata
		Lebar Jalur FVL	Hambatan Samping FVHS	Ukuran Kota FVUK		
SM	47	0	1	1,03	48,41	52,87333
KR	57	0	1	1,03	58,71	
KB	50	0	1	1,03	51,5	

3. Menentukan *travel time (TT) trip assignment* dengan perumusan (jarak/kecepatan arus bebas) x 60 menit. Pada Bundaran Waru terdapat tundaan maka pada ruas bundaraan ditambahkan tundaan dengan lama tundaan dalam satuan menit.
  - a. Travel Time dari Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru  
 $TT = (1,9/28,03 \times 60) + (6,854/60) = 4,181$
  - b. Travel Time underpass rencana  
 $TT = (0,55/52,87 \times 60) = 0,624$
4. Menentukan kapasitas jalan (C) pada bagian eksisting seteah dibangun underpass dan kapasitas pada bagian underpass sebagai berikut:
  - a. Kapasitas dari arah Jl. Ahmad Yani = 8972,49 smp/jam
  - b. Kapasitas rencana underpass dari arah Jl. Ahmad Yani dengan satu jalur dua lajur = 3260,4 skr/jam
5. Mencari besar travel time (t) pada iterasi ke-0 pada tiap ruas jalan eksisting setelah dibangun underpass dan kondisi bagian underpass rencana. Besar nilai (t) didapatkan dengan cara TT/jarak, dengan kondisi t1 adalah jalan eksisting with project dan t2 adalah bagian underpass rencana. t1 dan t2 dari arah Jl. Ahmad Yani ke Jl. raya Waru sebagai berikut:
 
$$t1 = TT/d = 4,181/1,9 = 2,201 \text{ menit}$$

$$t_2 = TT/d = 0,624/0,55 = 1,135 \text{ menit}$$

6. Iterasi yang telah dihitung selanjutnya dibandingkan yaitu antara ruas jalan eksisting with project dan ruas rencana underpass. Iterasi dimulai pada t yang lebih kecil antara t1 dan t2, kemudian dilanjutkan kembali dengan membandingkan t terkecil antara t1 dan t2.
7. Cara ini dilakukan sebanyak jumlah iterasi yang digunakan yaitu 15 kali. Cara selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.18. dan Tabel 4.19.

Tabel 4. 18 Trip Assignment Arah Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru

Jl. Ahmad Yani - Jl. Raya Waru								
DARI ARAH UTARA KE SELATAN					FLYOVER RENCANA			
increment	FV	d	TT	C	FV	d	TT	C
	28,03	1,9	4,181	8972,491	52,873	0,550	0,624	3260,400
	V1 increment	V1	V1/Qs1	t1	V2 increment	V2	V2/Qs2	t2
0	0	0,000	0,000	2,201	0,000	0,000	0,000	1,135
188,8	0	0,000	0,000	2,201	188,800	188,800	0,058	1,202
188,8	0	0,000	0,000	2,201	188,800	377,600	0,116	1,350
188,8	0	0,000	0,000	2,201	188,800	566,400	0,174	1,606
188,8	0	0,000	0,000	2,201	188,800	755,200	0,232	2,025
188,8	0	0,000	0,000	2,201	188,800	944,000	0,290	2,705
188,8	188,8	188,800	0,021	2,247	0,000	944,000	0,290	3,613
188,8	188,8	377,600	0,042	2,344	0,000	944,000	0,290	4,827
188,8	188,8	566,400	0,063	2,497	0,000	944,000	0,290	6,447
188,8	188,8	755,200	0,084	2,716	0,000	944,000	0,290	8,612
188,8	188,8	944,000	0,105	3,017	0,000	944,000	0,290	11,504
188,8	188,8	1132,800	0,126	3,423	0,000	944,000	0,290	15,368
188,8	188,8	1321,600	0,147	3,967	0,000	944,000	0,290	20,528
188,8	188,8	1510,400	0,168	4,694	0,000	944,000	0,290	27,422
188,8	188,8	1699,200	0,189	5,673	0,000	944,000	0,290	36,630
188,8	188,8	1888,000	0,210	7,001	0,000	944,000	0,290	48,931
<b>2832,0</b>	<b>1888</b>				<b>944</b>			
67%	Tak Pindah							
33%	Pindah							

Tabel 4. 19 Trip Assignment Arah Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani

Jl. Raya Waru - Jl. Ahmad Yani								
DARI ARAH SELATAN KE UTARA					FLYOVER RENCANA			
increment	FV	d	TT	C	FV	d	TT	C
	25,72	2,58	6,134	11394,468	52,873	0,550	0,624	3260,400
	V1 increment	V1	V1/Qs1	t1	V2 increment	V2	V2/Qs2	t2
0	0,000	0,000	0,000	2,377	0,000	0,000	0,000	1,135
286,9	0,000	0,000	0,000	2,377	286,913	286,913	0,088	1,239
286,9	0,000	0,000	0,000	2,377	286,913	573,827	0,176	1,478
286,9	0,000	0,000	0,000	2,377	286,913	860,740	0,264	1,924
286,9	0,000	0,000	0,000	2,377	286,913	1147,653	0,352	2,736
286,9	286,913	286,913	0,025	2,438	0,000	1147,653	0,352	3,890
286,9	286,913	573,827	0,050	2,564	0,000	1147,653	0,352	5,531
286,9	286,913	860,740	0,076	2,765	0,000	1147,653	0,352	7,865
286,9	286,913	1147,653	0,101	3,058	0,000	1147,653	0,352	11,183
286,9	286,913	1434,567	0,126	3,468	0,000	1147,653	0,352	15,902
286,9	286,913	1721,480	0,151	4,034	0,000	1147,653	0,352	22,611
286,9	286,913	2008,393	0,176	4,812	0,000	1147,653	0,352	32,151
286,9	286,913	2295,307	0,201	5,886	0,000	1147,653	0,352	45,715
286,9	286,913	2582,220	0,227	7,383	0,000	1147,653	0,352	65,002
286,9	286,913	2869,133	0,252	9,496	0,000	1147,653	0,352	92,427
286,9	286,913	3156,047	0,277	12,527	0,000	1147,653	0,352	131,423
<b>4303,7</b>	<b>3156,047</b>				<b>1147,653</b>			
73%	Tak Pindah							
27%	Pindah							

### 4.3.2 Analisis Satuan Mobil Penumpang

Pada analisis satuan mobil penumpang pada kondisi eksisting setelah dibangun *underpass* yang dimaksud adalah kendaraan yang melewati bundaran atau tidak menggunakan *underpass*. Didapatkan hasil dari trip assignment kendaraan yang melewati bundaran pada kondisi sudah dibangun *underpass* untuk arah Jl. A. Yani ke Jl. Waru sekitar 67% yang tidak masuk kedalam *underpass*, sedangkan dari arah sebaliknya Jl. Raya Waru ke Jl. Ahmad Yani sekitar 73% yang tidak masuk ke *underpass*.

Setelah diperoleh PHV (Peak Hour Volume) atau jam puncak pada Bundaran Waru pada kondisi rencana maka dilakukan perekapan dan perhitungan dari kendaraan/Jam menjadi satuan

mobil penumpang (smp/jam) dengan dikalikan faktor konversi emp (ekivaensi mobil penampang) pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Konversi smp/jam Kondisi Eksisting *with Project*

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5		
Pendekat/Gerakan		kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)
A (A. Yani)	LT								
	ST (WARU)	900	900	70,35	91,455	1811	905,505	2782	1897,44
	RT (GELURAN)	1134	1134	68	88,4	3749	1874,5	4951	3096,9
	UT								
	TOTAL	2034,48	2034	138,35	179,855	5560	2780,005	7732,84	4994,34
B (Waru)	LT (GELURAN)	1743	1743	261	339,3	1977	988,5	3981	3070,8
	ST (A. YANI)	1461	1461	18	22,776	3315	1657,465	4794	3141,701
	RT								
	UT								
	TOTAL	3204,46	3204	278,52	362,076	5292	2645,965	8774,91	6212,501
C (Geluran)	LT (A. YANI)	1123	1123	26	33,8	1838	919	2987	2075,8
	ST								
	RT (WARU)	1195	1195	15	19,5	1419	709,5	2629	1924
	UT								
	TOTAL	2318	2318	41	53,3	3257	1628,5	5616	3999,8

Dilakukan perhitungan *forecasting* untuk menentukan besar volume lalu lintas pada 10 tahun yang akan datang berdasarkan perkalian volume lalu lintas saat ini dengan persentase pertumbuhan kendaraan per jenis kendaraan dimana perhitungan persentase pertumbuhan kendaraan dapat dilihat pada tabel 4.2. Hasil dari perhitungan volume kendaraan kondisi eksisting dapat dilihat pada lampiran.

### 4.3.3 Perhitungan Rasio Jalinan ( $P_w$ )

Rasio jalinan ( $P_w$ ) merupakan rasio dari arus menjalin ( $Q_w$ ) dan arus masuk bagian jalinan ( $Q_{Tot}$ ). Berikut merupakan hasil perhitungan rasio jalinan dapat dilihat pada tabel 4.21 :

Tabel 4. 21 Rasio Jalinan Kondisi Eksisting *with Project*

Bagian Jalinan	Arus Masuk Bundaran	Arus Masuk Bagian Jalinan	Arus Menjalिन	Rasio Menjalिन
	(Qmasuk)	(Qtot)	(Qw)	(Pw) = Qw/Qtot
AB	A= A(ST)+A(RT)	Qtot= A+ C(RT)	Qw= A-A(ST)+C(RT)	0,73
	7732,84	10361,84	7580	
BC	B= B(LT)+B(ST)	Qtot= B+ A(RT)	Qw= A(RT)+B(LT)	0,71
	8774,91	13725,91	9744,91	
CA	C= C(RT)+C(LT)	Qtot= C+ B(ST)	Qw= C(LT)+B(ST)	0,71
	5616	10410	7423	

#### 4.3.4 Perhitungan Kapasitas (C)

Kapasitas bundaran didefinisikan sebagai arus masuk atau keluar maksimum pada kondisi lalu lintas yang dicapai saat bagian jalinan mencapai kapasitasnya. Dalam perhitungan kapasitas merupakan hasil perkalian dari kapasitas dasar dengan faktor penyesuaian. Kapasitas dasar dihitung dengan memasukkan variabel masukan seperti faktor lebar jalinan ( $W_w$ ), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan ( $W_E/W_w$ ), rasio menjalिन ( $P_w$ ) dan rasio lebar/panjang jalinan ( $W_w/L_w$ ) yang sudah diukur dan tertera di sub-bab 4.1.1. Sedangkan untuk faktor penyesuaian dibagi menjadi 2, akibat ukuran kota dan kelas tipe lingkungan jalan dan hambatan samping. Berikut adalah hasil perhitungan kapasitas tertera pada tabel 4.24. Dengan contoh perhitungan kapasitas pada bagian jalan BC sebagai berikut :

1. Diketahui hasil pengukuran lebar jalinan ( $W_w$ ) sebesar 17. Maka didapatkan hasil :  
Faktor- $W_w$                     =  $135 W_w^{1,3}$   
  =  $135 \times 17^{1,3}$   
  = 5369,30
2. Diketahui hasil rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan ( $W_E/W_w$ ) sebesar 1,06. Maka didapatkan hasil :  
Faktor-  $W_E/W_w$                =  $(1+ W_E/W_w)^{1,5}$   
  =  $(1+1,06)^{1,5}$   
  = 2,95



3. Diketahui hasil rasio menjalin ( $P_w$ ) pada bagian jalan BC sebesar 0,71. Maka didapatkan hasil :
 
$$\begin{aligned} \text{Faktor-}P_w &= (1-P_w/3)^{0,5} \\ &= (1-0,71/3)^{0,5} \\ &= 0,874 \end{aligned}$$
4. Diketahui rasio lebar/panjang jalinan ( $W_w/L_w$ ) sebesar 0,11. Maka didapatkan hasil :
 
$$\begin{aligned} \text{Faktor-}W_w/L_w &= (1+W_w/L_w)^{-1,8} \\ &= (1+0,11)^{-1,8} \\ &= 0,82 \end{aligned}$$
5. Kapasitas Dasar ( $C_0$ ) = (Faktor- $W_w$ )x(Faktor  $W_E/W_w$ )x(Faktor- $P_w$ )x(Faktor- $W_w/L_w$ )
 
$$\begin{aligned} &= 5369,30 \times 2,95 \times 0,874 \times 0,82 \\ &= 11423,025 \end{aligned}$$
6. Pada Bundaran Waru merupakan bagian dari Surabaya merupakan salah satu kota sangat besar dengan jumlah penduduk sekitar 3 juta lebih penduduk maka Faktor penyesuaian untuk ukuran kota (FCS) adalah 1,05. Sedangkan untuk faktor lingkungan jalan Bundaran Waru tergolong sebagai kawasan komersil dengan hambatan samping (FRS) yang rendah maka didapat faktor penyesuaian sebesar 0,95 dengan rasio kendaraan tak bermotor 0,00.
7. Kapaitas (C) =  $C_0 \times FCS \times FRS$ 

$$\begin{aligned} &= 11423,025 \times 1,05 \times 0,95 \\ &= 11394,468 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan kapasitas untuk kondisi rencana dalam 10 tahun kedepan dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Kapasitas Kondisi Eksisting *with Project*

Bagian Jalan	Faktor WW	Faktor WE/WW	Faktor PW	Faktor Ww/LW	Kapasitas Dasar
					C0
AB	6632,43	1,84	0,870	0,85	8994,979
BC	5369,30	2,95	0,874	0,82	11423,025
CA	7066,74	1,73	0,873	0,76	8146,744
Bagian Jalan	Faktor Penyesuaian		Kapasitas		
	Ukuran Kota	Ling. Jalan	C		
	FCS	FRS	Smp/jam		
	AB	1,05	0,95	8972,491	
BC	1,05	0,95	11394,468		
CA	1,05	0,95	8126,377		

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai kapasitas pada tahun 2020 pada bagian jalinan jalan AB sebesar 9029,475 smp/jam, jalinan BC sebesar 11402,524 smp/jam, dan jalinan CA sebesar 8133,908 smp/jam yang akan digunakan sebagai pengali untuk mencari derajat kejenuhan. Hasil perhitungan kapasitas untuk kondisi rencana dalam 10 tahun kedepan dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.3.4 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Kondisi Rencana

Derajat kejenuhan (DS) merupakan Rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas (C). Jika nilai DS yang diperoleh terlalu tinggi ( $>0,75$ ) menandakan bahwa kawasan tersebut terjadi sangat padat. Berikut merupakan hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) dengan arus bagian jalinan (Q). Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus Total Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas Jalan (smp/jam)

Berikut ini adalah contoh perhitungan derajat kejenuhan pada bagian jalan BC :

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{5442,96}{11402,524} = 0,477$$

Hasil perhitungan DS untuk jalinan yang lainnya pada bundaran dalam kondisi eksisting setelah dibangunnya underpass dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting *with Project*

Bagian Jalinan	Arus Bagian Jalinan	Derajat Jenuh
	Q	DS
AB	4994,34	0,557
BC	6212,501	0,545
CA	3999,8	0,492

Dari hasil perhitungan DS pada tahun 2020 yang tertera pada Tabel 4.23, didapatkan nilai DS pada bagian jalinan jalan BC sebesar 0,545 (<0,75) dimana batas untuk DS adalah >0,75 sehingga dapat dikatakan bahwa pembangunan underpass tersebut dapat mengurangi kepadatan lalu lintas yang terjadi.

Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) pada kondisi lalu lintas eksisting *with project* untuk 10 tahun yang akan datang dapat dilihat pada tabel 4.24 sebagai berikut :

Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting *with Project*

Tahun	DS Eksisting With Project		
	AB	BC	CA
2020	0,56	0,55	0,49
2021	0,60	0,59	0,53
2022	0,64	0,63	0,57
2023	0,69	0,67	0,61
2024	0,74	0,72	0,65
2025	0,80	0,78	0,70
2026	0,86	0,83	0,75
2027	0,92	0,89	0,81
2028	0,99	0,96	0,87
2029	1,07	1,03	0,94
2030	1,15	1,11	1,00

Dari hasil perhitungan DS Selama 10 tahun bahwa pada angka DS yang didapatkan lebih kecil daripada kondisi eksisting sebelum dibangun underpass pada tahun 2020 hingga 2030.

#### 4.3.5 Perhitungan Tundaan Bundaran ( $D_R$ )

Pada perhitungan pada bundaran terdapat perhitungan untuk mengetahui berapa besar tundaan yang terjadi di bundaran tersebut. Dalam menghitung tundaan bundaran berikut langkah perhitungan dalam memperoleh besar tundaan bundaran :

1. Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT)

Tundaan Lalu lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata lalu lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan. Tundaan lalu lintas bagian jalinan dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut :

- Jika  $DS \leq 0,6$

$$DT = 2 + 2,68982 - (1-DS) \times 2$$

- Jika  $DS \geq 0,6$

$$DT = 1 / (0,59186 - 0,52525 \times DS) - (1-DS) \times 2$$

2. Tundaan Lalu Lintas Bundaran ( $DT_R$ )

Tundaan lalu lintas bundaran adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam bundaran dihitung sebagai berikut :

$$DT_R = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{Masuk}; i = 1 \dots n$$

Dimana :

$i$  = bagian jalinan I dalam bundaran

$n$  = jumlah bagian dalam bundaran

$Q_i$  = arus total pada bagian jalinan  $i$  (smp/jam)

$DT_i$  = tundaan lalu lintas rata-rata pada bagian jalinan  $i$  (det/smp)

$Q_{Masuk}$  = jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

3. Tundaan Bundaran ( $D_R$ )

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan dan dihitung sebagai berikut :

$$D_R = DT_R + 4 \text{ (det/smp)}$$

Berikut adalah contoh perhitungan tundaan lalu lintas dalam kondisi eksisting pada bagian jalinan jalan BC :

1. Menghitung Tundaan Lalu Lintas Bagian Jalinan (DT)

Diketahui DS pada jalinan BC adalah 0,545 maka digunakan rumus DT untuk  $DS < 0,6$  sebagai berikut :

$$DT = 2 + 2,68982 - (1-DS) \times 2$$

$$DT = 2 + 2,68982 - (1-0,545) \times 2$$

$$DT = 3,780$$

2. Tundaan Lalu Lintas Bundaran ( $DT_R$ )

Dalam perhitungan ini diketahui bahwa Total DT dikalikan dengan jumlah arus bagian jalinan (Q) dibagi dengan total Q maka idapatkan hasil sebagai berikut :

$$DT_R = \Sigma (Q_i \times DT_i) / Q_{Masuk}$$

$$DT_R = 57174,876 / 15206,641$$

$$DT_R = 3,760 \text{ det/smp}$$

3. Menghitung Tundaan Bundaran ( $D_R$ )

Hasil dari Tundaan Bundaran ( $D_R$ ) untuk jalinan jalan BC sebagai berikut :

$$D_R = DT_R + 4 \text{ (det/smp)}$$

$$D_R = 3,760 + 4 \text{ (det/smp)}$$

$$D_R = 7,760 \text{ det/smp}$$

Dari contoh perhitungan diatas didapatkan hasil untuk jalinan Jalan lainnya dapat dilihat pada tabel 4.25 sebagai berikut :

Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Tundaan Bundaran Eksisting *with Project*

Bagian Jalinan	Arus Bagian Jalinan	Derajat Jenuh	Tundaan Lalu Lintas	Tundaan Lalu Lintas Total
	Q	DS	DT	Dttot
AB	4994,34	0,557	3,803	18993,855
BC	6212,501	0,545	3,780	23484,879
CA	3999,8	0,492	3,674	14696,142
Total	15206,641		Total	57174,876
Tundaan Lalu Lintas Bundaran Rata-Rata DTR (det/smp)				3,760
Tundaan Bundaran Rata-Rata DR (DTR+4) (det/smp)				7,760

Didapatkan hasil tundaan pada bagian jalan AB sebesar 3,803 detik/smp, BC sebesar 3,780 detik/smp, CA sebesar 3,674 detik/smp dan tundaan rata-rata sebesar 7,760 detik/smp pada tahun 2020, maka mengalami penurunan waktu tunda setelah dibangunnya *underpass*. hasil rekap tundaan selama 10 tahun mendatang dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Hasil Tundaan Kondisi Eksisting *with Project* Selama 10 Tahun

Tahun	Tundaan Eksisting with Project			
	AB	BC	CA	Bundaran Rata-Rata
2020	18993,855	23484,879	14696,142	7,760
2021	20862,759	18292,378	16092,837	7,383
2022	18591,732	21974,087	17641,003	7,319
2023	23283,684	27260,644	14358,114	7,446
2024	29657,437	34305,956	17764,497	8,041
2025	38726,658	44065,382	22258,170	8,836
2026	52566,025	58371,507	28391,894	9,971
2027	76235,060	81274,014	37185,782	11,768
2028	126303,615	123937,097	50771,154	15,181
2029	143770,687	232879,868	74514,481	19,601
2030	154585,156	189249,084	127063,542	19,158

#### 4.3.6 Perhitungan Kecepatan

Dalam perhitungan kecepatan pada bundaran, kecepatan tempuh dihitung dalam dua langkah yaitu perkiraan kecepatan arus bebas ( $V_0$ ) dan perkiraan kecepatan tempuh ( $V$ ). Perhitungan kecepatan dapat diselesaikan dengan cara sebagai berikut :

$$V = V_0 \times 0,5 (1+(1-DS)^{0,5})$$

$$V = 43 \times (1 - P_w/3) \times 0,5 (1 + (1 - DS)^{0,5})$$

Berikut adalah contoh perhitungan untuk kecepatan pada bagian jalinan BC :

$$V = V_0 \times 0,5 (1 + (1 - DS)^{0,5})$$

$$V = 43 \times (1 - P_w/3) \times 0,5 (1 + (1 - DS)^{0,5})$$

$$V = 43 \times (1 - 0,71/3) \times 0,5 (1 + (1 - 0,545)^{0,5})$$

$$V = 27,480 \text{ km/jam}$$

Hasil dari perhitungan kecepatan untuk jalinan lainnya dapat dilihat pada tabel 4.27, dan untuk hasil perhitungan kecepatan 10 tahun kedepan dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4. 27 Hasil Perhitungan Kecepatan Eksisting *with Project*

Bagian Jalinan	Kecepatan Tempuh
	V (km/jam)
AB	27,070
BC	27,480
CA	28,069

Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan pada tahun 2020 pada Tabel 4.26 didapatkan hasil kecepatan untuk jalinan jalan AB sebesar 27,070 km/jam, BC 27,480 km/jam, dan CA 28,069 km/jam, maka mengalami peningkatan kecepatan setelah dibangunnya *underpass*. Hasil Kecepatan selama 10 tahun mendatang dapat dilihat pada tabel 4.28.



Tabel 4. 28 Hasil Kecepatan Kondisi Eksisting *with Project* Selama 10 Tahun

Tahun	Kecepatan Eksisting with Project (km/jam)		
	AB	BC	CA
2020	27,070	27,480	28,069
2021	26,560	26,976	27,643
2022	25,967	26,409	27,166
2023	25,287	25,763	26,630
2024	24,493	25,019	26,021
2025	23,543	24,142	25,320
2026	22,360	23,078	24,501
2027	20,753	21,706	23,516
2028	17,641	19,652	22,278
2029	16,251	16,372	20,558
2030	16,250	16,367	16,386

#### 4.4 Analisis Kinerja Lalu Lintas Kondisi Rencana Bagian Underpass

##### 4.4.1 Analisis Satuan Mobil Penumpang

Pada analisis satuan mobil penumpang pada kondisi rencana dibangun *underpass* yang dimaksud adalah kendaraan yang melewati atau menggunakan *underpass*, volume kendaraan yang pindah menggunakan dari arah Jl. A. Yani ke Jl. Waru sekitar 33% sedangkan dari arah sebaliknya sekitar 27% yang masuk ke *underpass*.

Setelah diperoleh PHV (Peak Hour Volume) atau jam puncak pada Bundaran Waru pada kondisi rencana maka dilakukan

perekapan dan perhitungan dari kendaraan/Jam menjadi satuan kendaraan ringan (skr/jam) dengan dikalikan faktor konversi emp (ekivaensi mobil penampang) pada Tabel 4.29.

Tabel 4. 29 Hasil Perhitungan Satuan Kendaraan Ringan (skr/jam)

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV	
		emp	1	emp	1,2	emp	0,25		
Pendekat/Gerakan		kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam	kend/jam	skr/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A.Yani)	LT								
	ST (WARU)	444	444	34,65	41,58	892	222,9975	1370	708,0975
	RT								
	UT								
	TOTAL	443,52	444	34,65	41,58	892	222,9975	1370,16	708,0975
B (Waru)	LT								
	ST (A. YANI)	541	541	6	7,776	1350	337,5	1897	885,816
	RT								
	UT								
	TOTAL	540,54	541	6,48	7,776	1350	337,5	1897,02	885,816

Dilakukan perhitungan *forecasting* untuk menentukan besar volume lalu lintas pada 10 tahun yang akan datang berdasarkan perkalian volume lalu lintas saat ini dengan persentase pertumbuhan kendaraan per jenis kendaraan dimana perhitungan persentase pertumbuhan kendaraan dapat dilihat pada tabel 4.2. Hasil dari perhitungan volume kendaraan kondisi eksisting dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.4.2 Perhitungan Kapasitas (C)

Kapasitas bundaran didefinisikan sebagai arus masuk atau keluar maksimum pada kondisi lalu lintas yang dicapai saat bagian jalinan mencapai kapasitasnya. Dalam perhitungan kapistas merupakan hasil perkalian dari kapasitas dasar dengan faktor penyesuaian. Kapasitas dasar didapatkan sebesar 1650 per lajur untuk jalan 4/2T. Dengan contoh perhitungan kapasitas pada bagian *underpass* Jalan Raya Waru ke Jalan A. Yani sebagai berikut :

1. Pada perencanaan *underpass* Bundaran Waru dengan rencana 4/2T dengan 3,5 meter tiap lajur didapatkan nilai faktor akibat lajur ( $FC_L$ ) sebesar 1,00.
2. Faktor pemisah arah ( $FC_{PA}$ ) khusus untuk jalan 2/2TT maka dianggap 1,00
3. Faktor penyesuaian Kelas Hambatan Samping (KHS) pada jalan berkereb maka didapatkan faktor  $FC_{HS}$  sebesar 0,95.
4. Bundaran Waru merupakan bagian dari Surabaya salah satu kota sangat besar dengan jumlah penduduk sekitar 3 juta lebih penduduk maka Faktor penyesuaian untuk ukuran kota ( $FC_{UK}$ ) adalah 1,04.
5. Kapaitas (C)
 
$$= C_0 \times FC_L \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK}$$

$$= (2 \times 1650) \times 1,00 \times 1,00 \times 0,95 \times 1,04$$

$$= 3260,4 \text{ skr/jam (2 lajur)}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai kapasitas pada tahun 2020 pada *underpass* dari Selatan ke Utara (Jl. A. Yani – Jl. Raya Waru) sebesar 3260,4 skr/jam, pada *underpass* dari Utara ke Selatan (Jl. Raya Waru – Jl. A. Yani) sebesar 3260,4 skr/jam yang akan digunakan sebagai pengali untuk mencari derajat kejenuhan. Hasil perhitungan kapasitas untuk kondisi rencana dalam 10 tahun kedepan dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.4.3 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Kondisi Rencana

Derajat kejenuhan (DS) merupakan Rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas (C). Jika nilai DS yang diperoleh terlalu tinggi ( $>0,75$ ) menandakan bahwa kawasan tersebut terjadi sangat padat. Berikut merupakan hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) dengan arus bagian jalinan (Q). Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus Total Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas Jalan (smp/jam)

Berikut ini adalah contoh perhitungan derajat kejenuhan pada bagian *underpass* Jalan Raya Waru ke Jalan A. Yani:

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{951,043}{3260,4} \\ &= 0,292 \end{aligned}$$

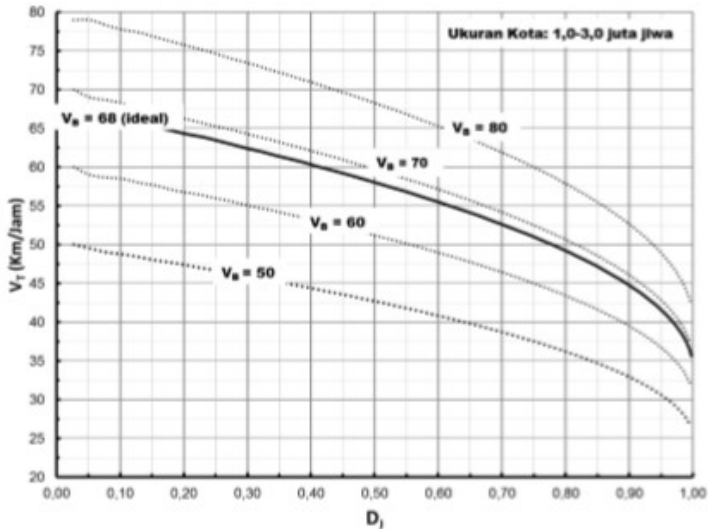
Hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS) pada kondisi lalu lintas rencana bagian *underpass* untuk 10 tahun yang akan datang dapat dilihat pada Tabel 4.30 sebagai berikut :

Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Rencana Bagian *Underpass*

Tahun	DS Rencana	
	Jl. A. Yani - Jl. Raya Waru	Jl. Raya Waru - Jl. A. Yani
2020	0,22	0,27
2021	0,23	0,29
2022	0,25	0,31
2023	0,27	0,34
2024	0,29	0,36
2025	0,31	0,39
2026	0,33	0,42
2027	0,35	0,45
2028	0,38	0,48
2029	0,41	0,52
2030	0,44	0,55

#### 4.4.4 Perhitungan Kecepatan

Dalam perhitungan kecepatan pada bagian underpass menggunakan grafik bubungan antara Derajat Kejenuhan ( $D_S$ ) dengan Kecepatan ( $V_T$ ) dan Kecepatan Arus Bebas ( $V_B$ ). Besar kecepatan arus bebas ( $V_B$ ) didapatkan dari grafik pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Hubungan  $V_T$  dan  $D_S$ , Pada Jalan 4/2T dan 6/2T

Dan penentuan kecepatan arus bebas ( $V_B$ ) didapatkan dengan cara sebagai berikut:

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

1. Kecepatan arus bebas dasar ( $V_{BD}$ ) untuk jalan 4/2T didapatkan nilai  $V_{BD}$  untuk tiap kendaraan; KR sebesar 57, KB sebesar 50, SM sebesar 47.
2. Kecepatan arus bebas akibat lebar jalan ( $V_{BL}$ ) dengan rencana lebar jalan 3,5 meter per lajur sebesar 0,00.

3. Faktor penyesuaian akibat hambatan samping untuk jalan berkereb ( $FV_{BHS}$ ) 4/2T dengan hambatan samping rendah sebesar 1,00.
4. Faktor pengaruh ukuran kota ( $FV_{BUK}$ ) dengan jumlah penduduk lebih dari tiga juta adalah 1,03.
5. Maka kecepatan arus bebas ( $V_B$ ) rata-rata pada Tabel 4.31.

Tabel 4. 31 Perhitungan Nilai  $V_B$  Rata - Rata

Jenis Kendaraan	Kec. Ars Bebas Dasar (VBB)	Faktor Penyesuaian			Kecepatan Arus Bebas $V_B$	VB Rata-Rata
		Lebar Jalur FVL	Hambatan Samping FVHS	Ukuran Kota FVUK		
SM	47	0	1	1,03	48,41	52,87333
KR	57	0	1	1,03	58,71	
KB	50	0	1	1,03	51,5	

Setelah didapatkan nilai kecepatan arus bebas ( $V_B$ ) dan gambar garis  $V_B$  baru, maka didapatkan nilai kecepatan dengan cara menghubungkan derajat kejenuhan dengan  $V_B$  rata-rata, maka didapatkan nilai kecepatan untuk rencana underpass selama 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.32 dan Tabel 4.33.

Tabel 4. 32 Nilai Kecepatan Kondisi Rencana Bagian *Underpass*

Tahun	Kecepatan Rencana (km/jam)	
	Jl. A. Yani - Jl. Raya Waru	Jl. Raya Waru - Jl. A. Yani
2020	52,00	50,00
2021	52,00	50,00
2022	50,00	48,00
2023	49,00	47,00
2024	49,00	47,00
2025	48,00	46,00

Tabel 4. 33 Nilai Kecepatan Kondisi Rencana Bagian Underpass  
(lanjutan)

Tahun	Kecepatan Rencana (km/jam)	
	Jl. A. Yani - Jl. Raya Waru	Jl. Raya Waru - Jl. A. Yani
2026	48,00	46,00
2027	46,00	45,00
2028	46,00	44,00
2029	46,00	42,00
2030	44,00	42,00

#### 4.5 Analisis Kelayakan Ekonomi

Pada perencanaan pembangunan *underpass* di Bundaran Waru ini perlu dilakukannya analisis kelayakan dari segi ekonomi untuk mengetahui layak atau tidaknya dibangunnya sebuah *underpass* dari segi ekonomi jalan raya. Acuan yang menjadi parameter kelayakan proyek tersebut adalah dari perbandingan biaya yang dikeluarkan untuk membangun sebuah *underpass* dengan keuntungan yang didapat. Biaya yang dikeluarkan adalah biaya investasi dan perawatan tiap tahun dan inflasi yang terjadi. Keuntungan yang didapat dari perhitungan pernghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan Nilai Waktu. Hal tersebut akan ditinjau selama umur perencanaan *underpass* yaitu selama 10 tahun. Kemudian akan dilakukan perhitungan *Benefit Cost Ratio (BCR)* dan *Net Present Value (NPV)*.

##### 4.5.1 Analisis Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) berdasarkan kecepatan pada tiap bagian jalan pada sub bab 4.3.6 dan derajat kejenuhan pada sub bab 4.3.4. Pada perhitungan BOK

terbagi 3 golongan kendaraan yang berbeda yaitu golongan I, golongan IIA, dan golongan IIB. Berikut adalah harga tiap komponen di tiap golongan tersebut :

- **Golongan I**

Suzuki Ertiga GL	: Rp 224.500.00
Bahan Bakar Pertalite	: Rp 7.650/liter
Oli Genue Oil SGO SAE 5w-30	: Rp 311.500/botol
Ban GT Radial 185/65 R15	
Champero Eco	: Rp 465.000/buah
Harga Mekanik	: Rp 30.000/jam

- **Golongan IIA**

Fuso SHD-X HI-Gear 136PS Box	: Rp 337.900.000
Bahan Bakar Solar	: Rp 9.400/liter
Oli Diesel Top 1	: Rp 369.900/botol
Ban Dunlop DR2 7.50-16 14PR	: Rp 1.627.000/buah
Harga Mekanik	: Rp 30.000/jam

- **Golongan IIB**

Fuso FN 517 ML2	: Rp 757.6000.000
Bahan Bakar Solar	: Rp 9.400/liter
Oli Diesel Top1	: Rp 369.900/botol
Ban Michelin Agilis 7.50R16	: RP 2.666.000/buah
Harga Mekanik	: Rp 30.000/jam

Biaya operasional kendaraan dihitung setiap 1000 km yang dihitung berdasarkan tiap golongan dan kecepatan. Perhitungan direncanakan untuk 10 tahun kedepan, maka diperlukan



perhitungan pembobotan untuk menentukan persentase kenaikan pada tiap tahunnya. Berikut rumus untuk mendapatkan persentase peningkatan harga komponen BOK setiap tahunnya.

- **Bobot (%)** =  $\frac{\text{Harga per item}}{\text{Harga Total}} \times 100\%$
- **% Peningkatan rata-rata** =  $\frac{\Sigma(\text{Bobot} \times \% \text{Peningkatan Item})}{\text{Bobot Total} (\%)}$

Persentase peningkatan tiap item komponen BOK didapat dari harga tahun-tahun sebelum 2020 dan diambil persen peningkatannya. Berikut adalah contoh perhitungan untuk bobot per item komponen :

- Harga Suzuki Ertiga GL = Rp 224.500.000
- Harga total semua item komponen = Rp 1.365.895.750
- Bobot (%) =  $\frac{\text{Harga Suzuki Ertiga GL}}{\text{Harga Total}} \times 100\%$   

$$= \frac{\text{Rp } 224.500.000}{\text{Rp.}1.365.895.750} \times 100\% = 16,436\%$$

Hasil perhitungan untuk bobot, persentase peningkatan per item, dan persentase peningkatan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4.34 dan Tabel 4.35.

Tabel 4. 34 Persentase Peningkatan Harga Rata-Rata

Komponen	Harga (2)	Bobot (3)	Peningkatan (4)	(3*4)
Golongan I				
Suzuki Ertiga GL	Rp 224.500.000	16,436%	2,90%	0,47743%
Pertalite	Rp 7.650	0,001%	-1,03%	- 0,00001%
Genuine Oil SGO SAE 5w-30 (4 L)	Rp 311.500	0,023%	-1,22%	- 0,00028%
GT Radial 185/65 r15 champiro eco	Rp 465.000	0,034%	-1,30%	- 0,00044%
Harga Mekanik	Rp 30.000	0,002%	5%	0,00011%

Tabel 4. 35 Persentase Peningkatan Harga Rata-Rata (lanjutan)

Komponen	Harga (2)	Bobot (3)	Peningkatan (4)	(3*4)
Golongan IIA				
Fuso SHD-X HI-GEAR 136PS Box Aluminium	Rp 377.900.000	27,667%	5,76%	1,59426%
Solar	Rp 9.400	0,001%	8,63%	0,00006%
Oli Diesel - TOP 1 HD OIL SYNTHETIC 15W-40	Rp 369.900	0,027%	5,35%	0,00145%
Dunlop DR2 7.50-16 14PR Ban Truk	Rp 1.627.000	0,119%	5,46%	0,00650%
Harga Mekanik	Rp 30.000	0,002%	5%	0,00011%
Golongan IIB				
Mitsubishi Fuso FN 517 ML2 SL	Rp 757.600.000	55,465%	5,47%	3,03290%
Solar	Rp 9.400	0,001%	8,63%	0,00006%
Oli Diesel - TOP 1 HD OIL SYNTHETIC 15W-40	Rp 369.900	0,027%	5,35%	0,00145%
Michelin Agilis HD 7.50R16 Ban Truk	Rp 2.666.000	0,195%	2,91%	0,00568%
Harga Mekanik	Rp 30.000	0,002%	5%	0,00011%
Total	Rp 1.365.895.750	100%		5,11938%

Dari tabel tersebut dapat ditentukan untuk persentase peningkatan rata-rata yaitu sebesar 5,11938%. Jadi, untuk harga komponen-komponen BOK pada tahun berikutnya dikalikan dengan persentase tersebut. Berikut contoh perhitungan untuk harga tahun 2021 golongan I.

- $\text{Harga 2021} = \text{Harga 2020} + (\text{Harga 2020} \times 5,11938\%)$

Dibawah ini contoh perhitungan untuk harga ban pada golongan I pada tahun 2021 :

- Harga 2021 = Harga 2020 + (Harga 2020 X 5,11938%)  
 = Rp 465.000 + (Rp 465.000 X 5,11938%)  
 = Rp 488.805

Untuk harga komponen-komponen yang lain dilakukan dengan cara yang sama untuk memperoleh harga baru pada tahun kedepannya. Rekap hasil harga tiap komponen pada 10 tahun mendatang akan disajikan pada lampiran.

#### **4.5.1.1 Analisis Biaya Operasional Kendaraan Jl. Ahmad Yani – Jl Waru Sebelum Adanya Underpass**

Pada analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada kondisi eksisting dihitung komponen-komponen yang mempengaruhi penghematan BOK. Analisis BOK menggunakan metode Jasa Marga, berikut merupakan perumusan yang digunakan :

##### **a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)**

Pada perhitungan BOK untuk konsumsi bahan bakar dihitung dalam liter per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk konsumsi bahan bakar pada bagian jalan BC kondisi eksisting diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 25,716 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I =  $0,0284 V^2 - 3,0644 V + 141,68$   
 =  $0,0284(25,716)^2 - 3,0644(25,716) + 141,68$   
 = 81,657 liter/1000 Km
- Golongan IIA =  $2,26533 \times (\text{KBB dasar golongan I})$   
 =  $2,26533 \times 81,657 \text{ liter/1000 Km}$   
 = 184,979 liter/1000 Km

- Golongan IIB =  $2,90805 \times (\text{KBB dasar golongan I})$   
 $= 2,90805 \times 81,657 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$   
 $= 237,462 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$

Dan untuk perhitungan konsumsi BBM (Rp/1000Km) dapat dicari menggunakan persamaan berikut ini :

$$\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$$

Dengan asumsi faktor koreksi akibat kelandaian  $0\% \leq g \leq 5\%$  maka  $kr = 0,4$ , faktor koreksi akibat arus lalu lintas  $0 \leq NVK \leq 0,6$  maka  $kl = 0,253$ , dan untuk koreksi akibat kekerasan jalan  $< 3 \text{ m/km}$  maka  $kr = 0,035$ . Dengan demikian didapatkan hasil konsumsi bahan bakar BBM sebagai berikut :

- Golongan I  
 $\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$   
 $\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = 81,657 \times \text{Rp } 7.650 \times 1,688$   
 $= \text{Rp } 1.011.971 /1000 \text{ km}$
- Golongan IIA  
 $\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$   
 $\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = 184,979 \times \text{Rp } 9.400 \times 1,485$   
 $= \text{Rp}2.816.864,658/1000 \text{ km}$
- Golongan IIB

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBM (Rp/1000Km)} &= \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \\ &\quad \text{Harga Bahan Bakar} \times \\ &\quad [1+(kk+kl+kr)] \\ \text{Konsumsi BBM (Rp/1000Km)} &= 237,462 \times \text{Rp } 9.400 \times \\ &\quad 1,485 \\ &= \text{Rp } 3.616.066,211/1000 \text{ km} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK untuk konsumsi bahan bakar BBM pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.36 sampai Tabel 4.39.

Tabel 4. 36 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 887.202	Rp 2.469.563,564	Rp 3.170.228,763
2021	Rp 1.028.071	Rp 2.861.680,791	Rp 3.673.597,587
2022	Rp 1.093.726	Rp 3.044.433,260	Rp 3.908.200,634
2023	Rp 1.165.854	Rp 3.245.203,388	Rp 4.165.933,313
2024	Rp 1.245.938	Rp 3.468.121,969	Rp 4.452.098,410
2025	Rp 1.392.397	Rp 3.875.795,403	Rp 4.975.437,054
2026	Rp 1.501.646	Rp 4.179.896,122	Rp 5.365.817,306
2027	Rp 1.636.418	Rp 4.555.039,027	Rp 5.847.395,851
2028	Rp 1.888.350	Rp 5.256.301,764	Rp 6.747.621,029
2029	Rp 1.985.055	Rp 5.525.486,290	Rp 7.093.178,656
2030	Rp 2.086.713	Rp 5.808.454,679	Rp 7.456.430,909

Tabel 4. 37 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 1.011.971	Rp 2.816.864,658	Rp 3.616.066,211
2021	Rp 1.028.071	Rp 3.001.507,918	Rp 3.853.096,502
2022	Rp 1.363.213	Rp 3.794.561,398	Rp 4.871.155,317
2023	Rp 1.493.562	Rp 4.157.393,733	Rp 5.336.930,534
2024	Rp 1.570.164	Rp 4.370.617,571	Rp 5.610.650,293
2025	Rp 1.650.692	Rp 4.594.772,449	Rp 5.898.402,449
2026	Rp 1.735.349	Rp 4.830.418,585	Rp 6.200.906,167
2027	Rp 1.824.346	Rp 5.078.144,907	Rp 6.518.917,463
2028	Rp 1.917.905	Rp 5.338.570,514	Rp 6.853.231,089
2029	Rp 2.016.260	Rp 5.612.346,231	Rp 7.204.682,522
2030	Rp 2.119.657	Rp 5.900.156,230	Rp 7.574.150,047

Tabel 4. 38 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 896.086	Rp 2.494.293,413	Rp 3.201.974,970
2021	Rp 942.399	Rp 2.643.352,717	Rp 3.393.325,418
2022	Rp 1.007.431	Rp 2.804.227,737	Rp 3.599.843,939
2023	Rp 1.167.361	Rp 3.249.399,594	Rp 4.171.320,067
2024	Rp 1.241.868	Rp 3.456.792,767	Rp 4.437.554,884

Tabel 4. 39 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2025	Rp	1.323.714	Rp	3.684.613,702	Rp	4.730.013,233
2026	Rp	1.414.603	Rp	3.937.607,788	Rp	5.054.786,865
2027	Rp	1.580.936	Rp	4.400.601,650	Rp	5.649.141,462
2028	Rp	1.705.402	Rp	4.747.058,832	Rp	6.093.895,563
2029	Rp	1.860.905	Rp	5.179.909,213	Rp	6.649.554,364
2030	Rp	2.121.844	Rp	5.906.242,520	Rp	7.581.963,140

b. Konsumsi Minyak Pelumas

Pada perhitungan BOK konsumsi minyak pelumas (Oli) terdapat dua faktor koreksi yang digunakan, faktor koreksi konsumsi minyak pelumas terhadap kondisi kerataan permukaan diasumsikan  $<3$  m/km maka faktor koreksi = 1,00 dan faktor konsumsi dasar minyak pelumas yang disesuaikan berdasarkan kecepatan pada jalinan jalan. Berikut contoh perhitungan konsumsi minyak pelumas pada jalinan jalan BC pada tahun 2020. Diketahui kecepatan pada jalinan BC diketahui 25,716 km/jam maka faktor konsumsi dasar minyak pelumas sebesar 0,0030 kendaraan golongan I, 0,0057 untuk kendaraan golongan IIA, 0,0046 untuk kendaraan golongan IIB.

- Golongan I  

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Pelumas} &= \text{Konsumsi pelumas dasar} \times \text{Faktor} \\ &\quad \text{koreksi} \times \text{Harga Pelumas} \\ &= 0,0030 \times 1 \times \text{Rp } 311.500 \\ &= \text{Rp } 935 /1000\text{km} \end{aligned}$$
- Golongan IIA

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi Pelumas} &= \text{Konsumsi pelumas dasar} \times \text{Faktor} \\ &\quad \text{koreksi} \times \text{Harga Pelumas} \\ &= 0,0057 \times 1 \times \text{Rp } 369.900 \\ &= \text{Rp } 2.108 /1000\text{km}\end{aligned}$$

- **Golongan IIB**

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi Pelumas} &= \text{Konsumsi pelumas dasar} \times \text{Faktor} \\ &\quad \text{koreksi} \times \text{Harga Pelumas} \\ &= 0,0046 \times 1 \times \text{Rp } 369.900 \\ &= \text{Rp } 1.702 /1000\text{km}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK untuk konsumsi pelumas pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.40 sampai Tabel 4.43.

Tabel 4. 40 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 935	Rp 2.108	Rp 1.702
2021	Rp 982	Rp 2.216	Rp 1.789
2022	Rp 1.033	Rp 2.330	Rp 1.880
2023	Rp 1.085	Rp 2.449	Rp 1.976
2024	Rp 1.141	Rp 2.574	Rp 2.078
2025	Rp 1.199	Rp 2.706	Rp 2.184
2026	Rp 1.261	Rp 2.845	Rp 2.296
2027	Rp 1.325	Rp 2.990	Rp 2.413
2028	Rp 1.486	Rp 3.309	Rp 2.702
2029	Rp 1.562	Rp 3.478	Rp 2.841
2030	Rp 1.642	Rp 3.656	Rp 2.986



Tabel 4. 41 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020	Rp	935	Rp	2.108	Rp	1.702
2021	Rp	1.048	Rp	2.333	Rp	1.905
2022	Rp	1.101	Rp	2.452	Rp	2.003
2023	Rp	1.158	Rp	2.578	Rp	2.105
2024	Rp	1.217	Rp	2.710	Rp	2.213
2025	Rp	1.279	Rp	2.849	Rp	2.326
2026	Rp	1.345	Rp	2.995	Rp	2.446
2027	Rp	1.414	Rp	3.148	Rp	2.571
2028	Rp	1.486	Rp	3.309	Rp	2.702
2029	Rp	1.562	Rp	3.478	Rp	2.841
2030	Rp	1.642	Rp	3.656	Rp	2.986

Tabel 4. 42 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020	Rp	935	Rp	2.108	Rp	1.702
2021	Rp	982	Rp	2.216	Rp	1.789
2022	Rp	1.033	Rp	2.330	Rp	1.880
2023	Rp	1.085	Rp	2.449	Rp	1.976

Tabel 4. 43 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2024	Rp 1.141	Rp 2.574	Rp 2.078
2025	Rp 1.199	Rp 2.706	Rp 2.184
2026	Rp 1.261	Rp 2.845	Rp 2.296
2027	Rp 1.325	Rp 2.990	Rp 2.413
2028	Rp 1.393	Rp 3.144	Rp 2.537
2029	Rp 1.562	Rp 3.478	Rp 2.841
2030	Rp 1.642	Rp 3.656	Rp 2.986

c. Biaya Pemakaian Ban

Pada perhitungan BOK untuk pemakaian ban dihitung per 1000 km. Berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi eksisting diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 25,716 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0008848 V - 0,0045333] \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban} \\
 &= [0,0008848 (25,716) - 0,0045333] \times \text{Rp } 465.000 \times 4 \\
 &= \text{Rp } 33.890/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

- Golongan IIA

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0012356 V - 0,0064667] \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban} \\
 &= [0,0012356 (25,716) - 0,0064667] \times \text{Rp } 1.627.000 \times 6 \\
 &= \text{Rp } 247.060/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

- Golongan IIB

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0015553 V - 0,0059333] \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban} \\
 &= [0,0015553 (25,716) - 0,0059333] \times \text{Rp } 2.666.000 \times 10
 \end{aligned}$$

= Rp 908.127/1000km

Hasil perhitungan BOK untuk pemakaian ban pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.44 sampai Tabel 4.47.

Tabel 4. 44 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 37.699	Rp 274.978	Rp 1.004.096
2021	Rp 38.677	Rp 282.077	Rp 1.031.513
2022	Rp 39.520	Rp 288.185	Rp 1.055.676
2023	Rp 40.169	Rp 292.868	Rp 1.075.101
2024	Rp 40.537	Rp 295.480	Rp 1.087.580
2025	Rp 40.480	Rp 294.986	Rp 1.089.558
2026	Rp 39.741	Rp 289.479	Rp 1.074.492
2027	Rp 37.691	Rp 274.362	Rp 1.026.591
2028	Rp 28.805	Rp 209.135	Rp 806.636
2029	Rp 30.277	Rp 219.826	Rp 847.879
2030	Rp 31.825	Rp 231.065	Rp 891.231

Tabel 4. 45 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 33.890	Rp 247.060	Rp 908.127
2021	Rp 34.437	Rp 250.998	Rp 924.674
2022	Rp 20.096	Rp 145.820	Rp 566.280
2023	Rp 21.100	Rp 153.107	Rp 594.656

Tabel 4. 46 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2024	Rp 22.172	Rp 160.884	Rp 624.889
2025	Rp 23.299	Rp 169.057	Rp 656.661
2026	Rp 24.482	Rp 177.645	Rp 690.051
2027	Rp 25.726	Rp 186.671	Rp 725.142
2028	Rp 27.034	Rp 196.156	Rp 762.019
2029	Rp 28.408	Rp 206.124	Rp 800.775
2030	Rp 29.851	Rp 216.599	Rp 841.506

Tabel 4. 47 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 36.834	Rp 268.635	Rp 982.292
2021	Rp 37.985	Rp 277.005	Rp 1.014.075
2022	Rp 39.066	Rp 284.855	Rp 1.044.229
2023	Rp 40.043	Rp 291.940	Rp 1.071.912
2024	Rp 40.870	Rp 297.921	Rp 1.095.971
2025	Rp 41.481	Rp 302.318	Rp 1.114.762
2026	Rp 41.778	Rp 304.409	Rp 1.125.817
2027	Rp 41.601	Rp 303.016	Rp 1.125.092
2028	Rp 40.643	Rp 295.899	Rp 1.104.895
2029	Rp 38.108	Rp 277.223	Rp 1.045.188
2030	Rp 29.722	Rp 215.649	Rp 838.239

d. Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan dibagi menjadi biaya suku cadang dan biaya jam kerja mekanik.

- Biaya Suku Cadang

Pada perhitungan BOK untuk biaya suku cadang dihitung per 1000 km. Berikut contoh perhitungan untuk biaya suku cadang pada bagian jalan BC kondisi eksisting diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 25,716 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

• Golongan I

$$\begin{aligned} Y &= [0,0000064 V + 0,0005567] \times \text{Harga Kendaraan} \\ &= [0,0000064 (25,716) + 0,0005567] \times \text{Rp } 224.500.000 \\ &= \text{Rp } 161.928/1000\text{km} \end{aligned}$$

• Golongan IIA

$$\begin{aligned} Y &= [0,0000332 V + 0,0020891] \times \text{Harga Kendaraan} \\ &= [0,0000332 (25,716) + 0,0020891] \times \text{Rp } 337.900.000 \\ &= \text{Rp } 1.112.115/1000\text{km} \end{aligned}$$

• Golongan IIB

$$\begin{aligned} Y &= [0,0000191 V + 0,0015400] \times \text{Harga Kendaraan} \\ &= [0,0000191 (25,716) + 0,0015400] \times \text{Rp } 757.600.000 \\ &= \text{Rp } 1.538.823/1000\text{km} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya suku cadang pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.48 sampai Tabel 4.50.

Tabel 4. 48 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 165.254	Rp 1.141.153	Rp 1.572.314
2021	Rp 172.883	Rp 1.192.315	Rp 1.644.436
2022	Rp 180.741	Rp 1.244.687	Rp 1.718.625
2023	Rp 188.794	Rp 1.297.933	Rp 1.794.527
2024	Rp 196.984	Rp 1.351.501	Rp 1.871.543
2025	Rp 205.208	Rp 1.404.441	Rp 1.948.614
2026	Rp 213.258	Rp 1.454.904	Rp 2.023.648
2027	Rp 220.610	Rp 1.498.248	Rp 2.091.333
2028	Rp 222.461	Rp 1.492.492	Rp 2.103.296
2029	Rp 233.848	Rp 1.568.883	Rp 2.210.954
2030	Rp 245.817	Rp 1.649.184	Rp 2.324.122

Tabel 4. 49 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 161.928	Rp 1.112.115	Rp 1.538.823
2021	Rp 169.180	Rp 1.159.988	Rp 1.607.152
2022	Rp 163.782	Rp 1.096.606	Rp 1.547.836
2023	Rp 172.146	Rp 1.152.560	Rp 1.626.862
2024	Rp 180.951	Rp 1.211.500	Rp 1.710.074
2025	Rp 190.207	Rp 1.273.455	Rp 1.797.542
2026	Rp 199.937	Rp 1.338.579	Rp 1.889.486
2027	Rp 210.164	Rp 1.407.035	Rp 1.986.134
2028	Rp 220.915	Rp 1.478.992	Rp 2.087.726
2029	Rp 232.215	Rp 1.554.631	Rp 2.194.516
2030	Rp 244.094	Rp 1.634.138	Rp 2.306.769

Tabel 4. 50 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 164.498	Rp 1.134.556	Rp 1.564.705
2021	Rp 172.278	Rp 1.187.039	Rp 1.638.351
2022	Rp 180.344	Rp 1.241.224	Rp 1.714.630
2023	Rp 188.683	Rp 1.296.968	Rp 1.793.414
2024	Rp 197.275	Rp 1.354.040	Rp 1.874.471
2025	Rp 206.081	Rp 1.412.067	Rp 1.957.410
2026	Rp 215.037	Rp 1.470.434	Rp 2.041.559
2027	Rp 224.023	Rp 1.528.052	Rp 2.125.708
2028	Rp 232.796	Rp 1.582.740	Rp 2.207.383
2029	Rp 240.685	Rp 1.628.585	Rp 2.279.811
2030	Rp 243.981	Rp 1.633.149	Rp 2.305.629

- Biaya Jam Kerja Mekanik

Pada perhitungan BOK untuk biaya jam kerja mekanik dihitung per 1000 km. Berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi eksisting diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 25,716 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

• Golongan I

$$Y = [0,00362 V + 0,36267] X \text{ Upah Mekanik}$$

$$Y = [0,00362 (25,716) + 0,36267] X \text{ Rp. 30.000}$$

$$Y = \text{Rp } 13.673 /1000\text{km}$$

- Golongan IIA  
 $Y = [0,02311 V + 1,97733] \times \text{Upah Mekanik}$   
 $Y = [0,00362 (25,716) + 0,36267] \times \text{Rp. 30.000}$   
 $Y = \text{Rp } 77.149 / 1000\text{km}$
- Golongan IIB  
 $Y = [0,01511 V + 1,21200] \times \text{Upah Mekanik}$   
 $Y = [0,00362 (25,716) + 0,36267] \times \text{Rp. 30.000}$   
 $Y = \text{Rp } 48.017 / 1000\text{km}$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya pemeliharaan pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.51 sampai Tabel 4.54.

Tabel 4. 51 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 13.924	Rp 78.754	Rp 49.066
2021	Rp 14.574	Rp 82.384	Rp 51.316
2022	Rp 15.245	Rp 86.123	Rp 53.630
2023	Rp 15.935	Rp 89.953	Rp 55.997
2024	Rp 16.639	Rp 93.846	Rp 58.398
2025	Rp 17.351	Rp 97.753	Rp 60.801
2026	Rp 18.053	Rp 101.573	Rp 63.139
2027	Rp 18.708	Rp 105.052	Rp 65.246
2028	Rp 18.952	Rp 105.873	Rp 65.608
2029	Rp 19.922	Rp 111.293	Rp 68.966
2030	Rp 20.942	Rp 116.989	Rp 72.496



Tabel 4. 52 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 13.673	Rp 77.149	Rp 48.017
2021	Rp 14.294	Rp 80.598	Rp 50.148
2022	Rp 13.964	Rp 77.940	Rp 48.280
2023	Rp 14.677	Rp 81.920	Rp 50.745
2024	Rp 15.428	Rp 86.110	Rp 53.340
2025	Rp 16.217	Rp 90.515	Rp 56.068
2026	Rp 17.046	Rp 95.145	Rp 58.936
2027	Rp 17.918	Rp 100.012	Rp 61.951
2028	Rp 18.835	Rp 105.127	Rp 65.120
2029	Rp 19.799	Rp 110.505	Rp 68.451
2030	Rp 20.812	Rp 116.158	Rp 71.952

Tabel 4. 53 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 13.867	Rp 78.389	Rp 48.828
2021	Rp 14.529	Rp 82.093	Rp 51.125
2022	Rp 15.215	Rp 85.932	Rp 53.505

Tabel 4. 54 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2023	Rp 15.927	Rp 89.900	Rp 55.962
2024	Rp 16.661	Rp 93.987	Rp 58.490
2025	Rp 17.417	Rp 98.174	Rp 61.077
2026	Rp 18.188	Rp 102.431	Rp 63.700
2027	Rp 18.966	Rp 106.699	Rp 66.323
2028	Rp 19.733	Rp 110.861	Rp 68.868
2029	Rp 20.439	Rp 114.592	Rp 71.123
2030	Rp 20.803	Rp 116.103	Rp 71.916

e. Biaya Penyusutan

Pada perhitungan BOK untuk biaya penyusutan dihitung per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi eksisting diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 25,716 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I

$$Y = [1/(2,5 V + 125)] \times \text{Harga Kendaraan} \times 0,5$$

$$Y = [1/(2,5 (25,716) + 125)] \times \text{Rp } 224.500.000 \times 0,5$$

$$Y = \text{Rp } 593.003 /1000\text{km}$$

- Golongan IIA

$$Y = [1/(9,0 V + 450)] \times \text{Harga Kendaraan} \times 0,5$$

$$Y = [1/(9,0 (25,716) + 450)] \times \text{Rp } 377.900.000 \times 0,5$$

$$Y = \text{Rp } 277.278 /1000\text{km}$$

- Golongan IIB

$$Y = [1/(6,0 V + 300)] \times \text{Harga Kendaraan} \times 0,5$$

$$Y = [1/(6,0 (25,716) + 300)] \times \text{Rp } 757.600.000 \times 0,5$$

$$Y = \text{Rp } 833.814 / 1000\text{km}$$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya penyusutan pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.55 sampai Tabel 4.58.

Tabel 4. 55 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 575.414	Rp 269.053	Rp 809.082
2021	Rp 609.168	Rp 284.836	Rp 856.543
2022	Rp 645.562	Rp 301.853	Rp 907.717
2023	Rp 685.017	Rp 320.302	Rp 963.194
2024	Rp 728.125	Rp 340.458	Rp 1.023.807
2025	Rp 775.796	Rp 362.749	Rp 1.090.837
2026	Rp 829.654	Rp 387.932	Rp 1.166.567
2027	Rp 893.540	Rp 417.803	Rp 1.256.395
2028	Rp 1.001.208	Rp 468.147	Rp 1.407.786
2029	Rp 1.052.476	Rp 492.119	Rp 1.479.873
2030	Rp 1.106.369	Rp 517.318	Rp 1.555.652

Tabel 4. 56 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 593.003	Rp 277.278	Rp 833.814
2021	Rp 629.069	Rp 294.141	Rp 884.526
2022	Rp 749.762	Rp 350.576	Rp 1.054.232
2023	Rp 788.298	Rp 368.594	Rp 1.108.415
2024	Rp 828.705	Rp 387.488	Rp 1.165.232
2025	Rp 871.184	Rp 407.350	Rp 1.224.961
2026	Rp 915.839	Rp 428.230	Rp 1.287.750
2027	Rp 962.783	Rp 450.180	Rp 1.353.757
2028	Rp 1.012.132	Rp 473.255	Rp 1.423.147
2029	Rp 1.012.192	Rp 497.512	Rp 1.496.091
2030	Rp 1.118.546	Rp 523.012	Rp 1.572.774

Tabel 4. 57 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 579.318	Rp 270.879	Rp 814.572
2021	Rp 612.329	Rp 286.314	Rp 860.989
2022	Rp 647.667	Rp 302.838	Rp 910.677
2023	Rp 685.613	Rp 320.581	Rp 964.032
2024	Rp 726.526	Rp 339.711	Rp 1.021.559
2025	Rp 770.882	Rp 360.451	Rp 1.083.927

Tabel 4. 58 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2026	Rp	819.360	Rp	383.118	Rp	1.152.092
2027	Rp	873.024	Rp	408.210	Rp	1.227.548
2028	Rp	933.826	Rp	436.641	Rp	1.313.041
2029	Rp	1.006.759	Rp	470.743	Rp	1.415.591
2030	Rp	1.119.356	Rp	523.391	Rp	1.573.912

f. Bunga Modal

Pada perhitungan BOK untuk bunga modal dihitung per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi eksisting diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 25,716 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I  
 Bunga Modal = 0,22% x (harga kendaraan baru)  
 Bunga Modal = 0,22% x Rp 224.500.000  
 Bunga Modal = Rp 493.900 /1000km
- Golongan IIA  
 Bunga Modal = 0,22% x (harga kendaraan baru)  
 Bunga Modal = 0,22% x Rp 337.900.000  
 Bunga Modal = Rp 831.380 /1000km
- Golongan IIB  
 Bunga Modal = 0,22% x (harga kendaraan baru)  
 Bunga Modal = 0,22% x Rp 757.600.000  
 Bunga Modal = Rp 1.666.720 /1000km

Hasil perhitungan BOK untuk bunga modal pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.59 sampai Tabel 4.63.

Tabel 4. 59 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 493.900	Rp 831.380	Rp 1.666.720
2021	Rp 519.185	Rp 873.941	Rp 1.752.046
2022	Rp 545.764	Rp 918.682	Rp 1.841.740
2023	Rp 573.703	Rp 965.713	Rp 1.936.025
2024	Rp 603.073	Rp 1.015.151	Rp 2.035.138
2025	Rp 633.947	Rp 1.067.121	Rp 2.139.324
2026	Rp 666.401	Rp 1.121.751	Rp 2.248.844
2027	Rp 700.517	Rp 1.179.177	Rp 2.363.971
2028	Rp 736.379	Rp 1.239.544	Rp 2.484.992
2029	Rp 774.077	Rp 1.303.001	Rp 2.612.208
2030	Rp 813.705	Rp 1.369.706	Rp 2.745.937

Tabel 4. 60 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 493.900	Rp 831.380	Rp 1.666.720
2021	Rp 519.185	Rp 873.941	Rp 1.752.046
2022	Rp 545.764	Rp 918.682	Rp 1.841.740
2023	Rp 573.703	Rp 965.713	Rp 1.936.025

Tabel 4. 61 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2024	Rp 603.073	Rp 1.015.151	Rp 2.035.138
2025	Rp 633.947	Rp 1.067.121	Rp 2.139.324
2026	Rp 666.401	Rp 1.121.751	Rp 2.248.844
2027	Rp 700.517	Rp 1.179.177	Rp 2.363.971
2028	Rp 736.379	Rp 1.239.544	Rp 2.484.992
2029	Rp 774.077	Rp 1.303.001	Rp 2.612.208
2030	Rp 813.705	Rp 1.369.706	Rp 2.745.937

Tabel 4. 62 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 493.900	Rp 831.380	Rp 1.666.720
2021	Rp 519.185	Rp 873.941	Rp 1.752.046
2022	Rp 545.764	Rp 918.682	Rp 1.841.740
2023	Rp 573.703	Rp 965.713	Rp 1.936.025
2024	Rp 603.073	Rp 1.015.151	Rp 2.035.138
2025	Rp 633.947	Rp 1.067.121	Rp 2.139.324
2026	Rp 666.401	Rp 1.121.751	Rp 2.248.844
2027	Rp 700.517	Rp 1.179.177	Rp 2.363.971

Tabel 4. 63 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2028	Rp	736.379	Rp	1.239.544	Rp	2.484.992
2029	Rp	774.077	Rp	1.303.001	Rp	2.612.208
2030	Rp	813.705	Rp	1.369.706	Rp	2.745.937

g. Biaya Asuransi

Pada perhitungan BOK untuk biaya asuransi dihitung per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi eksisting diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 25,716 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I  
 $Y = [38/(500 V)] \times \text{Harga Kendaraan}$   
 $Y = [38/(500 \times 25,716)] \times \text{Rp } 224.500.000$   
 $Y = \text{Rp } 663.470 /1000\text{km}$
- Golongan IIA  
 $Y = [6/(2571,42857 V)] \times \text{Harga Kendaraan}$   
 $Y = [6/(2571,42857 \times 25,716)] \times \text{Rp } 337.900.000$   
 $Y = \text{Rp } 342.882 /1000\text{km}$
- Golongan IIB  
 $Y = [61/(1714,28571 V)] \times \text{Harga Kendaraan}$   
 $Y = [61/(1714,28571 \times 25,716)] \times \text{Rp } 757.600.000$   
 $Y = \text{Rp } 1.048.281 /1000\text{km}$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya asuransi pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.64 sampai Tabel 4.67.



Tabel 4. 64 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 608.687	Rp 314.571	Rp 961.725
2021	Rp 652.662	Rp 337.297	Rp 1.031.205
2022	Rp 702.045	Rp 362.818	Rp 1.109.230
2023	Rp 758.280	Rp 391.880	Rp 1.198.082
2024	Rp 823.588	Rp 425.632	Rp 1.301.268
2025	Rp 901.717	Rp 466.009	Rp 1.424.712
2026	Rp 1.000.020	Rp 516.812	Rp 1.580.029
2027	Rp 1.137.692	Rp 587.961	Rp 1.797.552
2028	Rp 1.508.560	Rp 779.626	Rp 2.383.523
2029	Rp 1.585.864	Rp 819.577	Rp 2.505.663
2030	Rp 1.667.128	Rp 861.574	Rp 2.634.060

Tabel 4. 65 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 663.470	Rp 342.882	Rp 1.048.281
2021	Rp 716.578	Rp 370.329	Rp 1.132.192
2022	Rp 1.165.667	Rp 602.419	Rp 1.841.752
2023	Rp 1.226.309	Rp 633.758	Rp 1.937.566
2024	Rp 1.289.419	Rp 666.374	Rp 2.037.281
2025	Rp 1.355.774	Rp 700.666	Rp 2.142.121
2026	Rp 1.425.539	Rp 736.721	Rp 2.252.350

Tabel 4. 66 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2027	Rp	1.498.890	Rp	774.629	Rp	2.368.244
2028	Rp	1.576.011	Rp	814.485	Rp	2.490.095
2029	Rp	1.657.095	Rp	856.389	Rp	2.618.207
2030	Rp	1.742.346	Rp	900.447	Rp	2.752.904

Tabel 4. 67 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020	Rp	620.325	Rp	320.585	Rp	980.112
2021	Rp	662.304	Rp	342.280	Rp	1.046.439
2022	Rp	708.637	Rp	366.225	Rp	1.119.646
2023	Rp	760.206	Rp	392.876	Rp	1.201.125
2024	Rp	818.227	Rp	422.861	Rp	1.292.798
2025	Rp	884.471	Rp	457.096	Rp	1.397.463
2026	Rp	961.695	Rp	497.005	Rp	1.519.477
2027	Rp	1.054.648	Rp	545.044	Rp	1.666.342
2028	Rp	1.172.966	Rp	606.191	Rp	1.853.285
2029	Rp	1.343.883	Rp	694.521	Rp	2.123.334
2030	Rp	1.747.526	Rp	903.124	Rp	2.761.088

#### 4.5.1.2 Analisis Biaya Operasional Kendaraan Jl. Ahmad Yani – Jl Waru Kondisi Eksisting Setelah Dibangun *Underpass*

Pada analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada kondisi rencana dihitung komponen-komponen yang mempengaruhi penghematan BOK. Analisis BOK menggunakan metode Jasa Marga, berikut merupakan perumusan yang digunakan :

##### h. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

Pada perhitungan BOK untuk konsumsi bahan bakar dihitung dalam liter per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk konsumsi bahan bakar pada bagian jalan BC kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 27,480 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I =  $0,0284 V^2 - 3,0644 V + 141,68$   
 $= 0,0284(27,480)^2 - 3,0644(27,480) + 141,68$   
 $= 78,917 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$
- Golongan IIA =  $2,26533 \times (\text{KBB dasar golongan I})$   
 $= 2,26533 \times 78,917 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$   
 $= 178,773 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$
- Golongan IIB =  $2,90805 \times (\text{KBB dasar golongan I})$   
 $= 2,90805 \times 78,917 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$   
 $= 229,495 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$

Dan untuk perhitungan konsumsi BBM (Rp/1000Km) dapat dicari menggunakan persamaan berikut ini :

$$\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$$

Dengan asumsi faktor koreksi akibat kelandaian  $0\% \leq g \leq 5\%$  maka  $kr = 0,4$ , faktor koreksi akibat arus lalu lintas  $0 \leq NVK \leq 0,6$  maka  $kl = 0,050$ , dan untuk koreksi akibat kekerasan jalan  $< 3 \text{ m/km}$  maka  $kr = 0,035$ . Dengan demikian didapatkan hasil konsumsi bahan bakar BBM sebagai berikut :

- Golongan I

$$\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} &= 78,917 \times \text{Rp } 7.650 \times 1,485 \\ &= \text{Rp } 896.517 /1000 \text{ km} \end{aligned}$$

- Golongan IIA

$$\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} &= 178,773 \times \text{Rp } 9.400 \times 1,485 \\ &= \text{Rp}2.495.494,277/1000 \text{ km} \end{aligned}$$

- Golongan IIB

$$\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} &= 229,495 \times \text{Rp } 9.400 \times 1,485 \\ &= \text{Rp } 3.203.516,544/1000 \text{ km} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK untuk konsumsi bahan bakar BBM pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.68 sampai Tabel 4.71.

Tabel 4. 68 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 903.561	Rp 2.515.100,556	Rp 3.228.685,521
2021	Rp 959.211	Rp 2.670.005,094	Rp 3.427.539,614
2022	Rp 1.112.749	Rp 3.097.384,019	Rp 3.976.174,596
2023	Rp 1.185.476	Rp 3.299.821,899	Rp 4.236.048,202
2024	Rp 1.265.999	Rp 3.523.962,690	Rp 4.523.782,275
2025	Rp 1.356.491	Rp 3.775.849,482	Rp 4.847.134,451
2026	Rp 1.522.093	Rp 4.236.811,416	Rp 5.438.880,621
2027	Rp 1.654.172	Rp 4.604.459,495	Rp 5.910.837,906
2028	Rp 1.857.135	Rp 5.169.414,244	Rp 6.636.081,760
2029	Rp 2.011.329	Rp 5.598.618,999	Rp 7.187.060,596
2030	Rp 2.114.327	Rp 5.885.318,843	Rp 7.555.102,992

Tabel 4. 69 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 896.517	Rp 2.495.494,277	Rp 3.203.516,544
2021	Rp 959.211	Rp 2.648.664,842	Rp 3.400.144,700
2022	Rp 1.103.219	Rp 3.070.857,056	Rp 3.942.121,395
2023	Rp 1.174.402	Rp 3.268.999,229	Rp 4.196.480,516
2024	Rp 1.252.801	Rp 3.487.226,245	Rp 4.476.622,957
2025	Rp 1.340.191	Rp 3.730.479,066	Rp 4.788.891,530

Tabel 4. 70 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2026	Rp 1.499.904	Rp 4.175.046,834	Rp 5.359.592,177
2027	Rp 1.621.718	Rp 4.514.122,218	Rp 5.794.870,114
2028	Rp 1.779.463	Rp 4.953.212,472	Rp 6.358.539,167
2029	Rp 2.006.103	Rp 5.584.072,911	Rp 7.168.387,488
2030	Rp 2.108.995	Rp 5.870.478,411	Rp 7.536.052,029

Tabel 4. 71 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan CA (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 886.562	Rp 2.467.784,210	Rp 3.167.944,569
2021	Rp 959.211	Rp 2.615.118,702	Rp 3.357.080,840
2022	Rp 996.608	Rp 2.774.100,357	Rp 3.561.168,811
2023	Rp 1.154.731	Rp 3.214.243,440	Rp 4.126.189,401
2024	Rp 1.228.313	Rp 3.419.061,039	Rp 4.389.117,901
2025	Rp 1.309.095	Rp 3.643.920,535	Rp 4.677.774,589
2026	Rp 1.398.716	Rp 3.893.384,609	Rp 4.998.016,674
2027	Rp 1.562.702	Rp 4.349.847,427	Rp 5.583.987,238
2028	Rp 1.684.738	Rp 4.689.540,807	Rp 6.020.058,510
2029	Rp 1.835.328	Rp 5.108.714,761	Rp 6.558.160,604
2030	Rp 2.108.163	Rp 5.868.161,094	Rp 7.533.077,242

i. Konsumsi Minyak Pelumas

Pada perhitungan BOK konsumsi minyak pelumas (Oli) terdapat dua faktor koreksi yang digunakan, faktor koreksi konsumsi minyak pelumas terhadap kondisi kerataan permukaan diasumsikan  $<3$  m/km maka faktor koreksi = 1,00 dan faktor konsumsi dasar minyak pelumas yang disesuaikan berdasarkan kecepatan pada jalinan jalan. Berikut contoh perhitungan konsumsi minyak pelumas pada jalinan jalan BC pada tahun 2020. Diketahui kecepatan pada jalinan BC diketahui 27,480 km/jam maka faktor konsumsi dasar minyak pelumas sebesar 0,0030 kendaraan golongan I, 0,0057 untuk kendaraan golongan IIA, 0,0046 untuk kendaraan golongan IIB.

- Golongan I  
 Konsumsi Pelumas = Konsumsi pelumas dasar x Faktor koreksi x Harga Pelumas  
 $= 0,0030 \times 1 \times \text{Rp } 311.500$   
 $= \text{Rp } 935 /1000\text{km}$
- Golongan IIA  
 Konsumsi Pelumas = Konsumsi pelumas dasar x Faktor koreksi x Harga Pelumas  
 $= 0,0057 \times 1 \times \text{Rp } 369.900$   
 $= \text{Rp } 2.108 /1000\text{km}$
- Golongan IIB  
 Konsumsi Pelumas = Konsumsi pelumas dasar x Faktor koreksi x Harga Pelumas  
 $= 0,0046 \times 1 \times \text{Rp } 369.900$   
 $= \text{Rp } 1.702 /1000\text{km}$

Hasil perhitungan BOK untuk konsumsi pelumas pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.72 sampai Tabel 4.76.

Tabel 4. 72 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020	Rp	935	Rp	2.108	Rp	1.702
2021	Rp	982	Rp	2.216	Rp	1.789
2022	Rp	1.033	Rp	2.330	Rp	1.880
2023	Rp	1.085	Rp	2.449	Rp	1.976
2024	Rp	1.141	Rp	2.574	Rp	2.078
2025	Rp	1.199	Rp	2.706	Rp	2.184
2026	Rp	1.261	Rp	2.845	Rp	2.296
2027	Rp	1.325	Rp	2.990	Rp	2.413
2028	Rp	1.393	Rp	3.144	Rp	2.537
2029	Rp	1.465	Rp	3.304	Rp	2.667
2030	Rp	1.642	Rp	3.656	Rp	2.986

Tabel 4. 73 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020	Rp	935	Rp	2.108	Rp	1.702
2021	Rp	982	Rp	2.216	Rp	1.789
2022	Rp	1.033	Rp	2.330	Rp	1.880
2023	Rp	1.085	Rp	2.449	Rp	1.976



Tabel 4. 74 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2024	Rp 1.141	Rp 2.574	Rp 2.078
2025	Rp 1.199	Rp 2.706	Rp 2.184
2026	Rp 1.261	Rp 2.845	Rp 2.296
2027	Rp 1.325	Rp 2.990	Rp 2.413
2028	Rp 1.486	Rp 3.309	Rp 2.702
2029	Rp 1.562	Rp 3.478	Rp 2.841
2030	Rp 1.642	Rp 3.656	Rp 2.986

Tabel 4. 75 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 935	Rp 2.108	Rp 1.702
2021	Rp 982	Rp 2.216	Rp 1.789
2022	Rp 1.033	Rp 2.330	Rp 1.880
2023	Rp 1.085	Rp 2.449	Rp 1.976
2024	Rp 1.141	Rp 2.574	Rp 2.078
2025	Rp 1.199	Rp 2.706	Rp 2.184
2026	Rp 1.261	Rp 2.845	Rp 2.296

Tabel 4. 76 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2027	Rp	1.325	Rp	2.990	Rp	2.413
2028	Rp	1.393	Rp	3.144	Rp	2.537
2029	Rp	1.465	Rp	3.304	Rp	2.667
2030	Rp	1.642	Rp	3.656	Rp	2.986

j. Biaya Pemakaian Ban

Pada perhitungan BOK untuk pemakaian ban dihitung per 1000 km. Berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 27,480 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0008848 V - 0,0045333] \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban} \\
 &= [0,0008848 (27,480) - 0,0045333] \times \text{Rp } 465.000 \times 4 \\
 &= \text{Rp } 36.792/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

- Golongan IIA

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0012356 V - 0,0064667] \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban} \\
 &= [0,0012356 (27,480) - 0,0064667] \times \text{Rp } 1.627.000 \times 6 \\
 &= \text{Rp } 263.330/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

- Golongan IIB

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0015553 V - 0,0059333] \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban} \\
 &= [0,0015553 (27,480) - 0,0059333] \times \text{Rp } 2.666.000 \times 10 \\
 &= \text{Rp } 981.244/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK untuk pemakaian ban pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10

tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.77 sampai Tabel 4.81.

Tabel 4. 77 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 36.119	Rp 263.394	Rp 964.276
2021	Rp 37.085	Rp 270.407	Rp 991.397
2022	Rp 37.905	Rp 276.349	Rp 1.014.988
2023	Rp 38.545	Rp 280.961	Rp 1.034.171
2024	Rp 38.922	Rp 283.650	Rp 1.046.911
2025	Rp 38.909	Rp 283.470	Rp 1.049.970
2026	Rp 38.273	Rp 278.722	Rp 1.037.515
2027	Rp 36.482	Rp 265.498	Rp 996.119
2028	Rp 30.713	Rp 223.122	Rp 854.719
2029	Rp 28.701	Rp 208.272	Rp 808.159
2030	Rp 30.168	Rp 218.921	Rp 849.486

Tabel 4. 78 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 36.792	Rp 268.330	Rp 981.244
2021	Rp 37.804	Rp 275.679	Rp 1.009.520
2022	Rp 38.708	Rp 282.231	Rp 1.035.208

Tabel 4. 79 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2023	Rp	39.456	Rp	287.636	Rp	1.057.117
2024	Rp	39.979	Rp	291.396	Rp	1.073.539
2025	Rp	40.175	Rp	292.747	Rp	1.081.860
2026	Rp	39.867	Rp	290.406	Rp	1.077.679
2027	Rp	38.707	Rp	281.809	Rp	1.052.189
2028	Rp	35.649	Rp	259.303	Rp	979.092
2029	Rp	29.012	Rp	210.555	Rp	816.008
2030	Rp	30.486	Rp	221.250	Rp	857.493

Tabel 4. 80 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020	Rp	37.762	Rp	275.439	Rp	1.005.682
2021	Rp	38.958	Rp	284.136	Rp	1.038.589
2022	Rp	40.086	Rp	292.331	Rp	1.069.927
2023	Rp	41.113	Rp	299.781	Rp	1.098.867
2024	Rp	41.993	Rp	306.155	Rp	1.124.276
2025	Rp	42.663	Rp	310.983	Rp	1.144.548
2026	Rp	43.027	Rp	313.566	Rp	1.157.294
2027	Rp	42.932	Rp	312.777	Rp	1.158.646
2028	Rp	42.093	Rp	306.528	Rp	1.141.437

Tabel 4. 81 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2029	Rp 39.810	Rp 289.696	Rp 1.088.064
2030	Rp 30.536	Rp 221.615	Rp 858.746

k. Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan dibagi menjadi biaya suku cadang dan biaya jam kerja mekanik.

- Biaya Suku Cadang

Pada perhitungan BOK untuk biaya suku cadang dihitung per 1000 km. Berikut contoh perhitungan untuk biaya suku cadang pada bagian jalan BC kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 27,480 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

• Golongan I

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0000064 V + 0,0005567] \times \text{Harga Kendaraan} \\
 &= [0,0000064 (27,480) + 0,0005567] \times \text{Rp } 224.500.000 \\
 &= \text{Rp } 164.462/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

• Golongan IIA

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0000332 V + 0,0020891] \times \text{Harga Kendaraan} \\
 &= [0,0000332 (27,480) + 0,0020891] \times \text{Rp } 337.900.000 \\
 &= \text{Rp } 1.134.239/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

• Golongan IIB

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0000191 V + 0,0015400] \times \text{Harga Kendaraan} \\
 &= [0,0000191 (27,480) + 0,0015400] \times \text{Rp } 757.600.000 \\
 &= \text{Rp } 1.564.339/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya suku cadang pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.82 sampai Tabel 4.85.

Tabel 4. 82 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 163.874	Rp 1.129.105	Rp 1.558.418
2021	Rp 171.493	Rp 1.180.177	Rp 1.630.436
2022	Rp 179.331	Rp 1.232.376	Rp 1.704.426
2023	Rp 187.375	Rp 1.285.548	Rp 1.780.243
2024	Rp 195.575	Rp 1.339.195	Rp 1.857.350
2025	Rp 203.836	Rp 1.392.463	Rp 1.934.799
2026	Rp 211.977	Rp 1.443.715	Rp 2.010.744
2027	Rp 219.554	Rp 1.489.028	Rp 2.080.699
2028	Rp 224.127	Rp 1.507.041	Rp 2.120.076
2029	Rp 232.471	Rp 1.556.865	Rp 2.197.093
2030	Rp 244.371	Rp 1.636.553	Rp 2.309.554

Tabel 4. 83 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 164.462	Rp 1.134.239	Rp 1.564.339
2021	Rp 172.121	Rp 1.185.661	Rp 1.636.761
2022	Rp 180.031	Rp 1.238.494	Rp 1.711.482
2023	Rp 188.171	Rp 1.292.491	Rp 1.788.251
2024	Rp 196.498	Rp 1.347.253	Rp 1.866.643
2025	Rp 204.941	Rp 1.402.112	Rp 1.945.928
2026	Rp 213.369	Rp 1.455.868	Rp 2.024.760
2027	Rp 221.497	Rp 1.505.993	Rp 2.100.267
2028	Rp 228.437	Rp 1.544.674	Rp 2.163.480
2029	Rp 232.743	Rp 1.559.240	Rp 2.199.832
2030	Rp 244.648	Rp 1.638.975	Rp 2.312.349

Tabel 4. 84 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 165.309	Rp 1.141.633	Rp 1.572.868
2021	Rp 173.128	Rp 1.194.456	Rp 1.646.906
2022	Rp 181.234	Rp 1.248.999	Rp 1.723.598
2023	Rp 189.617	Rp 1.305.124	Rp 1.802.820
2024	Rp 198.256	Rp 1.362.604	Rp 1.884.349

Tabel 4. 85 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2025	Rp	207.113	Rp	1.421.080	Rp	1.967.805
2026	Rp	216.127	Rp	1.479.958	Rp	2.052.544
2027	Rp	225.186	Rp	1.538.205	Rp	2.137.418
2028	Rp	234.062	Rp	1.593.797	Rp	2.220.135
2029	Rp	242.170	Rp	1.641.558	Rp	2.294.774
2030	Rp	244.692	Rp	1.639.354	Rp	2.312.786

- Biaya Jam Kerja Mekanik

Pada perhitungan BOK untuk biaya jam kerja mekanik dihitung per 1000 km. Berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 27,480 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I

$$Y = [0,00362 V + 0,36267] X \text{ Upah Mekanik}$$

$$Y = [0,00362 (27,480) + 0,36267] X \text{ Rp. } 30.000$$

$$Y = \text{Rp } 13.864/1000\text{km}$$

- Golongan IIA

$$Y = [0,02311 V + 1,97733] X \text{ Upah Mekanik}$$

$$Y = [0,00362 (27,480) + 0,36267] X \text{ Rp. } 30.000$$

$$Y = \text{Rp } 78.372/1000\text{km}$$

- Golongan IIB

$$Y = [0,01511 V + 1,21200] X \text{ Upah Mekanik}$$

$$Y = [0,00362 (27,480) + 0,36267] X \text{ Rp. } 30.000$$

$$Y = \text{Rp } 48.817 /1000\text{km}$$



Hasil perhitungan BOK untuk biaya pemeliharaan pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.86 sampai Tabel 4.89.

Tabel 4. 86 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan AB (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 13.820	Rp 78.088	Rp 48.631
2021	Rp 14.469	Rp 81.714	Rp 50.877
2022	Rp 15.139	Rp 85.443	Rp 53.185
2023	Rp 15.828	Rp 89.269	Rp 55.550
2024	Rp 16.533	Rp 93.166	Rp 57.954
2025	Rp 17.247	Rp 97.091	Rp 60.368
2026	Rp 17.956	Rp 100.954	Rp 62.735
2027	Rp 18.628	Rp 104.542	Rp 64.913
2028	Rp 19.078	Rp 106.677	Rp 66.133
2029	Rp 19.818	Rp 110.629	Rp 68.531
2030	Rp 20.833	Rp 116.291	Rp 72.039

Tabel 4. 87 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 13.864	Rp 78.372	Rp 48.817
2021	Rp 14.517	Rp 82.017	Rp 51.076
2022	Rp 15.192	Rp 85.781	Rp 53.406
2023	Rp 15.888	Rp 89.652	Rp 55.800
2024	Rp 16.603	Rp 93.612	Rp 58.245
2025	Rp 17.330	Rp 97.624	Rp 60.717
2026	Rp 18.062	Rp 101.626	Rp 63.174
2027	Rp 18.775	Rp 105.480	Rp 65.526
2028	Rp 19.404	Rp 108.757	Rp 67.493
2029	Rp 19.839	Rp 110.760	Rp 68.617
2030	Rp 20.854	Rp 116.425	Rp 72.127

Tabel 4. 88 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 13.928	Rp 78.780	Rp 49.084
2021	Rp 14.593	Rp 82.503	Rp 51.393
2022	Rp 15.283	Rp 86.361	Rp 53.786
2023	Rp 15.997	Rp 90.350	Rp 56.257

Tabel 4. 89 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2024	Rp	16.736	Rp	94.460	Rp	58.800
2025	Rp	17.495	Rp	98.672	Rp	61.402
2026	Rp	18.270	Rp	102.957	Rp	64.044
2027	Rp	19.054	Rp	107.260	Rp	66.690
2028	Rp	19.829	Rp	111.471	Rp	69.268
2029	Rp	20.551	Rp	115.309	Rp	71.591
2030	Rp	20.857	Rp	116.446	Rp	72.141

#### 1. Biaya Penyusutan

Pada perhitungan BOK untuk biaya penyusutan dihitung per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 27,480 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I  

$$Y = [1/(2,5 V + 125)] \times \text{Harga Kendaraan} \times 0,5$$

$$Y = [1/(2,5 (27,480) + 125)] \times \text{Rp } 224.500.000 \times 0,5$$

$$Y = \text{Rp } 579.507/1000\text{km}$$
- Golongan IIA  

$$Y = [1/(9,0 V + 450)] \times \text{Harga Kendaraan} \times 0,5$$

$$Y = [1/(9,0 (27,480) + 450)] \times \text{Rp } 377.900.000 \times 0,5$$

$$Y = \text{Rp } 270.967/1000\text{km}$$
- Golongan IIB

$$Y = [1/(6,0 V + 300)] \times \text{Harga Kendaraan} \times 0,5$$

$$Y = [1/(6,0 (27,480) + 300)] \times \text{Rp } 757.600.000 \times 0,5$$

$$Y = \text{Rp } 814.837/1000\text{km}$$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya penyusutan pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.90 sampai Tabel 4.93.

Tabel 4. 90 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 582.584	Rp 272.406	Rp 819.164
2021	Rp 616.491	Rp 288.260	Rp 866.840
2022	Rp 653.108	Rp 305.382	Rp 918.328
2023	Rp 692.749	Rp 323.917	Rp 974.066
2024	Rp 735.976	Rp 344.129	Rp 1.034.847
2025	Rp 783.643	Rp 366.417	Rp 1.101.870
2026	Rp 837.232	Rp 391.475	Rp 1.177.222
2027	Rp 900.083	Rp 420.863	Rp 1.265.596
2028	Rp 989.695	Rp 462.764	Rp 1.391.598
2029	Rp 1.062.185	Rp 496.659	Rp 1.493.526
2030	Rp 1.116.574	Rp 522.090	Rp 1.570.001

Tabel 4. 91 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 579.507	Rp 270.967	Rp 814.837
2021	Rp 613.161	Rp 286.703	Rp 862.157
2022	Rp 649.336	Rp 303.618	Rp 913.024
2023	Rp 688.393	Rp 321.880	Rp 967.941
2024	Rp 730.817	Rp 341.717	Rp 1.027.592
2025	Rp 777.310	Rp 363.456	Rp 1.092.965
2026	Rp 829.008	Rp 387.629	Rp 1.165.657
2027	Rp 888.116	Rp 415.267	Rp 1.248.769
2028	Rp 961.109	Rp 449.397	Rp 1.351.403
2029	Rp 1.060.252	Rp 495.755	Rp 1.490.808
2030	Rp 1.114.602	Rp 521.168	Rp 1.567.228

Tabel 4. 92 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 575.132	Rp 268.921	Rp 808.686
2021	Rp 607.894	Rp 284.240	Rp 854.752
2022	Rp 642.960	Rp 300.637	Rp 904.058
2023	Rp 680.606	Rp 318.239	Rp 956.992
2024	Rp 721.183	Rp 337.212	Rp 1.014.046

Tabel 4. 93 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2025	Rp 765.154	Rp 357.772	Rp 1.075.873
2026	Rp 813.173	Rp 380.225	Rp 1.143.392
2027	Rp 866.248	Rp 405.042	Rp 1.218.021
2028	Rp 926.189	Rp 433.070	Rp 1.302.304
2029	Rp 997.345	Rp 466.341	Rp 1.402.354
2030	Rp 1.114.294	Rp 521.024	Rp 1.566.795

m. Bunga Modal

Pada perhitungan BOK untuk bunga modal dihitung per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 27,480 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I  
 Bunga Modal = 0,22% x (harga kendaraan baru)  
 Bunga Modal = 0,22% x Rp 224.500.000  
 Bunga Modal = Rp 493.900 /1000km
- Golongan IIA  
 Bunga Modal = 0,22% x (harga kendaraan baru)  
 Bunga Modal = 0,22% x Rp 337.900.000  
 Bunga Modal = Rp 831.380 /1000km
- Golongan IIB  
 Bunga Modal = 0,22% x (harga kendaraan baru)  
 Bunga Modal = 0,22% x Rp 757.600.000  
 Bunga Modal = Rp 1.666.720 /1000km

Hasil perhitungan BOK untuk bunga modal pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.94 sampai Tabel 4.98.

Tabel 4. 94 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 493.900	Rp 831.380	Rp 1.666.720
2021	Rp 519.185	Rp 873.941	Rp 1.752.046
2022	Rp 545.764	Rp 918.682	Rp 1.841.740
2023	Rp 573.703	Rp 965.713	Rp 1.936.025
2024	Rp 603.073	Rp 1.015.151	Rp 2.035.138
2025	Rp 633.947	Rp 1.067.121	Rp 2.139.324
2026	Rp 666.401	Rp 1.121.751	Rp 2.248.844
2027	Rp 700.517	Rp 1.179.177	Rp 2.363.971
2028	Rp 736.379	Rp 1.239.544	Rp 2.484.992
2029	Rp 774.077	Rp 1.303.001	Rp 2.612.208
2030	Rp 813.705	Rp 1.369.706	Rp 2.745.937

Tabel 4. 95 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 493.900	Rp 831.380	Rp 1.666.720
2021	Rp 519.185	Rp 873.941	Rp 1.752.046
2022	Rp 545.764	Rp 918.682	Rp 1.841.740

Tabel 4. 96 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2023	Rp	573.703	Rp	965.713	Rp	1.936.025
2024	Rp	603.073	Rp	1.015.151	Rp	2.035.138
2025	Rp	633.947	Rp	1.067.121	Rp	2.139.324
2026	Rp	666.401	Rp	1.121.751	Rp	2.248.844
2027	Rp	700.517	Rp	1.179.177	Rp	2.363.971
2028	Rp	736.379	Rp	1.239.544	Rp	2.484.992
2029	Rp	774.077	Rp	1.303.001	Rp	2.612.208
2030	Rp	813.705	Rp	1.369.706	Rp	2.745.937

Tabel 4. 97 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020	Rp	493.900	Rp	831.380	Rp	1.666.720
2021	Rp	519.185	Rp	873.941	Rp	1.752.046
2022	Rp	545.764	Rp	918.682	Rp	1.841.740
2023	Rp	573.703	Rp	965.713	Rp	1.936.025
2024	Rp	603.073	Rp	1.015.151	Rp	2.035.138
2025	Rp	633.947	Rp	1.067.121	Rp	2.139.324
2026	Rp	666.401	Rp	1.121.751	Rp	2.248.844
2027	Rp	700.517	Rp	1.179.177	Rp	2.363.971



Tabel 4. 98 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2028	Rp	736.379	Rp	1.239.544	Rp	2.484.992
2029	Rp	774.077	Rp	1.303.001	Rp	2.612.208
2030	Rp	813.705	Rp	1.369.706	Rp	2.745.937

n. Biaya Asuransi

Pada perhitungan BOK untuk biaya asuransi dihitung per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian jalan BC kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 27,480 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I

$$Y = [38/(500 V)] \times \text{Harga Kendaraan}$$

$$Y = [38/(500 \times 27,480)] \times \text{Rp } 224.500.000$$

$$Y = \text{Rp } 620.895/1000\text{km}$$

- Golongan IIA

$$Y = [6/(2571,42857 V)] \times \text{Harga Kendaraan}$$

$$Y = [6/(2571,42857 \times 27,480)] \times \text{Rp } 337.900.000$$

$$Y = \text{Rp } 320.880/1000\text{km}$$

- Golongan IIB

$$Y = [61/(1714,28571 V)] \times \text{Harga Kendaraan}$$

$$Y = [61/(1714,28571 \times 27,480)] \times \text{Rp } 757.600.000$$

$$Y = \text{Rp } 981.013/1000\text{km}$$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya asuransi pada jalinan AB, BC dan CA sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.99 sampai Tabel 4.102.

Tabel 4. 99 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan AB  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 630.281	Rp 325.730	Rp 995.843
2021	Rp 675.278	Rp 348.985	Rp 1.066.938
2022	Rp 726.054	Rp 375.226	Rp 1.147.164
2023	Rp 783.764	Rp 405.050	Rp 1.238.346
2024	Rp 850.599	Rp 439.591	Rp 1.343.944
2025	Rp 930.206	Rp 480.732	Rp 1.469.724
2026	Rp 1.029.579	Rp 532.088	Rp 1.626.733
2027	Rp 1.166.097	Rp 602.640	Rp 1.842.431
2028	Rp 1.442.047	Rp 745.252	Rp 2.278.432
2029	Rp 1.645.509	Rp 850.401	Rp 2.599.902
2030	Rp 1.729.820	Rp 893.974	Rp 2.733.113

Tabel 4. 100 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	Rp 620.895	Rp 320.880	Rp 981.013
2021	Rp 664.869	Rp 343.606	Rp 1.050.493
2022	Rp 713.921	Rp 368.955	Rp 1.127.994
2023	Rp 769.270	Rp 397.560	Rp 1.215.446
2024	Rp 832.717	Rp 430.350	Rp 1.315.692
2025	Rp 907.120	Rp 468.801	Rp 1.433.248

Tabel 4. 101 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan BC  
(Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2026	Rp	997.551	Rp	515.536	Rp	1.576.129
2027	Rp	1.114.878	Rp	576.171	Rp	1.761.505
2028	Rp	1.294.424	Rp	668.960	Rp	2.045.188
2029	Rp	1.633.370	Rp	844.128	Rp	2.580.722
2030	Rp	1.717.433	Rp	887.572	Rp	2.713.541

Tabel 4. 102 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jalan CA  
(Rp/1000km)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020	Rp	607.858	Rp	314.142	Rp	960.415
2021	Rp	648.829	Rp	335.316	Rp	1.025.148
2022	Rp	694.007	Rp	358.664	Rp	1.096.530
2023	Rp	744.230	Rp	384.619	Rp	1.175.882
2024	Rp	800.648	Rp	413.776	Rp	1.265.022
2025	Rp	864.921	Rp	446.993	Rp	1.366.574
2026	Rp	939.611	Rp	485.592	Rp	1.484.584
2027	Rp	1.029.060	Rp	531.820	Rp	1.625.913
2028	Rp	1.141.846	Rp	590.107	Rp	1.804.114
2029	Rp	1.300.753	Rp	672.231	Rp	2.055.188
2030	Rp	1.715.511	Rp	886.579	Rp	2.710.505

#### 4.5.1.3 Analisis Biaya Operasional Kendaraan Jl. Ahmad Yani – Jl Waru Kondisi Rencana Bagian *Underpass*

Pada analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada kondisi rencana dihitung komponen-komponen yang mempengaruhi penghematan BOK dimulai pada tahun 2021 dikarenakan pada tahun 2020 *underpass* diasumsikan masih dalam pembangunan. Analisis BOK menggunakan metode Jasa Marga, berikut merupakan perumusan yang digunakan :

##### a. Konsumsi Bahan Bakar (KBB)

Pada perhitungan BOK untuk konsumsi bahan bakar dihitung dalam liter per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk konsumsi bahan bakar pada bagian jalan Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada jalinan Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru pada tahun 2021 sebesar 52 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I =  $0,0284 V^2 - 3,0644 V + 141,68$   
 $= 0,0284(52)^2 - 3,0644(52) + 141,68$   
 $= 59,125 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$
- Golongan IIA =  $2,26533 \times (\text{KBB dasar golongan I})$   
 $= 2,26533 \times 60,022 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$   
 $= 133,937 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$
- Golongan IIB =  $2,90805 \times (\text{KBB dasar golongan I})$   
 $= 2,90805 \times 60,022 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$   
 $= 171,938 \text{ liter}/1000 \text{ Km}$

Dan untuk perhitungan konsumsi BBM (Rp/1000Km) dapat dicari menggunakan persamaan berikut ini :

$$\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$$

Dengan asumsi faktor koreksi akibat kelandaian  $0\% \leq g \leq 5\%$  maka  $kr = 0,4$ , faktor koreksi akibat arus lalu lintas  $0 \leq NVK \leq 0,6$  maka  $kl = 0,050$ , dan untuk koreksi akibat kekerasan jalan  $< 3 \text{ m/km}$  maka  $kr = 0,035$ . Dengan demikian didapatkan hasil konsumsi bahan bakar BBM sebagai berikut :

- Golongan I

$$\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} &= 59,125 \times \text{Rp } 7.650 \times 1,485 \\ &= \text{Rp } 706.673 /1000 \text{ km} \end{aligned}$$

- Golongan IIA

$$\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} &= 133,937 \times \text{Rp } 9.400 \times 1,485 \\ &= \text{Rp } 1.965.342,545/1000 \text{ km} \end{aligned}$$

- Golongan IIB

$$\text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} = \text{Konsumsi BBM Dasar} \times \text{Harga Bahan Bakar} \times [1+(kk+kl+kr)]$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi BBm (Rp/1000Km)} &= 171,938 \times \text{Rp } 9.400 \times 1,485 \\ &= \text{Rp } 2.522.950,028/1000 \text{ km} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK untuk konsumsi bahan bakar BBM umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.103 sampai Tabel 4.105.

Tabel 4. 103 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian  
Jalan Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020						
2021	Rp	706.058	Rp	1.965.342,545	Rp	2.522.950,028
2022	Rp	746.412	Rp	2.077.668,537	Rp	2.667.145,179
2023	Rp	787.959	Rp	2.193.317,894	Rp	2.815.606,600
2024	Rp	828.298	Rp	2.305.602,153	Rp	2.959.748,178
2025	Rp	875.216	Rp	2.436.200,774	Rp	3.127.400,273
2026	Rp	920.021	Rp	2.560.919,128	Rp	3.287.503,750
2027	Rp	979.843	Rp	2.727.436,081	Rp	3.501.264,935
2028	Rp	1.030.005	Rp	2.867.063,875	Rp	3.680.507,962
2029	Rp	1.082.735	Rp	3.013.839,746	Rp	3.868.927,120
2030	Rp	1.157.195	Rp	3.221.101,974	Rp	4.134.993,840

Tabel 4. 104 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian  
Jalan Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020						
2021	Rp	706.058	Rp	1.976.484,787	Rp	2.537.253,550
2022	Rp	753.471	Rp	2.097.320,080	Rp	2.692.372,264
2023	Rp	796.879	Rp	2.218.148,129	Rp	2.847.481,677
2024	Rp	837.675	Rp	2.331.703,542	Rp	2.993.255,060
2025	Rp	886.729	Rp	2.468.249,211	Rp	3.168.541,501

Tabel 4. 105 Hasil Konsumsi Bahan Bakar BBM pada Bagian Jalan BC (Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Konsumsi BBM (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2026	Rp 932.124	Rp 2.594.608,247	Rp 3.330.751,154
2027	Rp 987.578	Rp 2.748.964,222	Rp 3.528.901,045
2028	Rp 1.047.227	Rp 2.915.002,284	Rp 3.742.047,469
2029	Rp 1.122.988	Rp 3.125.884,883	Rp 4.012.761,732
2030	Rp 1.180.478	Rp 3.285.910,782	Rp 4.218.190,220

b. Konsumsi Minyak Pelumas

Pada perhitungan BOK konsumsi minyak pelumas (Oli) terdapat dua faktor koreksi yang digunakan, faktor koreksi konsumsi minyak pelumas terhadap kondisi kerataan permukaan diasumsikan  $<3$  m/km maka faktor koreksi = 1,00 dan faktor konsumsi dasar minyak pelumas yang disesuaikan berdasarkan kecepatan pada jalinan jalan. Berikut contoh perhitungan konsumsi minyak pelumas pada jalinan jalan Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru pada tahun 2021. Diketahui kecepatan pada jalan Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru diketahui 52 km/jam maka faktor konsumsi dasar minyak pelumas sebesar 0,0027 kendaraan golongan I, 0,0054 untuk kendaraan golongan IIA, 0,0043 untuk kendaraan golongan IIB.

- Golongan I

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi Pelumas} &= \text{Konsumsi pelumas dasar} \times \text{Faktor} \\
 &\quad \text{koreksi} \times \text{Harga Pelumas} \\
 &= 0,0027 \times 1 \times \text{Rp } 311.500 \\
 &= \text{Rp } 884 /1000\text{km}
 \end{aligned}$$

- **Golongan IIA**  
 Konsumsi Pelumas = Konsumsi pelumas dasar x Faktor koreksi x Harga Pelumas  
 $= 0,0054 \times 1 \times \text{Rp } 369.900$   
 $= \text{Rp } 2.100/1000\text{km}$
- **Golongan IIB**  
 Konsumsi Pelumas = Konsumsi pelumas dasar x Faktor koreksi x Harga Pelumas  
 $= 0,0043 \times 1 \times \text{Rp } 369.900$   
 $= \text{Rp } 1.672 /1000\text{km}$

Hasil perhitungan BOK untuk konsumsi pelumas sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.106 sampai Tabel 4.107.

Tabel 4. 106 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 884	Rp 2.100	Rp 1.672
2022	Rp 929	Rp 2.207	Rp 1.758
2023	Rp 977	Rp 2.320	Rp 1.848
2024	Rp 1.027	Rp 2.439	Rp 1.942
2025	Rp 1.080	Rp 2.564	Rp 2.042
2026	Rp 1.135	Rp 2.695	Rp 2.146
2027	Rp 1.193	Rp 2.833	Rp 2.256
2028	Rp 1.254	Rp 2.978	Rp 2.371
2029	Rp 1.318	Rp 3.131	Rp 2.493
2030	Rp 1.386	Rp 3.291	Rp 2.620



Tabel 4. 107 Hasil Konsumsi Pelumas pada Bagian Jl. Raya Waru  
– Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km)

Tahun	Konsumsi Pelumas (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 884	Rp 2.100	Rp 1.672
2022	Rp 929	Rp 2.207	Rp 1.758
2023	Rp 977	Rp 2.320	Rp 1.848
2024	Rp 1.065	Rp 2.484	Rp 1.987
2025	Rp 1.120	Rp 2.611	Rp 2.089
2026	Rp 1.177	Rp 2.745	Rp 2.196
2027	Rp 1.237	Rp 2.886	Rp 2.308
2028	Rp 1.300	Rp 3.033	Rp 2.427
2029	Rp 1.367	Rp 3.189	Rp 2.551
2030	Rp 1.437	Rp 3.352	Rp 2.681

c. Biaya Pemakaian Ban

Pada perhitungan BOK untuk pemakaian ban dihitung per 1000 km. Berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada tahun 2021 sebesar 52 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I

$$\begin{aligned}
 Y &= [0,0008848 V - 0,0045333] \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban} \\
 &= [0,0008848 (52) - 0,0045333] \times \text{Rp } 465.000 \times 4 \\
 &= \text{Rp } 81.095/1000\text{km}
 \end{aligned}$$

- Golongan IIA  

$$Y = [0,0012356 V - 0,0064667] \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban}$$

$$= [0,0012356 (52) - 0,0064667] \times \text{Rp } 1.627.000 \times 6$$

$$= \text{Rp } 592.970/1000\text{km}$$
- Golongan IIB  

$$Y = [0,0015553 V - 0,0059333] \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban}$$

$$= [0,0015553 (52) - 0,0059333] \times \text{Rp } 2.666.000 \times 10$$

$$= \text{Rp } 2.100.245/1000\text{km}$$

Hasil perhitungan BOK untuk pemakaian ban sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.108 sampai Tabel 4.109.

Tabel 4. 108 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 81.095	Rp 592.970	Rp 2.100.245
2022	Rp 81.610	Rp 596.670	Rp 2.116.128
2023	Rp 83.876	Rp 613.205	Rp 2.176.296
2024	Rp 88.170	Rp 644.597	Rp 2.287.709
2025	Rp 90.571	Rp 662.114	Rp 2.351.604
2026	Rp 95.208	Rp 696.010	Rp 2.471.991
2027	Rp 95.414	Rp 697.426	Rp 2.480.921
2028	Rp 100.298	Rp 733.130	Rp 2.607.929
2029	Rp 105.433	Rp 770.661	Rp 2.741.439
2030	Rp 105.408	Rp 770.370	Rp 2.745.158

Tabel 4. 109 Hasil Pemakaian Ban pada Bagian Jl. Raya Waru –  
Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Ban (Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020						
2021	Rp	77.635	Rp	567.611	Rp	2.013.071
2022	Rp	77.973	Rp	570.013	Rp	2.024.491
2023	Rp	80.053	Rp	585.183	Rp	2.079.968
2024	Rp	84.151	Rp	615.141	Rp	2.186.450
2025	Rp	86.347	Rp	631.150	Rp	2.245.161
2026	Rp	90.767	Rp	663.461	Rp	2.360.099
2027	Rp	93.080	Rp	680.318	Rp	2.422.111
2028	Rp	95.391	Rp	697.162	Rp	2.484.287
2029	Rp	95.116	Rp	695.044	Rp	2.481.495
2030	Rp	99.985	Rp	730.626	Rp	2.608.532

d. Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan dibagi menjadi biaya suku cadang dan biaya jam kerja mekanik.

- Biaya Suku Cadang

Pada perhitungan BOK untuk biaya suku cadang dihitung per 1000 km. Berikut contoh perhitungan untuk biaya suku cadang pada bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada tahun 2021 sebesar 52 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I  

$$Y = [0,0000064 V + 0,0005567] \times \text{Harga Kendaraan}$$

$$= [0,0000064 (52) + 0,0005567] \times \text{Rp } 224.500.000$$

$$= \text{Rp } 209.916/1000\text{km}$$
- Golongan IIA  

$$Y = [0,0000332 V + 0,0020891] \times \text{Harga Kendaraan}$$

$$= [0,0000332 (52) + 0,0020891] \times \text{Rp } 337.900.000$$

$$= \text{Rp } 1.515.693/1000\text{km}$$
- Golongan IIB  

$$Y = [0,0000191 V + 0,0015400] \times \text{Harga Kendaraan}$$

$$= [0,0000191 (52) + 0,0015400] \times \text{Rp } 757.600.000$$

$$= \text{Rp } 2.017.401/1000\text{km}$$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya suku cadang sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.110 sampai Tabel 4.112.

Tabel 4. 110 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 209.916	Rp 1.515.693	Rp 2.017.401
2022	Rp 217.487	Rp 1.565.559	Rp 2.088.700
2023	Rp 226.952	Rp 1.631.133	Rp 2.178.820
2024	Rp 238.570	Rp 1.714.636	Rp 2.290.362
2025	Rp 248.939	Rp 1.786.311	Rp 2.389.042
2026	Rp 261.684	Rp 1.877.759	Rp 2.511.346

Tabel 4. 111 Hasil Biaya Suku Cadang pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2027	Rp 271.004	Rp 1.938.299	Rp 2.598.864
2028	Rp 284.878	Rp 2.037.528	Rp 2.731.910
2029	Rp 299.462	Rp 2.141.837	Rp 2.871.766
2030	Rp 310.059	Rp 2.210.146	Rp 2.971.103

Tabel 4. 112 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Suku Cadang (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 206.895	Rp 1.489.315	Rp 1.986.979
2022	Rp 214.311	Rp 1.537.832	Rp 2.056.721
2023	Rp 223.614	Rp 1.601.986	Rp 2.145.204
2024	Rp 235.062	Rp 1.683.997	Rp 2.255.025
2025	Rp 245.251	Rp 1.754.104	Rp 2.351.895
2026	Rp 257.806	Rp 1.843.903	Rp 2.472.298
2027	Rp 268.967	Rp 1.920.505	Rp 2.578.340
2028	Rp 280.594	Rp 2.000.117	Rp 2.688.761
2029	Rp 290.455	Rp 2.063.183	Rp 2.781.051
2030	Rp 305.324	Rp 2.168.805	Rp 2.923.424

- Biaya Jam Kerja Mekanik

Pada perhitungan BOK untuk biaya jam kerja mekanik dihitung per 1000 km. Berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada tahun 2021 sebesar 52 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I  
 $Y = [0,00362 V + 0,36267] \times \text{Upah Mekanik}$   
 $Y = [0,00362 (52) + 0,36267] \times \text{Rp. } 30.000$   
 $Y = \text{Rp } 17.373/1000\text{km}$
- Golongan IIA  
 $Y = [0,02311 V + 1,97733] \times \text{Upah Mekanik}$   
 $Y = [0,00362 (52) + 0,36267] \times \text{Rp. } 30.000$   
 $Y = \text{Rp } 100.254/1000\text{km}$
- Golongan IIB  
 $Y = [0,01511 V + 1,21200] \times \text{Upah Mekanik}$   
 $Y = [0,00362 (52) + 0,36267] \times \text{Rp. } 30.000$   
 $Y = \text{Rp } 63.000/1000\text{km}$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya pemeliharaan sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.113 sampai Tabel 4.116.

Tabel 4. 113 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 17.373	Rp 100.254	Rp 63.000

Tabel 4. 114 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2022	Rp 18.023	Rp 103.854	Rp 65.223
2023	Rp 18.819	Rp 108.365	Rp 68.036
2024	Rp 19.783	Rp 113.913	Rp 71.519
2025	Rp 20.656	Rp 118.855	Rp 74.598
2026	Rp 21.714	Rp 124.939	Rp 78.417
2027	Rp 22.517	Rp 129.369	Rp 81.146
2028	Rp 23.670	Rp 135.992	Rp 85.300
2029	Rp 24.882	Rp 142.954	Rp 89.667
2030	Rp 25.798	Rp 147.988	Rp 92.763

Tabel 4. 115 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. ahmad Yani (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 17.145	Rp 98.796	Rp 62.047
2022	Rp 17.783	Rp 102.322	Rp 64.221
2023	Rp 18.567	Rp 106.755	Rp 66.983
2024	Rp 19.518	Rp 112.220	Rp 70.412
2025	Rp 20.377	Rp 117.075	Rp 73.434
2026	Rp 21.421	Rp 123.069	Rp 77.194

Tabel 4. 116 Hasil Konsumsi Pemeliharaan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik) (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2027	Rp 22.363	Rp 128.386	Rp 80.503
2028	Rp 23.346	Rp 133.924	Rp 83.948
2029	Rp 24.201	Rp 138.607	Rp 86.825
2030	Rp 25.440	Rp 145.703	Rp 91.270

e. Biaya Penyusutan

Pada perhitungan BOK untuk biaya penyusutan dihitung per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada tahun 2021 sebesar 52km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I  
 $Y = [1/(2,5 V + 125)] \times \text{Harga Kendaraan} \times 0,5$   
 $Y = [1/(2,5 (52) + 125)] \times \text{Rp } 224.500.000 \times 0,5$   
 $Y = \text{Rp } 462.731/1000\text{km}$
- Golongan IIA  
 $Y = [1/(9,0 V + 450)] \times \text{Harga Kendaraan} \times 0,5$   
 $Y = [1/(9,0 (52) + 450)] \times \text{Rp } 377.900.000 \times 0,5$   
 $Y = \text{Rp } 216.365/1000\text{km}$
- Golongan IIB  
 $Y = [1/(6,0 V + 300)] \times \text{Harga Kendaraan} \times 0,5$   
 $Y = [1/(6,0 (52) + 300)] \times \text{Rp } 757.600.000 \times 0,5$   
 $Y = \text{Rp } 650.641/1000\text{km}$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya penyusutan sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.117 sampai Tabel 4.119.



Tabel 4. 117 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 462.731	Rp 216.365	Rp 650.641
2022	Rp 496.149	Rp 231.990	Rp 697.629
2023	Rp 526.817	Rp 246.330	Rp 740.750
2024	Rp 553.786	Rp 258.941	Rp 778.672
2025	Rp 588.077	Rp 274.974	Rp 826.888
2026	Rp 618.183	Rp 289.051	Rp 869.219
2027	Rp 663.368	Rp 310.179	Rp 932.754
2028	Rp 697.328	Rp 326.058	Rp 980.505
2029	Rp 733.027	Rp 342.751	Rp 1.030.701
2030	Rp 786.949	Rp 367.963	Rp 1.106.519

Tabel 4. 118 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 471.986	Rp 220.692	Rp 663.654
2022	Rp 506.274	Rp 236.725	Rp 711.866

Tabel 4. 119 Hasil Biaya Penyusutan pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km) (lanjutan)

Tahun	Biaya Konsumsi Depresiasi (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2023	Rp 537.679	Rp 251.409	Rp 756.024
2024	Rp 565.205	Rp 264.280	Rp 794.727
2025	Rp 600.329	Rp 280.703	Rp 844.115
2026	Rp 631.062	Rp 295.073	Rp 887.328
2027	Rp 670.351	Rp 313.444	Rp 942.572
2028	Rp 712.165	Rp 332.996	Rp 1.001.367
2029	Rp 764.898	Rp 357.653	Rp 1.075.514
2030	Rp 804.056	Rp 375.962	Rp 1.130.573

f. Bunga Modal

Pada perhitungan BOK untuk bunga modal dihitung per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada tahun 2021 sebesar 52 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I  
 Bunga Modal = 0,22% x (harga kendaraan baru)  
 Bunga Modal = 0,22% x Rp 224.500.000  
 Bunga Modal = Rp 493.900 /1000km
- Golongan IIA  
 Bunga Modal = 0,22% x (harga kendaraan baru)  
 Bunga Modal = 0,22% x Rp 337.900.000  
 Bunga Modal = Rp 831.380 /1000km
- Golongan IIB  
 Bunga Modal = 0,22% x (harga kendaraan baru)

Bunga Modal = 0,22% x Rp 757.600.000

Bunga Modal = Rp 1.666.720 /1000km

Hasil perhitungan BOK untuk bunga sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.120 sampai Tabel 4.122.

Tabel 4. 120 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jl. Ahmda Yani –  
Jl. Raya Waru (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 519.185	Rp 873.941	Rp 1.752.046
2022	Rp 545.764	Rp 918.682	Rp 1.841.740
2023	Rp 573.703	Rp 965.713	Rp 1.936.025
2024	Rp 603.073	Rp 1.015.151	Rp 2.035.138
2025	Rp 633.947	Rp 1.067.121	Rp 2.139.324
2026	Rp 666.401	Rp 1.121.751	Rp 2.248.844
2027	Rp 700.517	Rp 1.179.177	Rp 2.363.971
2028	Rp 736.379	Rp 1.239.544	Rp 2.484.992
2029	Rp 774.077	Rp 1.303.001	Rp 2.612.208
2030	Rp 813.705	Rp 1.369.706	Rp 2.745.937

Tabel 4. 121 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl.  
Ahmad Yani (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 519.185	Rp 873.941	Rp 1.752.046
2022	Rp 545.764	Rp 918.682	Rp 1.841.740

Tabel 4. 122 Hasil Bunga Modal pada Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km (lanjutan)

Tahun	Biaya Bunga Modal (Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2023	Rp 573.703	Rp 965.713	Rp 1.936.025
2024	Rp 603.073	Rp 1.015.151	Rp 2.035.138
2025	Rp 633.947	Rp 1.067.121	Rp 2.139.324
2026	Rp 666.401	Rp 1.121.751	Rp 2.248.844
2027	Rp 700.517	Rp 1.179.177	Rp 2.363.971
2028	Rp 736.379	Rp 1.239.544	Rp 2.484.992
2029	Rp 774.077	Rp 1.303.001	Rp 2.612.208
2030	Rp 813.705	Rp 1.369.706	Rp 2.745.937

g. Biaya Asuransi

Pada perhitungan BOK untuk biaya asuransi dihitung per 1000 km. berikut contoh perhitungan untuk pemakaian ban pada bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru kondisi rencana diketahui bahwa kecepatan pada jalinan BC pada tahun 2020 sebesar 52 km/jam. KBB dasar tiap golongan, sebagai berikut :

- Golongan I

$$Y = [38/(500 V)] \times \text{Harga Kendaraan}$$

$$Y = [38/(500 \times 52)] \times \text{Rp } 224.500.000$$

$$Y = \text{Rp } 344.913/1000\text{km}$$

- Golongan IIA

$$Y = [6/(2571,42857 V)] \times \text{Harga Kendaraan}$$

$$Y = [6/(2571,42857 \times 52)] \times \text{Rp } 337.900.000$$

$$Y = \text{Rp } 178.251/1000\text{km}$$

- Golongan IIB

$$Y = [61/(1714,28571 \text{ V})] \times \text{Harga Kendaraan}$$

$$Y = [61/(1714,28571 \times 52)] \times \text{Rp } 757.600.000$$

$$Y = \text{Rp } 544.962/1000\text{km}$$

Hasil perhitungan BOK untuk biaya sampai umur rencana 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.123 sampai Tabel 4.124.

Tabel 4. 123 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jl. Ahmda Yani – Jl. Raya Waru (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020			
2021	Rp 344.913	Rp 178.251	Rp 544.962
2022	Rp 377.073	Rp 194.872	Rp 595.775
2023	Rp 404.466	Rp 209.029	Rp 639.056
2024	Rp 425.172	Rp 219.730	Rp 671.772
2025	Rp 456.250	Rp 235.791	Rp 720.874
2026	Rp 479.607	Rp 247.862	Rp 757.778
2027	Rp 526.080	Rp 271.879	Rp 831.205
2028	Rp 553.012	Rp 285.797	Rp 873.758
2029	Rp 581.323	Rp 300.428	Rp 918.489
2030	Rp 638.859	Rp 330.163	Rp 1.009.396

Tabel 4. 124 Hasil Biaya Asuransi pada Bagian Jl. Raya Waru –  
Jl. Ahmad Yani (Rp/1000km)

Tahun	Biaya Asuransi(Rp /1000 Km)					
	Golongan I		Golongan IIA		Golongan IIB	
2020						
2021	Rp	358.709	Rp	185.382	Rp	566.760
2022	Rp	392.784	Rp	202.992	Rp	620.599
2023	Rp	421.678	Rp	217.924	Rp	666.250
2024	Rp	443.265	Rp	229.080	Rp	700.358
2025	Rp	476.087	Rp	246.042	Rp	752.216
2026	Rp	500.459	Rp	258.638	Rp	790.725
2027	Rp	537.770	Rp	277.921	Rp	849.676
2028	Rp	578.149	Rp	298.788	Rp	913.474
2029	Rp	636.687	Rp	329.041	Rp	1.005.964
2030	Rp	669.281	Rp	345.885	Rp	1.057.463

#### 4.5.1.4 Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Sepeda Motor

Metode Nd Lea ini digunakan untuk mencari persentase sepeda motor terhadap kendaraan golongan I. Persentase tersebut

digunakan sebagai penambahan Biaya Operasional Kendaraan (BOK). Berikut merupakan contoh perhitungan BOK akibat adanya sepeda motor pada jalinan jalan BC pada tahun 2020 eksisting.

Golongan I = 3705 kendaraan/jam

Sepeda Motor = 6977 kendaraan/jam

- Kendaraan per 100 auto
 
$$= 100 \times \frac{\text{Jumlah SM}}{\text{Jumlah Golongan I}}$$

$$= 100 \times \frac{6977}{3705}$$

$$= 188 \text{ kendaraan/100 auto}$$
- Penambahan BOK akibat sepeda motor
 
$$= 188/100 \times 0,18$$

$$= 34\%$$
- BOK Sepeda Motor
 
$$= 34\% \times \text{Total BOK Golongan I Eksisting}$$

$$= 56\% \times \text{Rp } 10.371.989.235,961$$

$$= \text{Rp } 3.515.726.424,257$$

Nilai total BOK Golongan I Eksisting didapatkan dari perumusan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Total BOK Golongan I Eksisting} &= \Sigma (\text{Komponen BOK Jalinan BC} \\ &\quad \text{Golongan I}) \times 365 \times (\text{Panjang} \\ &\quad \text{Jalan A/1000}) \times \text{Jumlah} \\ &\quad \text{Kendaraan per Jam} \\ &= \text{Rp } 2.972.769,761 \times 365 \times \\ &\quad (2,58/1000) \times 3705 \\ &= \text{Rp } 10.371.989.235,961 \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil dari perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) sepeda motor dalam kondisi eksisting dan rencana dapat dilihat pada Tabel 4.125 sampai Tabel 4.135.

Tabel 4. 125 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan  
AB Kondisi Eksisting

<b>AB</b>					
<b>Tahun</b>	<b>KR (kend/jam)</b>	<b>SM (kend/jam)</b>	<b>per 100 auto</b>	<b>%</b>	<b>BOK SM</b>
2020	2257	6452	286	51%	Rp 2.241.448.609,606
2021	2415	6968	289	52%	Rp 2.640.995.732,985
2022	2584	7526	291	52%	Rp 3.028.354.776,203
2023	2765	8128	294	53%	Rp 3.478.817.249,004
2024	2958	8778	297	53%	Rp 4.006.061.417,471
2025	3166	9480	299	54%	Rp 4.695.849.854,019
2026	3387	10239	302	54%	Rp 5.457.418.348,842
2027	3624	11058	305	55%	Rp 6.413.655.656,600
2028	3878	11942	308	55%	Rp 8.059.265.536,387
2029	4149	12898	311	56%	Rp 9.149.786.901,919
2030	4440	13929	314	56%	Rp 10.387.866.364,217

Tabel 4. 126 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan  
BC Kondisi Eksisting

<b>BC</b>					
<b>Tahun</b>	<b>KR (kend/jam)</b>	<b>SM (kend/jam)</b>	<b>per 100 auto</b>	<b>%</b>	<b>BOK SM</b>
2020	3705	6977	188	34%	Rp 3.515.726.424,257
2021	3964	7535	190	34%	Rp 3.974.557.267,793
2022	4242	8138	192	35%	Rp 5.549.950.062,265
2023	4539	8789	194	35%	Rp 6.392.618.196,792
2024	4856	9492	195	35%	Rp 7.258.287.590,342



Tabel 4. 127 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan BC Kondisi Eksisting (lanjutan)

<b>Tahun</b>	<b>KR (kend/jam)</b>	<b>SM (kend/jam)</b>	<b>per 100 auto</b>	<b>%</b>	<b>BOK SM</b>
2025	5196	10252	197	36%	Rp 8.241.172.865,509
2026	5560	11072	199	36%	Rp 9.357.144.386,578
2027	5949	11957	201	36%	Rp10.624.221.128,252
2028	6366	12914	203	37%	Rp12.062.861.548,041
2029	6811	13947	205	37%	Rp13.573.790.512,146
2030	7288	15063	207	37%	Rp15.550.890.857,835

Tabel 4. 128 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting

<b>CA</b>					
<b>Tahun</b>	<b>KR (kend/jam)</b>	<b>SM (kend/jam)</b>	<b>per 100 auto</b>	<b>%</b>	<b>BOK SM</b>
2020	2278	3257	143	26%	Rp 378.246.155,241
2021	2437	3518	144	26%	Rp 431.251.996,002
2022	2608	3799	146	26%	Rp 494.553.822,345
2023	2791	4103	147	26%	Rp 582.936.132,602
2024	2986	4431	148	27%	Rp 668.640.483,364
2025	3195	4786	150	27%	Rp 768.393.571,376
2026	3419	5168	151	27%	Rp 885.300.242,846
2027	3658	5582	153	27%	Rp 1.038.540.398,140
2028	3914	6028	154	28%	Rp 1.208.483.069,987
2029	4188	6511	155	28%	Rp 1.424.619.965,726
2030	4481	7032	157	28%	Rp1.774.965.010,630

Tabel 4. 129 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan  
AB Kondisi Eksisting *with Project*

<b>AB</b>					
<b>Tahun</b>	<b>KR (kend/jam)</b>	<b>SM (kend/jam)</b>	<b>per 100 auto</b>	<b>%</b>	<b>BOK SM</b>
2020	2257	6452	286	51%	Rp 2.241.448.609,606
2021	1991	6005	302	54%	Rp 2.244.389.145,257
2022	2131	6485	304	55%	Rp 2.648.094.395,741
2023	2280	7004	307	55%	Rp 3.041.312.455,176
2024	2439	7564	310	56%	Rp 3.501.128.470,008
2025	2610	8169	313	56%	Rp 4.043.978.782,044
2026	2793	8823	316	57%	Rp 4.763.217.737,752
2027	2988	9529	319	57%	Rp 5.586.866.432,852
2028	3198	10291	322	58%	Rp 6.809.488.350,277
2029	3421	11114	325	58%	Rp 8.013.262.120,351
2030	3661	12004	328	59%	Rp 9.097.535.616,882

Tabel 4. 130 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan  
BC Kondisi Eksisting *with Project*

<b>BC</b>					
<b>Tahun</b>	<b>KR (kend/jam)</b>	<b>SM (kend/jam)</b>	<b>per 100 auto</b>	<b>%</b>	<b>BOK SM</b>
2020	3705	6977	188	34%	Rp 3.515.726.424,257
2021	3386	6077	179	32%	Rp 2.870.699.163,039
2022	3623	6563	181	33%	Rp 3.376.254.597,518
2023	3877	7088	183	33%	Rp 3.874.494.174,157

Tabel 4. 131 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan BC Kondisi Eksisting *with Project* (lanjutan)

<b>BC</b>					
<b>Tahun</b>	<b>KR (kend/jam)</b>	<b>SM (kend/jam)</b>	<b>per 100 auto</b>	<b>%</b>	<b>BOK SM</b>
2024	4148	7655	185	33%	Rp 4.455.213.979,626
2025	4438	8268	186	34%	Rp 5.137.220.577,977
2026	4749	8929	188	34%	Rp 6.033.687.173,210
2027	5081	9644	190	34%	Rp 7.035.977.005,799
2028	5437	10415	192	34%	Rp 8.342.677.239,608
2029	5818	11248	193	35%	Rp 10.258.528.955,181
2030	6225	12148	195	35%	Rp 11.647.717.954,725

Tabel 4. 132 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting *with Project*

<b>Tahun</b>	<b>KR (kend/jam)</b>	<b>SM (kend/jam)</b>	<b>per 100 auto</b>	<b>%</b>	<b>BOK SM</b>
2020	2278	3257	143	26%	Rp 378.246.155,241
2021	2437	3518	144	26%	Rp 431.366.797,339
2022	2608	3799	146	26%	Rp 490.122.204,753
2023	2791	4103	147	26%	Rp 577.580.119,362
2024	2986	4431	148	27%	Rp 662.349.669,775
2025	3195	4786	150	27%	Rp 760.944.753,713
2026	3419	5168	151	27%	Rp 876.371.663,823
2027	3658	5582	153	27%	Rp 1.027.447.024,897

Tabel 4. 133 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting *with Project* (lanjutan)

Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100 auto	%	BOK SM
2028	3914	6028	154	28%	Rp 1.194.357.781,138
2029	4188	6511	155	28%	Rp 1.404.430.282,896
2030	4481	7032	157	28%	Rp 1.760.651.692,581

Tabel 4. 134 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Kondisi Rencana Underpass Bagian Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru

<b>Jl. Ahmad Yani - Jl. Raya Waru</b>					
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100 auto	%	BOK SM
2020					
2021	424	892	211	38%	Rp 75.492.490,739
2022	453	1040	229	41%	Rp 93.366.321,032
2023	485	1124	232	42%	Rp 106.525.083,117
2024	519	1214	234	42%	Rp 120.936.786,506
2025	555	1311	236	42%	Rp 138.040.354,216
2026	594	1415	238	43%	Rp 156.715.736,412
2027	636	1529	240	43%	Rp 180.079.158,778
2028	680	1651	243	44%	Rp 204.441.941,203
2029	728	1783	245	44%	Rp 232.100.747,286
2030	779	1926	247	44%	Rp 267.167.800,704

Tabel 4. 135 Hasil Perhitungan BOK Sepeda Motor Kondisi Rencana Underpass Bagian Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani

<b>Jl. Raya Waru - Jl. Ahmad Yani</b>					
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100 auto	%	BOK SM
2020					
2021	578	1458	252	45%	Rp 124.257.043,537
2022	619	1575	254	46%	Rp 142.777.646,756
2023	662	1701	257	46%	Rp 163.040.268,078
2024	709	1837	259	47%	Rp 185.097.870,994
2025	758	1984	262	47%	Rp 211.458.014,789
2026	811	2142	264	48%	Rp 240.066.020,521
2027	868	2314	267	48%	Rp 274.373.765,932
2028	929	2499	269	48%	Rp 313.721.882,842
2029	994	2699	272	49%	Rp 361.758.701,669
2030	1063	2915	274	49%	Rp 410.700.781,358

Dari hasil diatas didapatkan nilai Biaya Operasional Kendaraan (BOK) untuk sepeda motor dalam kondisi eksisting sebelum dibangun underpass dan kondisi rencana setelah dibangun underpass. BOK sepeda motor ini sebagai penjumlahan untuk BOK kendaraan golongan I.

#### **4.5.1.5 Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK)**

Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) merupakan hasil perbandingan BOK eksisting dan kondisi rencana

dibangunnya *underpass*. Penghematan BOK didapat dengan rumusan sebagai berikut.

*Saving BOK*

$$2021 = \Sigma(\text{BOK Eksisting}) - \Sigma(\text{BOK Eksisting with Project} + \text{BOK Rencana Underpass})$$

$$= \text{Rp } 29.518.647.899,581 -$$

$$(\text{Rp } 23.680.357.569,093 + \text{Rp } 775.110.116,797)$$

$$= \text{Rp } 5.063.180.213,691$$

Berikut adalah hasil perhitungan penghematan BOK selama umur perencanaan 10 tahun mendatang dapat dilihat pada Tabel 4.136.

Tabel 4. 136 Hasil Penghematan Biaya Operasional Kendaraan

TAHUN	TOTAL BOK EKSISTING (Rp)	TOTAL BOK EKSISTING WITH PROJECT (Rp)	TOTAL BOK RENCANA UNDERPASS (Rp)	SAVING BOK (Rp)
2020	25.977.347.099,961	25.977.347.099,961	-	-
2021	29.518.647.899,581	23.680.357.569,093	775.110.116,797	5.063.180.213,691
2022	37.606.474.228,451	27.545.805.081,109	886.201.704,371	9.174.467.442,972
2023	42.951.609.707,732	31.362.793.001,163	1.001.413.553,864	10.587.403.152,706
2024	48.523.009.717,049	35.685.572.913,017	1.126.601.273,645	11.710.835.530,388
2025	55.125.512.652,364	40.717.689.437,070	1.273.855.469,327	13.133.967.745,967
2026	62.467.875.096,301	47.297.612.959,636	1.433.316.365,004	13.736.945.771,661
2027	71.112.690.284,884	54.669.251.895,071	1.625.190.872,214	14.818.247.517,599
2028	82.528.059.893,119	64.485.223.343,270	1.835.738.334,838	16.207.098.215,012
2029	92.652.804.293,333	76.862.000.549,041	2.083.050.308,196	13.707.753.436,096
2030	105.503.507.143,753	87.247.528.782,987	2.356.201.294,401	15.899.777.066,365

Total Biaya Operasional Kendaraan (BOK) digunakan untuk perhitungan BCR dan NPV sebagai nilai benefit.

#### 4.5.2 Analisis Penghematan Nilai Waktu (*Time Value*)

Nilai Waktu adalah merupakan besar jumlah uang yang harus dikeluarkan pada tiap pengemudi kendaraan bermotor untuk penghematan waktu tempuh. Nilai waktu ditentukan oleh tiap golongan kendaraan, pada perhitungan tugas akhir ini digunakan metode PT. Jasa Marga (1990-1996) formula Herbert Mohring.

Nilai waktu akan mengalami kenaikan pada setiap tahunnya, untuk menghitung kenaikan per tahunnya digunakan kenaikan inflasi yang didapatkan dari kenaikan inflasi rata-rata pada periode Maret 2015 hingga Maret 2020 sebesar 3,90% seperti pada Tabel 4.137.

Selanjutnya akan dihitung travel time, nilai waktu dan nilai kalibrasi untuk tahun 1996 ke 2020. Berikut merupakan contoh perhitungan *travel time* pada wilayah BC eksisting tahun 2020.

Panjang Jalan :

- Wilayah AB = 1,9 kilometer
- Wilayah BC = 2,58 kilometer
- Wilayah CA = 0,63 kilometer

$$\textit{Travel time} = (\text{Jarak/ Kecepatan}) + \text{Tundaan Rata-Rata Bundaran}$$

- Gol I =  $(1,9/25,716) + (6,854/3600) = 0,102$
- Gol IIA =  $(1,9/25,716) + (6,854/3600) = 0,102$
- Gol IIB =  $(1,9/25,716) + (6,854/3600) = 0,102$

Hasil Perhitungan travel time dapat dilihat pada Tabel 4.138 hingga Tabel 4.145.

Tabel 4. 137 Tingkat Inflasi Bank Indonesia Periode Maret 2015  
– Maret 2020

Tingkat Inflasi Bank Indonesia Periode Maret 2015 - Maret 2020					
Maret 2020	2,96%	Juni 2018	3,12%	September 2016	3,07%
Februari 2020	2,98%	Mei 2018	3,23%	Agustus 2016	2,79%
Januari 2020	2,68%	April 2018	3,41%	Juli 2016	3,21%
Desember 2019	2,72%	Maret 2018	3,40%	Juni 2016	3,45%
Nopember 2019	3,00%	Februari 2018	3,18%	Mei 2016	3,33%
Oktober 2019	3,13%	Januari 2018	3,25%	April 2016	3,60%
Sep-19	3,39%	Desember 2017	3,61%	Maret 2016	4,45%
Agustus 2019	3,49%	Nopember 2017	3,30%	Februari 2016	4,42%
Juli 2019	3,32%	Oktober 2017	3,58%	Januari 2016	4,14%
Juni 2019	3,28%	September 2017	3,72%	Desember 2015	3,35%
Mei 2019	3,32%	Agustus 2017	3,82%	Nopember 2015	4,89%
Apr-19	2,83%	Juli 2017	3,88%	Oktober 2015	6,25%
Maret 2019	2,48%	Juni 2017	4,37%	September 2015	6,83%
Februari 2019	2,57%	Mei 2017	4,33%	Agustus 2015	7,18%
Januari 2019	2,82%	April 2017	4,17%	Juli 2015	7,26%
Desember 2018	3,13%	Maret 2017	3,61%	Juni 2015	7,26%
Nopember 2018	3,23%	Februari 2017	3,83%	Mei 2015	7,15%
Oktober 2018	3,16%	Januari 2017	3,49%	April 2015	6,79%
September 2018	2,88%	Desember 2016	3,02%	Maret 2015	6,38%
Agustus 2018	3,20%	Nopember 2016	3,58%		
Juli 2018	3,18%	Oktober 2016	3,31%		
Rata-Rata					3,90%

(Sumber: <https://www.bi.go.id> )



Tabel 4. 138 Travel Time Jalanan Jalan AB Kondisi Eksisting

AB						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			Travel Time (jam)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	28,031	28,031	28,031	0,070	0,070	0,070
2021	27,480	27,480	27,480	0,071	0,071	0,071
2022	26,855	26,855	26,855	0,073	0,073	0,073
2023	26,137	26,137	26,137	0,076	0,076	0,076
2024	25,296	25,296	25,296	0,079	0,079	0,079
2025	24,287	24,287	24,287	0,082	0,082	0,082
2026	23,021	23,021	23,021	0,086	0,086	0,086
2027	21,271	21,271	21,271	0,093	0,093	0,093
2028	16,863	16,863	16,863	0,117	0,117	0,117
2029	16,862	16,862	16,862	0,118	0,118	0,118
2030	16,861	16,861	16,861	0,118	0,118	0,118

Tabel 4. 139 Travel Time Jalanan Jalan BC Kondisi Eksisting

BC						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			Travel Time (jam)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	25,716	25,716	25,716	0,102	0,102	0,102
2021	25,029	25,029	25,029	0,105	0,105	0,105
2022	16,174	16,174	16,174	0,162	0,162	0,162
2023	16,161	16,161	16,161	0,163	0,163	0,163
2024	16,157	16,157	16,157	0,163	0,163	0,163
2025	16,153	16,153	16,153	0,163	0,163	0,163
2026	16,149	16,149	16,149	0,164	0,164	0,164
2027	16,145	16,145	16,145	0,164	0,164	0,164
2028	16,141	16,141	16,141	0,165	0,165	0,165
2029	16,137	16,137	16,137	0,165	0,165	0,165
2030	16,133	16,133	16,133	0,165	0,165	0,165

Tabel 4. 140 Travel Time Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting

CA						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			Travel Time (jam)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	27,505	27,505	27,505	0,025	0,025	0,025
2021	27,080	27,080	27,080	0,025	0,025	0,025
2022	26,606	26,606	26,606	0,026	0,026	0,026
2023	26,070	26,070	26,070	0,028	0,028	0,028
2024	25,462	25,462	25,462	0,028	0,028	0,028
2025	24,761	24,761	24,761	0,029	0,029	0,029
2026	23,938	23,938	23,938	0,030	0,030	0,030
2027	22,946	22,946	22,946	0,032	0,032	0,032
2028	21,687	21,687	21,687	0,034	0,034	0,034
2029	19,898	19,898	19,898	0,037	0,037	0,037
2030	16,085	16,085	16,085	0,044	0,044	0,044

Tabel 4. 141 Travel Time Jalinan Jalan AB Kondisi Eksisting with Project

AB						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			Travel Time (jam)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	27,070	27,070	27,070	0,072	0,072	0,072
2021	26,560	26,560	26,560	0,074	0,074	0,074
2022	25,967	25,967	25,967	0,075	0,075	0,075
2023	25,287	25,287	25,287	0,077	0,077	0,077
2024	24,493	24,493	24,493	0,080	0,080	0,080
2025	23,543	23,543	23,543	0,083	0,083	0,083
2026	22,360	22,360	22,360	0,087	0,087	0,087
2027	20,753	20,753	20,753	0,094	0,094	0,094
2028	17,641	17,641	17,641	0,110	0,110	0,110
2029	16,251	16,251	16,251	0,119	0,119	0,119
2030	16,250	16,250	16,250	0,119	0,119	0,119

Tabel 4. 142 Travel Time Jalinan Jalan BC Kondisi Eksisting  
with Project

BC						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			Travel Time (jam)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	27,480	27,480	27,480	0,096	0,096	0,096
2021	26,976	26,976	26,976	0,098	0,098	0,098
2022	26,409	26,409	26,409	0,100	0,100	0,100
2023	25,763	25,763	25,763	0,102	0,102	0,102
2024	25,019	25,019	25,019	0,105	0,105	0,105
2025	24,142	24,142	24,142	0,109	0,109	0,109
2026	23,078	23,078	23,078	0,114	0,114	0,114
2027	21,706	21,706	21,706	0,121	0,121	0,121
2028	19,652	19,652	19,652	0,133	0,133	0,133
2029	16,372	16,372	16,372	0,160	0,160	0,160
2030	16,367	16,367	16,367	0,160	0,160	0,160

Tabel 4. 143 Travel Time Jalinan Jalan CA Kondisi Eksisting  
with Project

CA						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			Travel Time (jam)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	28,069	28,069	28,069	0,025	0,025	0,025
2021	27,643	27,643	27,643	0,025	0,025	0,025
2022	27,166	27,166	27,166	0,025	0,025	0,025
2023	26,630	26,630	26,630	0,026	0,026	0,026
2024	26,021	26,021	26,021	0,026	0,026	0,026
2025	25,320	25,320	25,320	0,027	0,027	0,027
2026	24,501	24,501	24,501	0,028	0,028	0,028
2027	23,516	23,516	23,516	0,029	0,029	0,029
2028	22,278	22,278	22,278	0,030	0,030	0,030
2029	20,558	20,558	20,558	0,033	0,033	0,033
2030	16,386	16,386	16,386	0,041	0,041	0,041

Tabel 4. 144 Travel Time Bagian *Underpass* Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru

Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Waru						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			Travel Time (jam)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	52,000	52,000	52,000	0,011	0,011	0,011
2021	52,000	52,000	52,000	0,011	0,011	0,011
2022	50,000	50,000	50,000	0,011	0,011	0,011
2023	49,000	49,000	49,000	0,011	0,011	0,011
2024	49,000	49,000	49,000	0,011	0,011	0,011
2025	48,000	48,000	48,000	0,011	0,011	0,011
2026	48,000	48,000	48,000	0,011	0,011	0,011
2027	46,000	46,000	46,000	0,012	0,012	0,012
2028	46,000	46,000	46,000	0,012	0,012	0,012
2029	46,000	46,000	46,000	0,012	0,012	0,012
2030	44,000	44,000	44,000	0,013	0,013	0,013

Tabel 4. 145 Travel Time Bagian *Underpass* Jl. Raya Waru – Jl. ahmad Yani

Jl. Raya Waru – Jl. Ahmad Yani						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			Travel Time (jam)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
2020	50,000	50,000	50,000	0,011	0,011	0,011
2021	50,000	50,000	50,000	0,011	0,011	0,011
2022	48,000	48,000	48,000	0,011	0,011	0,011
2023	47,000	47,000	47,000	0,012	0,012	0,012
2024	47,000	47,000	47,000	0,012	0,012	0,012
2025	46,000	46,000	46,000	0,012	0,012	0,012
2026	46,000	46,000	46,000	0,012	0,012	0,012
2027	45,000	45,000	45,000	0,012	0,012	0,012
2028	44,000	44,000	44,000	0,013	0,013	0,013
2029	42,000	42,000	42,000	0,013	0,013	0,013
2030	42,000	42,000	42,000	0,013	0,013	0,013

Dalam menentukan nilai waktu pada setiap tahunnya selama 10 tahun, maka dibutuhkan nilai kalibrasi serta *time value*. Nilai kalibrasi didapatkan dari perbandingan nilai harga dollar pada tahun 1996 dan harga dollar pada tahun 2020. Nilai waktu (*time value*) didapatkan dari nilai faktor kalibrasi dengan nilai waktu dasar. Berikut adalah contoh perhitungan untuk nilai waktu pada tahun ke-0 yaitu tahun 2020:

- Nilai Kalibrasi
 

Tahun 1996	= Rp 2.306	
Tahun 2020	= Rp 15.802	
Nilai Kalibrasi	= Rp 15.802/Rp. 2.306	= 6,853
  
- Nilai Waktu Dasar (Referensi PT. Jasa Marga)
 

Gol I	= Rp 12.287 /jam/kendaraan	
Gol IIA	= Rp 18.534 /jam/kendaraan	
Gol IIB	= Rp 13.768 /jam/kendaraan	
  
- Nilai Waktu Dasar Tahun 1996
 

= Nilai Waktu Dasar Tahun 1996 x Nilai K 0,74 (Surabaya)

Gol I	= Rp 12.287 x 0,74	= Rp 9.092
Gol IIA	= Rp 18.534 x 0,74	= Rp 13.715
Gol IIB	= Rp 13.768 x 0,74	= Rp 10.188
  
- Nilai Waktu Dasar Tahun 2020
 

= Nilai Waktu Dasar Tahun 1996 x Nilai Kalibrasi

Gol I	= Rp 9.092 x 6,853	= Rp 62.306,066
Gol IIA	= Rp 13.715 x 6,853	= Rp 93.983,937
Gol IIB	= Rp 10.188 x 6,853	= Rp 69.816,059
  
- Nilai Waktu Minimum Tahun 1996
 

Nilai waktu minimum yang digunakan adalah nilai waktu minimum selain jakarta (Surabaya)

Gol I	= Rp 6.000 /jam/kendaraan
Gol IIA	= Rp 9.051 /jam/kendaraan
Gol IIB	= Rp 6.723 /jam/kendaraan

- Nilai Waktu Minimum Tahun 2020  
= Nilai Waktu Minimum Tahun 1996 x Nilai Kalibrasi  
Gol I = Rp 6.000 x 6,853 = Rp 41.115,351  
Gol IIA = Rp 9.051 x 6,853 = Rp 62.022,507  
Gol IIB = Rp 6.723 x 6,853 = Rp 46.069,751

Dari hasil perhitungan diatas kemudian dicari nilai tertinggi antara nilai waktu dasar atau nilai waktu minimum tiap golongan maka didapatkan:

- Nilai Waktu Tahun 2020  
Gol I = Rp 62.306,066  
Gol IIA = Rp 93.983,937  
Gol IIB = Rp 69.816,059
- Nilai  $i$  untuk 2021 (Tahun ke 1)  
 $i = (1 + \text{Tingkat Inflasi})^{(\text{tahun ke-n operasi})}$   
 $= (1 + 0,039)^{(1)}$   
 $= 1,039$
- Inflasi Nilai Waktu 2021  
= Nilai Waktu Tahun 2020 x  $i$   
Gol I = Rp 62.306,066 x 1,039 = Rp 64.736,003  
Gol IIA = Rp 93.983,937 x 1,039 = Rp 97.649,310  
Gol IIB = Rp 69.816,059 x 1,039 = Rp 72.538,886

Hasil perhitungan inflasi nilai waktu hingga 10 tahun kedepan dapat dilihat pada Tabel 4.146 dan Tabel 4.147.

Tabel 4. 146 Inflasi Nilai Waktu

Tahun	Tahun Ke - n	$i = 3,85\%(F/P, i\%, n)$	INFLASI NILAI WAKTU (Rp/jam/kendaraan)		
		$(1+0.0385)^{(n)}$	Gol I	Gol II	Gol III
2020	0	1,000	Rp62.306,066	Rp93.983,937	Rp69.816,059
2021	1	1,039	Rp64.736,003	Rp97.649,310	Rp72.538,886
2022	2	1,080	Rp67.260,707	Rp101.457,633	Rp75.367,902

Tabel 4. 147 Inflasi Nilai Waktu (lanjutan)

Tahun	Tahun Ke - n	$i = 3,85\%(F/P, i\%, n)$	INFLASI NILAI WAKTU (Rp/jam/kendaraan)		
		$(1+0.0385)^{(n)}$	Gol I	Gol II	Gol III
2023	3	1,122	Rp69.883,875	Rp105.414,481	Rp78.307,250
2024	4	1,165	Rp72.609,346	Rp109.525,646	Rp81.361,233
2025	5	1,211	Rp75.441,110	Rp113.797,146	Rp84.534,321
2026	6	1,258	Rp78.383,313	Rp118.235,235	Rp87.831,160
2027	7	1,307	Rp81.440,263	Rp122.846,409	Rp91.256,575
2028	8	1,358	Rp84.616,433	Rp127.637,419	Rp94.815,581
2029	9	1,411	Rp87.916,474	Rp132.615,278	Rp98.513,389
2030	10	1,466	Rp91.345,216	Rp137.787,274	Rp102.355,411

Nilai waktu tiap golongan kendaraan didapatkan dari perkalian jumlah kendaraan, nilai waktu per tahunnya, dan jumlah hari dalam setahun. Berikut adalah contoh perhitungan nilai waktu golongan I kondisi eksisting pada tahun 2020.

- Nilai Waktu Golongan I Kondisi Eksisting Tahun 2020

$$= \text{Arus Lalu Lintas} \times \text{Travel Time} \times \text{Inflasi Nilai Waktu} \times 365$$

$$= 8240 \times 0,197 \times \text{Rp } 62.306,066 \times 365$$

$$= \text{Rp } 36.864.575.206,239$$

Hasil perhitungan nilai waktu kondisi eksisting dan rencana akan disajikan pada Tabel 4.148 sampai Tabel 4.124.

Tabel 4. 148 Nilai Waktu Kondisi Eksisting

Tahun	NILAI WAKTU (Rp)			
	Gol I	Gol II	Gol III	TOTAL NILAI WAKTU
2020	Rp36.864.575.206,239	Rp4.798.162.180,807	Rp446.166.571,170	Rp42.108.903.958,215
2021	Rp41.974.689.347,791	Rp5.361.159.170,875	Rp498.517.956,382	Rp47.834.366.475,048
2020	Rp60.299.716.492,811	Rp7.557.740.959,681	Rp702.771.445,130	Rp68.560.228.897,621
2023	Rp68.702.493.993,631	Rp8.449.962.010,059	Rp785.736.378,738	Rp77.938.192.382,428
2024	Rp77.330.715.835,605	Rp9.333.398.423,538	Rp867.884.455,563	Rp87.531.998.714,705
2025	Rp87.325.485.209,738	Rp10.342.708.955,235	Rp961.737.185,463	Rp98.629.931.350,436
2026	Rp99.131.745.514,424	Rp11.521.567.567,509	Rp1.071.355.677,943	Rp111.724.668.759,876
2027	Rp113.711.375.263,526	Rp12.969.052.586,027	Rp1.205.952.926,472	Rp127.886.380.776,025
2028	Rp138.177.633.455,197	Rp15.464.917.617,921	Rp1.438.035.857,690	Rp155.080.586.930,808
2029	Rp155.148.378.831,904	Rp17.039.726.660,842	Rp1.584.472.581,680	Rp173.772.578.074,426
2030	Rp177.053.060.065,179	Rp19.082.019.727,656	Rp1.774.379.229,394	Rp197.909.459.022,228

Tabel 4. 149 Nilai Waktu Kondisi Eksisting *with Project*

Tahun	NILAI WAKTU (Rp)			
	Gol I	Gol II	Gol III	TOTAL NILAI WAKTU
2020	Rp36.864.575.206,239	Rp4.798.162.180,807	Rp446.166.571,170	Rp42.108.903.958,215
2021	Rp36.271.680.511,645	Rp4.579.972.410,264	Rp482.421.814,432	Rp41.334.074.736,341
2020	Rp41.163.393.000,157	Rp5.100.489.656,593	Rp537.249.409,868	Rp46.801.132.066,617
2023	Rp46.877.151.519,627	Rp5.699.902.687,132	Rp600.387.327,716	Rp53.177.441.534,475
2024	Rp53.629.466.828,234	Rp6.399.045.937,004	Rp674.030.119,623	Rp60.702.542.884,861
2025	Rp61.748.713.651,709	Rp7.230.114.660,754	Rp761.569.005,388	Rp69.740.397.317,851
2026	Rp71.794.270.080,765	Rp8.249.214.106,630	Rp868.913.713,986	Rp80.912.397.901,381
2027	Rp84.947.671.369,280	Rp9.578.109.350,384	Rp1.008.890.114,989	Rp95.534.670.834,654
2028	Rp106.089.731.918,538	Rp11.738.353.551,822	Rp1.236.434.919,612	Rp119.064.520.389,972
2029	Rp134.267.181.775,771	Rp14.578.378.738,224	Rp1.535.583.032,467	Rp150.381.143.546,462
2030	Rp153.028.512.534,853	Rp16.304.865.990,317	Rp1.717.438.956,071	Rp171.050.817.481,241



Tabel 4. 150 Nilai Waktu Kondisi Rencana Bagian *Underpass*

Tahun	NILAI WAKTU (Rp)			
	Gol I	Gol II	Gol III	TOTAL NILAI WAKTU
2020	-	-	-	-
2021	Rp510.902.898,409	Rp71.051.651,175	Rp395.900,902	Rp582.350.450,486
2020	Rp591.188.124,969	Rp80.680.212,201	Rp449.551,394	Rp672.317.888,564
2023	Rp670.945.876,670	Rp89.853.363,653	Rp500.664,336	Rp761.299.904,659
2024	Rp745.910.659,470	Rp98.025.527,077	Rp546.199,757	Rp844.482.386,305
2025	Rp846.910.716,315	Rp109.218.327,627	Rp608.566,215	Rp956.737.610,158
2026	Rp941.536.050,649	Rp119.151.734,525	Rp663.915,313	Rp1.061.351.700,487
2027	Rp1.080.882.638,259	Rp134.229.347,120	Rp747.928,004	Rp1.215.859.913,383
2028	Rp1.215.454.821,303	Rp148.119.855,214	Rp825.326,130	Rp1.364.400.002,647
2029	Rp1.384.145.339,318	Rp165.524.267,357	Rp922.303,785	Rp1.550.591.910,459
2030	Rp1.572.178.866,943	Rp184.496.212,581	Rp1.028.015,758	Rp1.757.703.095,282

Dilakukan analisis penghematan nilai waktu dengan selisih nilai waktu eksisting sebelum dibangunnya *underpass* dengan nilai waktu rencana dibangunnya *underpass*. Berikut adalah contoh perhitungan penghematan nilai waktu pada tahun 2021.

- Penghematan Nilai Waktu pada 2021  

$$= \Sigma \text{Nilai Waktu Eksisting} - \Sigma(\text{Nilai Waktu Eksisting with Project} + \text{Nilai Waktu Rencana Bagian } \textit{Underpass})$$

$$= \text{Rp } 47.834.366.475,048 -$$

$$(\text{Rp } 41.334.074.736,341 + \text{Rp } 582.350.450,486)$$

$$= \text{Rp } 5.917.941.288,220$$

Hasil perhitungan penghematan nilai waktu pada 10 tahun kedepan akan disajikan pada Tabel 4.151.

Tabel 4. 151 Penghematan Nilai Waktu

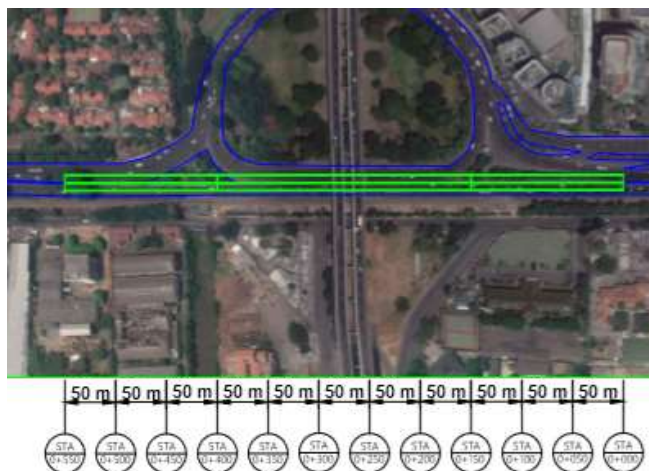
Tahun	TOTAL NILAI WAKTU EKSISTING (Rp)	TOTAL NILAI WAKTU RENCANA (Rp)	TOTAL NILAI WAKTU RENCANA (Rp)	TOTAL PENGHEMATAN NILAI WAKTU (Rp)
2020	42.108.903.958,215	42.108.903.958,215	-	-
2021	47.834.366.475,048	41.334.074.736,341	582.350.450,486	47.834.366.475,048
2022	68.560.228.897,621	46.801.132.066,617	672.317.888,564	68.560.228.897,621
2023	77.938.192.382,428	53.177.441.534,475	761.299.904,659	77.938.192.382,428
2024	87.531.998.714,705	60.702.542.884,861	844.482.386,305	87.531.998.714,705
2025	98.629.931.350,436	69.740.397.317,851	956.737.610,158	98.629.931.350,436
2026	111.724.668.759,876	80.912.397.901,381	1.061.351.700,487	111.724.668.759,876
2027	127.886.380.776,025	95.534.670.834,654	1.215.859.913,383	127.886.380.776,025
2028	155.080.586.930,808	119.064.520.389,972	1.364.400.002,647	155.080.586.930,808
2029	173.772.578.074,426	150.381.143.546,462	1.550.591.910,459	173.772.578.074,426
2030	197.909.459.022,228	171.050.817.481,241	1.757.703.095,282	197.909.459.022,228

Total penghematan nilai waktu digunakan sebagai nilai benefit untuk perhitungan BCR dan NPV.

#### 4.5.3 Analisis Kelayakan Pembangunan Underpass

Dalam perhitungan analisis kelayakan pembangunan underpass diperlukan biaya pembangunan dan pemeliharaan. Biaya pembangunan yang digunakan dalam tugas akhir ini mengacu pada biaya pembangunan underpass Bundaran Satelit (Mahayasa, Putu Radesta. 2018) dengan panjang desain underpass 475 meter dan lebar underpass 18 meter, biaya pembangunan pada underpass Bundaran Satelit pada tahun 2018 tersebut sebesar Rp 84.000.631.482. Maka dapat disimpulkan bahwa biaya pembangunan per meter persegi pada pembangunan underpass Bundaran Satelit sebesar Rp 176.843.434,699/m.

Dalam tugas akhir ini, di desain perencanaan pembangunan underpass dengan panjang 650 meter dan lebar 18 meter seperti Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Desain Perencanaan Underpass Bundaran Waru

Dengan desain tersebut maka didapatkan nilai biaya pembangunan pada underpass Bundaran Waru dengan panjang 550 meter dan lebar 18 meter sebesar Rp 97.263.889.084,421. Diketahui bahwa harga tersebut masih dalam harga 2018, maka perlu adanya pengalihan inflasi tiap tahun untuk menentukan harga pada 2020 dapat dilihat pada Tabel 4.127.

Tabel 4. 152 Biaya Pembangunan Underpass Bundaran Waru Hasil Inflasi

TAHUN	TINGKAT INFLASI	HARGA UNDERPASS
2018	3,20%	Rp 97.263.889.084,421
2019	3,03%	Rp 100.210.174.391,270
2020	3,11%	Rp 103.330.051.153,985

Dalam perencanaan biaya pemeliharaan pada tahun 2021 diasumsikan 5% dari harga pembangunan Rp 103.330.051.153,985 yaitu sebesar Rp 5.166.502.557,699. Biaya pembangunan akan mengalami peningkatan pada setiap tahunnya, besar nilai inflasi yang terjadi berdasarkan nilai inflasi Bank Indonesia sebesar 3,90%. Maka biaya pemeliharaan pada tahun 2021 adalah sebesar Rp 5.166.502.557,699 + (Rp 5.166.502.557,699 x 3,90%) = Rp5.367.996.157,450.

#### 4.5.3.1 Analisis *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Analisis nilai BCR dilakukan perbandingan antara biaya yang dikeluarkan dalam pembangunan underpass pada Bundaran Waru dengan besar penghematan BOK dan nilai waktu yang terjadi. Perhitungan mengenai analisis BCR adalah sebagai berikut:

- Biaya Pembangunan : Rp 103.330.051.153,985
- Biaya Pemeliharaan : Rp 5.367.996.157,450
- Tingkat Inflasi : 3,90%
- Tingkat Suku Bunga : 5,22%
- Umur Rencana : 10 tahun

Suku bunga yang digunakan pada tugas akhir ini didapatkan dari rata-rata BI Rate dari tahun 2006 hingga 2019. Present Worth Cost adalah jumlah pengeluaran dari pembangunan serta pemeliharaan dalam waktu 10 tahun perencanaan dan Present Worth Benefit adalah penghematan biaya operasional kendaraan dan nilai waktu. Biaya pemeliharaan dimulai pada tahun 2021 karena dianggap proses pembangunan underpass dilakukan selama 1 tahun. Biaya pemeliharaan akan meningkat pada setiap tahun berdasarkan inflasi. Sedangkan Present Worth Benefit meningkat tiap tahunnya berdasarkan BI Rate tiap bulannya dapat dilihat pada Tabel 4.153 dan Tabel 4.154.

Tabel 4. 153 BI Rate Tiap Bulan

Tanggal	BI 7-Day	Tanggal	BI 7-Day	Tanggal	BI 7-Day	Tanggal	BI 7-Day
19 Desember 2019	5,00%	15 Desember 2016	4,75%	12 Desember 2013	7,50%	5 Januari 2011	6,50%
21 Nopember 2019	5,00%	17 Nopember 2016	4,75%	12 Nopember 2013	7,50%	3 Desember 2010	6,50%
24 Oktober 2019	5,00%	20 Oktober 2016	4,75%	8 Oktober 2013	7,25%	4 Nopember 2010	6,50%
19-Sep-19	5,25%	22-Sep-16	5,00%	12-Sep-13	7,25%	5 Oktober 2010	6,50%
22 Agustus 2019	5,50%	19 Agustus 2016	5,25%	29 Agustus 2013	7,00%	03-Sep-10	6,50%
18 Juli 2019	5,75%	21 Juli 2016	5,25%	15 Agustus 2013	6,50%	4 Agustus 2010	6,50%
20 Juni 2019	6,00%	16 Juni 2016	5,25%	11 Juli 2013	6,50%	5 Juli 2010	6,50%
16 Mei 2019	6,00%	19 Mei 2016	5,50%	13 Juni 2013	6,00%	3 Juni 2010	6,50%
25-Apr-19	6,00%	21-Apr-16	5,50%	14 Mei 2013	5,75%	5 Mei 2010	6,50%
21 Maret 2019	6,00%	17 Maret 2016	6,75%	11-Apr-13	5,75%	06-Apr-10	6,50%
21 Februari 2019	6,00%	18 Februari 2016	7,00%	7 Maret 2013	5,75%	4 Maret 2010	6,50%
17 Januari 2019	6,00%	14 Januari 2016	7,25%	12 Februari 2013	5,75%	4 Februari 2010	6,50%
20 Desember 2018	6,00%	17 Desember 2015	7,50%	10 Januari 2013	5,75%	6 Januari 2010	6,50%
15 Nopember 2018	6,00%	17 Nopember 2015	7,50%	11 Desember 2012	5,75%	3 Desember 2009	6,50%
23 Oktober 2018	5,75%	15 Oktober 2015	7,50%	8 Nopember 2012	5,75%	4 Nopember 2009	6,50%
27-Sep-18	5,75%	17-Sep-15	7,50%	11 Oktober 2012	5,75%	5 Oktober 2009	6,50%
15 Agustus 2018	5,50%	18 Agustus 2015	7,50%	13-Sep-12	5,75%	03-Sep-09	6,50%
19 Juli 2018	5,25%	14 Juli 2015	7,50%	9 Agustus 2012	5,75%	5 Agustus 2009	6,50%
29 Juni 2018	5,25%	18 Juni 2015	7,50%	12 Juli 2012	5,75%	3 Juli 2009	6,75%
30 Mei 2018	4,75%	19 Mei 2015	7,50%	12 Juni 2012	5,75%	3 Juni 2009	7,00%
19-Apr-18	4,25%	14-Apr-15	7,50%	10 Mei 2012	5,75%	5 Mei 2009	7,25%
22 Maret 2018	4,25%	17 Maret 2015	7,50%	12-Apr-12	5,75%	03-Apr-09	7,50%
15 Februari 2018	4,25%	17 Februari 2015	7,50%	8 Maret 2012	5,75%	4 Maret 2009	7,75%

Tabel 4. 154 BI Rate Tiap Bulan (lanjutan)

Tanggal	BI 7-Day	Tanggal	BI 7-Day	Tanggal	BI 7-Day	Tanggal	BI 7-Day
18 Januari 2018	4,25%	15 Januari 2015	7,75%	9 Februari 2012	5,75%	4 Februari 2009	8,25%
14 Desember 2017	4,25%	11 Desember 2014	7,75%	12 Januari 2012	6,00%	7 Januari 2009	8,75%
16 Nopember 2017	4,25%	18 Nopember 2014	7,75%	8 Desember 2011	6,00%	Rata - Rata	6,22%
19 Oktober 2017	4,25%	7 Oktober 2014	7,50%	10 Nopember 2011	6,00%		
22-Sep-17	4,25%	11-Sep-14	7,50%	11 Oktober 2011	6,50%		
22 Agustus 2017	4,50%	14 Agustus 2014	7,50%	08-Sep-11	6,75%		
20 Juli 2017	4,75%	10 Juli 2014	7,50%	9 Agustus 2011	6,75%		
15 Juni 2017	4,75%	12 Juni 2014	7,50%	12 Juli 2011	6,75%		
18 Mei 2017	4,75%	8 Mei 2014	7,50%	9 Juni 2011	6,75%		
20-Apr-17	4,75%	08-Apr-14	7,50%	12 Mei 2011	6,75%		
16 Maret 2017	4,75%	13 Maret 2014	7,50%	12-Apr-11	6,75%		
16 Februari 2017	4,75%	13 Februari 2014	7,50%	4 Maret 2011	6,75%		
19 Januari 2017	4,75%	9 Januari 2014	7,50%	4 Februari 2011	6,75%		

(Sumber : <https://www.bi.go.id/>)

Nilai biaya cost didapatkan dari biaya pembangunan dan biaya pemeliharaan. Biaya pemeliharaan dimulai pada tahun 2021

dikarenakan diasumsikan pembangunan underpass dilakukanselama 1 tahun dan biaya pemeliharaan dilakukan setelah underpass beroperasi dengan inflasi 3,90% tiap tahunnya, perhitungan nilai cost selama 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.155.

Tabel 4. 155 Total Cost Selama 10 Tahun

Tahun	Tahun Operasi ke -	Total Cost (Rp)		Total Cost (Rp)
		Biaya Pembangunan (Rp)	Biaya Pemeliharaan (Rp)	
2020	0	103.330.051.153,985	-	103.330.051.153,985
2021	1		5.367.996.157,450	5.367.996.157,450
2022	2		5.577.292.476,595	5.577.292.476,595
2023	3		5.794.749.187,053	5.794.749.187,053
2024	4		6.020.684.459,667	6.020.684.459,667
2025	5		6.255.428.870,652	6.255.428.870,652
2026	6		6.499.325.885,274	6.499.325.885,274
2027	7		6.752.732.360,394	6.752.732.360,394
2028	8		7.016.019.066,597	7.016.019.066,597
2029	9		7.289.571.230,687	7.289.571.230,687
2030	10		7.573.789.099,326	7.573.789.099,326

Nilai biaya benefit didapatkan dari nilai total saving Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan saving Nilai Waktu. Nilai benefit diperhitungkan dari mulai beroperasinya underpass pada tahun 2021, dikarenakan terjadinya saving biaya disaat underpass sudah beroperasi. Nilai benefit pada 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.156.

Tabel 4. 156 Total Benefit Selama 10 Tahun

Tahun	Tahun Operasi Ke-	Benefit (Rp)		Total Benefit (Rp)
		Saving BOK	Saving Time Value	
2020	0	-	-	-
2021	1	5.063.180.213,691	5.917.941.288,220	10.981.121.501,911
2022	2	9.174.467.442,972	21.086.778.942,440	30.261.246.385,412
2023	3	10.587.403.152,706	23.999.450.943,295	34.586.854.096,001
2024	4	11.710.835.530,388	25.984.973.443,539	37.695.808.973,927
2025	5	13.133.967.745,967	27.932.796.422,427	41.066.764.168,394
2026	6	13.736.945.771,661	29.750.919.158,008	43.487.864.929,668
2027	7	14.818.247.517,599	31.135.850.027,989	45.954.097.545,588
2028	8	16.207.098.215,012	34.651.666.538,190	50.858.764.753,202
2029	9	13.707.753.436,096	21.840.842.617,505	35.548.596.053,600
2030	10	15.899.777.066,365	25.100.938.445,705	41.000.715.512,070

Setelah mendapat nilai Cost dan Benefit, maka diperlukan perhitungan *Present Worth Cost* dan *Present Worth Benefit* dengan nilai suku bunga ( $i\%$ ) 6,22%, maka nilai faktor present worth adalah:

$$\begin{aligned}
 (P/F, i\%, n) \text{ pada tahun 2021} &= 1 / (1+i\%)^n \\
 &= 1 / (1+6,22\%)^1 \\
 &= 0,941
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Present Worth Cost} &= \text{Nilai Cost 2021} \times (P/F, i\%, n) \text{ 2021} \\
 &= \text{Rp } 5.367.996.157,450 \times 0,941 \\
 &= \text{Rp } 5.053.658.592,967
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Present Worth Benefit} &= \text{Nilai Benefit 2021} \times (P/F, i\%, n) \text{ 2021} \\
 &= \text{Rp } 10.981.121.501,911 \times 0,941
 \end{aligned}$$



$$= \text{Rp } 10.338.092.168,999$$

Perhitungan nilai present worth cost, present worth benefit selama 10 tahun dan nilai BCR dapat dilihat pada Tabel 4.157.

Tabel 4. 157 Nilai Present Worth Cost dan Benefit Selama 10 Tahun

Tahun	Tahun Operasi Ke-	$i = 6,22\%$	Present Worth Cost (Rp)	Present Worth Benefit (Rp)
		(P/F, $i\%$ ,n)		
2020	0	1,000	103.330.051.153,985	-
2021	1	0,941	5.053.658.592,967	10.338.092.168,999
2022	2	0,886	4.943.230.087,428	26.820.953.759,045
2023	3	0,834	4.835.214.577,268	28.859.723.813,495
2024	4	0,786	4.729.559.335,644	29.612.009.471,948
2025	5	0,740	4.626.212.787,853	30.370.993.497,013
2026	6	0,696	4.525.124.486,167	30.278.217.451,786
2027	7	0,655	4.426.245.085,195	30.121.747.397,949
2028	8	0,617	4.329.526.317,808	31.384.515.691,886
2029	9	0,581	4.234.920.971,568	20.652.174.205,175
2030	10	0,547	4.142.382.865,686	22.424.794.140,778
TOTAL			149.176.126.261,569	260.863.221.598,075

Berikut contoh perhitungan untuk mencari nilai BCR.

$$\begin{aligned}
 \text{Total Present Worth Cost} &= \text{Rp } 149.176.126.261,569 \\
 \text{Total Present Worth Benefit} &= \text{Rp } 260.863.221.598,075 \\
 \text{Benefit Cost Ratio (BCR)} &= \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 260.863.221.598,075}{\text{Rp } 149.176.126.261,569} = 1,749
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai BCR sebesar  $1,749 > 1$ . Sesuai dengan syarat, jika  $\text{BCR} > 1$ , manfaat yang ditimbulkan proyek pembangunan underpass Bundaran Waru lebih besar dibandingkan biaya yang diperlukan. Maka proyek layak untuk dilaksanakan dan dapat dikatakan layak secara ekonomi.

#### 4.5.3.2 Analisis *Net Present Value* (NPV)

Analisis NPV digunakan untuk meninjau kelayakan pembangunan underpass di Bundaran Waru secara ekonomi seperti dengan analisis BCR. Dalam perhitungan nilai NPV, didapatkan dari hasil selisih Benefit dan Cost. Nilai Benefit dan Cost merupakan hasil dari perhitungan BCR. Berikut adalah contoh perhitungan NPV. Perhitungan NPV pertahun selama 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.158.

Tabel 4. 158 Nilai Net Present Value (NPV) Pertahun

Tahun	Tahun ke-	BI Rate, i = 6,95%	<i>Present Worth Cost</i>	<i>Present Worth Benefit</i>	NPV Pertahun
		(P/F,i%,n)	(Rupiah/Tahun)	(Rupiah/Tahun)	(Rupiah/Tahun)
2020	0	1,000	103.330.051.153,985	-	-103.330.051.153,985
2021	1	0,941	5.053.658.592,967	10.338.092.168,999	5.284.433.576,032
2022	2	0,886	4.943.230.087,428	26.820.953.759,045	21.877.723.671,617
2023	3	0,834	4.835.214.577,268	28.859.723.813,495	24.024.509.236,227
2024	4	0,786	4.729.559.335,644	29.612.009.471,948	24.882.450.136,304
2025	5	0,740	4.626.212.787,853	30.370.993.497,013	25.744.780.709,160
2026	6	0,696	4.525.124.486,167	30.278.217.451,786	25.753.092.965,619
2027	7	0,655	4.426.245.085,195	30.121.747.397,949	25.695.502.312,754
2028	8	0,617	4.329.526.317,808	31.384.515.691,886	27.054.989.374,078
2029	9	0,581	4.234.920.971,568	20.652.174.205,175	16.417.253.233,608
2030	10	0,547	4.142.382.865,686	22.424.794.140,778	18.282.411.275,092
TOTAL			149.176.126.261,569	260.863.221.598,075	111.687.095.336,507

Berikut contoh perhitungan untuk mencari nilai NPV.

$$\begin{aligned} \text{Total Present Worth Cost} &= \text{Rp } 149.176.126.261,569 \\ \text{Total Present Worth Benefit} &= \text{Rp } 260.863.221.598,075 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Net Present Value (NPV)} &= \text{Benefit} - \text{Cost} \\ &= \text{Rp } 260.863.221.598,075 - \\ &\quad \text{Rp } 149.176.126.261,569 \\ &= \text{Rp } 111.687.095.336,507\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai NPV sebesar Rp111.687.095.336,507 > 0. Sesuai dengan syarat, jika NPV>0, manfaat yang ditimbulkan proyek pembangunan underpass Bundaran Waru lebih besar dibandingkan biaya yang diperlukan. Maka proyek layak untuk dilaksanakan dan dapat dikatakan layak secara ekonomi.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik setelah menganalisis data yang di lakukan pada bab IV yaitu :

1. Karakteristik kendaraan yang melintas pada Bundaran Waru dapatkan jam sibuk pada pukul 18.15-19.15 WIB dengan total *Peak Hour Volume* (PHV) sebesar 17532,7 smp/jam kendaraan per jam. Dengan persentase kendaraan 65% MC, 33% LV, 2% MV dan 0% UM.
2. Kinerja lalu lintas pada kondisi sebelum dan sesudah dibangunnya *underpass* pada Bundaran Waru berupa derajat kejenuhan, kecepatan, dan tundaan. Berikut adalah hasil derajat kejenuhan, kecepatan dan tundaan pada Bundaran Waru :

- Derajat Kejenuhan (DS)

Tahun	DS Eksisting	DS Eksisting <i>with Project</i>	DS Rencana <i>Underpass</i>
2020	0,50 – 0,65	0,49 – 0,56	0,22 – 0,27
2021	0,53 – 0,70	0,53 – 0,60	0,23 – 0,29
2022	0,57 – 0,75	0,57 – 0,64	0,25 – 0,31
2023	0,62 – 0,81	0,61 – 0,69	0,27 – 0,34
2024	0,66 – 0,87	0,65 – 0,74	0,29 – 0,36
2025	0,71 – 0,93	0,70 – 0,80	0,31 – 0,39
2026	0,76 – 1,00	0,75 – 0,86	0,33 – 0,42
2027	0,82 – 1,07	0,81 – 0,92	0,35 – 0,45
2028	0,88 – 1,15	0,87 – 0,99	0,38 – 0,48
2029	0,94 – 1,24	0,94 – 1,07	0,41 – 0,52
2030	1,01 – 1,33	1,00 – 1,15	0,44 – 0,55

- Kecepatan (V)

Tahun	V Eksisting (km/jam)	V Eksisting <i>with Project</i> (km/jam)	V Rencana <i>Underpass</i> (km/jam)
2020	25,716 – 28,031	27,070 – 28,069	50 – 52
2021	25,029 – 27,480	26,560 – 27,643	50 – 52
2022	16,174 – 26,855	25,967 – 27,166	48 – 50
2023	16,161 – 26,137	25,287 – 26,630	49 - 47
2024	16,157 – 25,296	24,493 – 26,021	49 - 47
2025	16,153 – 24,296	23,543 – 25,320	48 – 46
2026	16,149 – 24,287	22,360 – 24,501	48 – 46
2027	16,145 – 23,021	20,753 – 23,516	46 – 45
2028	16,141 – 16,863	17,641 – 22,278	46 – 44
2029	16,137 – 16,862	16,251 – 20,558	46 – 42
2030	16,133 – 16,861	16,250 – 16,386	44 – 42

- Tundaaan (D<sub>R</sub>)

Tahun	D <sub>R</sub> Eksisting (det/smp)	D <sub>R</sub> Rencana <i>with Project</i> (det/smp)
2020	6,854	7,760
2021	7,200	7,383
2022	7,695	7,319
2023	12,388	7,446
2024	12,738	8,041
2025	13,212	8,836
2026	13,902	9,971
2027	15,030	11,768
2028	17,328	15,181
2029	17,923	19,601
2030	19,013	19,158

3. Kelayakan ekonomi didapatkan hasil perhitungan analisis penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK), penghematan nilai waktu, analisis Benefit Cost Ratio (BCR), analisis Net Present Value (NPV) sebagai berikut :
  - Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan Nilai Waktu akan didapatkan hasil perbandingan antara kondisi sebelum dibangunnya underpass dan setelah dibangunnya underpass. Penghematan BOK yang didapatkan pada tahun 2021 adalah sebesar Rp5.063.180.213,691 Penghematan nilai waktu yang didapatkan pada tahun 2021 sebesar Rp 5.917.941.288,220.
  - Benefit Cost Ratio (BCR) didapatkan hasil nilai BCR sebesar 1,749 memenuhi syarat  $BCR > 1$  serta nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp 111.687.095.336,507 memenuhi syarat  $NPV > 0$ .

## 5.2 Saran

Hasil analisis kinerja lalu lintas didapatkan bahwa nilai DS rencana pembangunan underpass pada ruas Bundaran Waru tahun 2025 didapatkan hasil 0,78 dimana kondisi tersebut sudah melampaui batas minimal DS yaitu 0,75. Maka, diperlukan analisis lebih lanjut seperti analisis Transport Demand Management (TDM) atau lain sebagainya.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

- Bank Indonesia. 2020. **BI Rate Berdasarkan Hasil Rapat Dewan Gubernur Bank Indonesia**, <URL: <https://www.bi.go.id> > diakses pada: Senin, 14 April 2020 Pukul: 20.00 WIB.
- Bank Indonesia. 2020. **Laporan Inflasi Berdasarkan perhitungan Inflasi Tahunan**, <URL: <https://www.bi.go.id> > diakses pada: Senin, 14 April 2020 pukul: 20.18 WIB
- BPS Jawa Timur. 2019. **Jumlah Kendaraan Bermotor**, <URL: <https://jatim.bps.go.id> > diakses pada: Minggu, 15 September 2019 pukul: 20.05 WIB
- BPS Jawa Timur. 2019. **Proyeksi Penduduk Kabupaten/Kota di Jawa Timur**, <URL: <https://jatim.bps.go.id> > diakses pada: Minggu, 15 September 2019 pukul: 21.14 WIB.
- Direktoral Jenderal Bina Marga. 1997. **Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)**. Jakarta.
- Kementrian PU. 2014. **Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)**. Jakarta.
- Kementrian PUPR. 2017. **Modul 3 Kelayakan Ekonomi**. Bandung
- ND LEA and Associates, Ltd. 1975. **Traffic and Economic Studies and Analysis**.
- Mahayasa, Putu Radesta. 2018. **Perencanaan Underpass Mayjend Sungkono Surabaya Dari Segi Studi Kelayakan Ekonomi Jalan Raya**. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil-FTSPK-ITS.
- Republik Indonesia. 2004. **Undang-undang No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan**. Jakarta: Kementrian Hukum dan Hak Asasi Manusia.
- Rizki, Hevil Saftia. 2018. **Perencanaan Pembangunan Flyover Mayangkara Baru, Surabaya Ditinjau Dari Segi Ekonomi Jalan Raya**. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil-FTSPK-ITS.

- Surabaya.Com. 2019. **Rapat Terkait Pembangunan Underpass Bundaran Waru Di Dishub Kota Surabaya**, <URL: <http://surabayaraya.com/rapat-terkait-rencana-pembangunan-underpass-bundaran-waru-di-dishub-kota-surabaya/286672/> > diakses pada: 17 September 2019 pukul: 19.30 WIB.
- Tamin, Ofyar Z. 2000. **Perencanaan dan Permodelan Transportasi (Edisi Kedua)**. Penerbit: ITS, Bandung.

## **LAMPIRAN**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# 1. Nilai Pertumbuhan Volume Lalu Lintas Selama 10 Tahun Pada Bundaran Waru Kondisi Eksisting Sebelum Dibangun Underpass

## • Tahun 2020

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5			
Pendekat/Gerakan	kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1344	1344	105	136,5	2703	1351,5	4152	2832
	RT (GELURAN)	1134	1134	68	88,4	3749	1874,5	4951	3096,9
	UT								
	TOTAL	2478	2478	173	224,9	6452	3226	9103	5928,9
B (WARU)	LT (GELURAN)	1743	1743	261	339,3	1977	988,5	3981	3070,8
	ST (A. YANI)	2002	2002	24	31,2	4541	2270,5	6567	4303,7
	RT								
	UT								
	TOTAL	3745	3745	285	370,5	6518	3259	10548	7374,5
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1123	1123	26	33,8	1838	919	2987	2075,8
	ST								
	RT (WARU)	1195	1195	15	19,5	1419	709,5	2629	1924
	UT								
	TOTAL	2318	2318	41	53,3	3257	1628,5	5616	3999,8

## • Tahun 2021

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5			
Pendekat/Gerakan	kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1438	1438	110	143,325	2919	1459,62	4468	3041,025
	RT (GELURAN)	1213	1213	71	92,82	4049	2024,46	5334	3330,66
	UT								
	TOTAL	2651	2651	182	236,145	6968	3484,08	9801	6371,685
B (WARU)	LT (GELURAN)	1865	1865	274	356,265	2135	1067,58	4274	3288,855
	ST (A. YANI)	2142	2142	25	32,76	4904	2452,14	7072	4627,04
	RT								
	UT								
	TOTAL	4007	4007	299	389,025	7039	3519,72	11346	7915,895
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1202	1202	27	35,49	1985	992,52	3214	2229,62
	ST								
	RT (WARU)	1279	1279	16	20,475	1533	766,26	2827	2065,385
	UT								
	TOTAL	2480	2480	43	55,965	3518	1758,78	6041	4295,005

## • Tahun 2022

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5			
Pendekat/Gerakan	kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1539	1539	116	150,49125	3153	1576,3896	4807	3265,626
	RT (GELURAN)	1298	1298	75	97,461	4373	2186,4168	5746	3582,194
	UT								
	TOTAL	2837	2837	191	247,95225	7526	3762,8064	10553	6847,821
B (WARU)	LT (GELURAN)	1996	1996	288	374,07825	2306	1152,9864	4589	3522,625
	ST (A. YANI)	2292	2292	26	34,398	5297	2648,3112	7615	4974,799
	RT								
	UT								
	TOTAL	4288	4288	314	408,47625	7603	3801,2976	12204	8497,424
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1286	1286	29	37,2645	2144	1071,9216	3458	2394,909
	ST								
	RT (WARU)	1368	1368	17	21,49875	1655	827,5608	3040	2217,215
	UT								
	TOTAL	2654	2654	45	58,76325	3799	1899,4824	6498	4612,124

- Tahun 2023

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5	kend/jam	smp/jam	
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1646	1646	122	158,0158125	3405	1702,500768	5173	3506,974
	RT (GELURAN)	1389	1389	79	102,33405	4723	2361,330144	6191	3852,863
	UT								
	TOTAL	3036	3036	200	260,3498625	8128	4063,830912	11364	7359,837
B (WARU)	LT (GELURAN)	2135	2135	302	392,7821625	2490	1245,225312	4928	3773,257
	ST (A. YANI)	2453	2453	28	36,1179	5720	2860,176096	8201	5348,83
	RT								
	UT								
	TOTAL	4588	4588	330	428,9000625	8211	4105,401408	13129	9122,088
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1376	1376	30	39,127725	2315	1157,675328	3721	2572,526
	ST								
	RT (WARU)	1464	1464	17	22,5736875	1788	893,765664	3269	2380,266
	UT								
	TOTAL	2840	2840	47	61,7014125	4103	2051,440992	6990	4952,792

- Tahun 2024

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5	kend/jam	smp/jam	
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1762	1762	128	165,9166031	3677	1838,700829	5567	3766,327
	RT (GELURAN)	1486	1486	83	107,4507525	5100	2550,236556	6670	4144,13
	UT								
	TOTAL	3248	3248	210	273,3673556	8778	4388,937385	12236	7910,457
B (WARU)	LT (GELURAN)	2285	2285	317	412,4212706	2690	1344,843337	5292	4041,982
	ST (A. YANI)	2624	2624	29	37,923795	6178	3088,990184	8831	5751,128
	RT								
	UT								
	TOTAL	4909	4909	346	450,3450656	8868	4433,833521	14123	9793,11
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1472	1472	32	41,08411125	2501	1250,289354	4004	2763,397
	ST								
	RT (WARU)	1566	1566	18	23,70237188	1931	965,2669171	3515	2555,371
	UT								
	TOTAL	3038	3038	50	64,78648313	4431	2215,556271	7519	5318,768

- Tahun 2025

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5	kend/jam	smp/jam	
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1885	1885	134	174,2124333	3972	1985,796896	5991	4045,039
	RT (GELURAN)	1590	1590	87	112,8232901	5509	2754,25548	7186	4457,572
	UT								
	TOTAL	3476	3476	221	287,0357234	9480	4740,052376	13176	8502,611
B (WARU)	LT (GELURAN)	2445	2445	333	433,0423342	2905	1452,430804	5683	4330,121
	ST (A. YANI)	2808	2808	31	39,81998475	6672	3336,109398	9511	6183,838
	RT								
	UT								
	TOTAL	5253	5253	364	472,8623189	9577	4788,540202	15193	10513,96
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1575	1575	33	43,13831681	2701	1350,312503	4309	2968,516
	ST								
	RT (WARU)	1676	1676	19	24,88749047	2085	1042,48827	3780	2743,425
	UT								
	TOTAL	3251	3251	52	68,02580728	4786	2392,800773	8089	5711,941

- Tahun 2026

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5	kend/jam	smp/jam	
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	2017	2017	141	182,9230549	4289	2144,660647	6447	4344,565
	RT (GELURAN)	1702	1702	91	118,4644546	5949	2974,595918	7742	4794,889
	UT								
	TOTAL	3719	3719	232	301,3875096	10239	5119,256566	14189	9139,454
B (WARU)	LT (GELURAN)	2616	2616	350	454,6944509	3137	1568,625268	6103	4639,093
	ST (A. YANI)	3004	3004	32	41,81098399	7206	3602,99815	10243	6649,271
	RT								
	UT								
	TOTAL	5620	5620	382	496,5054349	10343	5171,623418	16345	11288,36
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1685	1685	35	45,29523265	2917	1458,337503	4637	3188,953
	ST								
	RT (WARU)	1793	1793	20	26,13186499	2252	1125,887332	4065	2945,392
	UT								
	TOTAL	3479	3479	55	71,42709765	5168	2584,224835	8702	6134,345

- Tahun 2027

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5	kend/jam	smp/jam	
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	2158	2158	148	192,0692077	4632	2316,233499	6938	4666,473
	RT (GELURAN)	1821	1821	96	124,3876774	6425	3212,563592	8342	5157,907
	UT								
	TOTAL	3979	3979	243	316,4568851	11058	5528,797091	15280	9824,38
B (WARU)	LT (GELURAN)	2799	2799	367	477,4291734	3388	1694,11529	6554	4970,422
	ST (A. YANI)	3215	3215	34	43,90153319	7782	3891,238002	11031	7149,914
	RT								
	UT								
	TOTAL	6014	6014	401	521,3307066	11171	5585,353292	17585	12120,34
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1803	1803	37	47,55999429	3150	1575,004503	4990	3425,857
	ST								
	RT (WARU)	1919	1919	21	27,43845824	2432	1215,958319	4372	3162,306
	UT								
	TOTAL	3722	3722	58	74,99845253	5582	2790,962822	9362	6588,163

- Tahun 2028

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5	kend/jam	smp/jam	
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	2309	2309	155	201,6726681	5003	2501,532179	7467	5012,447
	RT (GELURAN)	1948	1948	100	130,6070612	6939	3469,568679	8988	5548,599
	UT								
	TOTAL	4258	4258	256	332,2797293	11942	5971,100858	16455	10561,05
B (WARU)	LT (GELURAN)	2995	2995	386	501,3006321	3659	1829,644513	7040	5325,744
	ST (A. YANI)	3440	3440	35	46,09660985	8405	4202,537042	11880	7688,442
	RT								
	UT								
	TOTAL	6435	6435	421	547,3972419	12064	6032,181555	18920	13014,19
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1930	1930	38	49,937994	3402	1701,004863	5370	3680,466
	ST								
	RT (WARU)	2053	2053	22	28,81038115	2626	1313,234984	4702	3395,278
	UT								
	TOTAL	3983	3983	61	78,74837515	6028	3014,239847	10072	7075,744

- Tahun 2029

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	2471	2471	163	211,7563015	5403	2701,654754	8037	5384,3
	RT (GELURAN)	2085	2085	105	137,1374143	7494	3747,134174	9685	5969,064
	UT								
	TOTAL	4556	4556	268	348,8937158	12898	6448,788927	17722	11353,38
B (WARU)	LT (GELURAN)	3204	3204	405	526,3656637	3952	1976,016074	7561	5706,816
	ST (A. YANI)	3681	3681	37	48,40144034	9077	4538,740006	12795	8267,737
	RT								
	UT								
	TOTAL	6885	6885	442	574,767104	13030	6514,75608	20357	13974,55
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	2065	2065	40	52,4348937	3674	1837,085252	5779	3954,11
	ST								
	RT (WARU)	2197	2197	23	30,25090021	2837	1418,398783	5057	3645,503
	UT								
	TOTAL	4262	4262	64	82,68579391	6511	3255,379035	10836	7599,613

- Tahun 2030

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	2644	2644	171	222,3441166	5836	2917,787134	8650	5783,983
	RT (GELURAN)	2231	2231	111	143,994285	8094	4046,904907	10435	6421,649
	UT								
	TOTAL	4875	4875	282	366,3384016	13929	6964,692041	19086	12205,63
B (WARU)	LT (GELURAN)	3429	3429	425	552,6839469	4268	2134,09736	8122	6115,526
	ST (A. YANI)	3938	3938	39	50,82151236	9804	4901,839206	13781	8890,898
	RT								
	UT								
	TOTAL	7367	7367	464	603,5054592	14072	7035,936566	21903	15006,42
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	2209	2209	42	55,05663839	3968	1984,052072	6220	4248,22
	ST								
	RT (WARU)	2351	2351	24	31,76344522	3064	1531,757286	5439	3914,267
	UT								
	TOTAL	4560	4560	67	86,82008361	7032	3515,809358	11658	8162,486

2. Nilai Pertumbuhan Volume Lalu Lintas Selama 10 Tahun Pada Bundaran Waru Kondisi Eksisting Sesudah Dibangun *Underpass*

- Tahun 2020

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. Yani)	LT								
	ST (WARU)	900	900	70,35	91,455	1811	905,505	2782	1897,44
	RT (GELURAN)	1134	1134	68	88,4	3749	1874,5	4951	3096,9
	UT								
	TOTAL	2034,48	2034	138,35	179,855	5560	2780,005	7732,84	4994,34
B (Waru)	LT (GELURAN)	1743	1743	261	339,3	1977	988,5	3981	3070,8
	ST (A. YANI)	1461	1461	18	22,776	3315	1657,465	4794	3141,701
	RT								
	UT								
	TOTAL	3204,46	3204	278,52	362,076	5292	2645,965	8774,91	6212,501
C (Geluran)	LT (A. YANI)	1123	1123	26	33,8	1838	919	2987	2075,8
	ST								
	RT (WARU)	1195	1195	15	19,5	1419	709,5	2629	1924
	UT								
	TOTAL	2318	2318	41	53,3	3257	1628,5	5616	3999,8



- Tahun 2021

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5			
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	964	964	74	96,02775	1956	977,9454	2993	2037,487
	RT (GELURAN)	1213	1213	71	92,82	4049	2024,46	5334	3330,66
	UT								
	TOTAL	2177	2177	145	188,84775	6005	3002,4054	8327	5368,147
B (WARU)	LT (GELURAN)	1865	1865	274	356,265	2135	1067,58	4274	3288,855
	ST (A. YANI)	1564	1564	18	23,9148	3580	1790,0622	5162	3377,739
	RT								
	UT								
	TOTAL	3429	3429	292	380,1798	5715	2857,6422	9437	6666,594
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1202	1202	27	35,49	1985	992,52	3214	2229,62
	ST								
	RT (WARU)	1279	1279	16	20,475	1533	766,26	2827	2065,385
	UT								
	TOTAL	2480	2480	43	55,965	3518	1758,78	6041	4295,005

- Tahun 2022

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5			
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1031	1031	78	100,8291375	2112	1056,181032	3221	2187,97
	RT (GELURAN)	1298	1298	75	97,461	4373	2186,4168	5746	3582,194
	UT								
	TOTAL	2329	2329	153	198,2901375	6485	3242,597832	8967	5770,164
B (WARU)	LT (GELURAN)	1996	1996	288	374,07825	2306	1152,9864	4589	3522,625
	ST (A. YANI)	1673	1673	19	25,11054	3867	1933,267176	5559	3631,603
	RT								
	UT								
	TOTAL	3669	3669	307	399,18879	6173	3086,253576	10148	7154,229
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1286	1286	29	37,2645	2144	1071,9216	3458	2394,909
	ST								
	RT (WARU)	1368	1368	17	21,49875	1655	827,5608	3040	2217,215
	UT								
	TOTAL	2654	2654	45	58,76325	3799	1899,4824	6498	4612,124

- Tahun 2023

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5			
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1103	1103	81	105,8705944	2281	1140,675515	3466	2349,673
	RT (GELURAN)	1389	1389	79	102,33405	4723	2361,330144	6191	3852,863
	UT								
	TOTAL	2492	2492	160	208,2046444	7004	3502,005659	9656	6202,536
B (WARU)	LT (GELURAN)	2135	2135	302	392,7821625	2490	1245,225312	4928	3773,257
	ST (A. YANI)	1790	1790	20	26,366067	4176	2087,92855	5986	3904,646
	RT								
	UT								
	TOTAL	3926	3926	322	419,1482295	6666	3333,153862	10914	7677,903
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1376	1376	30	39,127725	2315	1157,675328	3721	2572,526
	ST								
	RT (WARU)	1464	1464	17	22,5736875	1788	893,765664	3269	2380,266
	UT								
	TOTAL	2840	2840	47	61,7014125	4103	2051,440992	6990	4952,792

- Tahun 2024

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV		
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1180	1180	86	111,1641241	2464	1231,929556	3730	2523,439
	RT (GELURAN)	1486	1486	83	107,4507525	5100	2550,236556	6670	4144,13
	UT								
	TOTAL	2667	2667	168	218,6148766	7564	3782,166111	10399	6667,569
B (WARU)	LT (GELURAN)	2285	2285	317	412,4212706	2690	1344,843337	5292	4041,982
	ST (A. YANI)	1916	1916	21	27,68437035	4510	2254,962834	6447	4198,323
	RT								
	UT								
	TOTAL	4200	4200	339	440,105641	7200	3599,806171	11739	8240,305
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1472	1472	32	41,08411125	2501	1250,289354	4004	2763,397
	ST								
	RT (WARU)	1566	1566	18	23,70237188	1931	965,2669171	3515	2555,371
	UT								
	TOTAL	3038	3038	50	64,78648313	4431	2215,556271	7519	5318,768

- Tahun 2025

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV		
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1263	1263	90	116,7223303	2661	1330,48392	4014	2710,176
	RT (GELURAN)	1590	1590	87	112,8232901	5509	2754,25548	7186	4457,572
	UT								
	TOTAL	2853	2853	177	229,5456204	8169	4084,7394	11200	7167,748
B (WARU)	LT (GELURAN)	2445	2445	333	433,0423342	2905	1452,430804	5683	4330,121
	ST (A. YANI)	2050	2050	22	29,06858887	4871	2435,359861	6943	4514,202
	RT								
	UT								
	TOTAL	4494	4494	355	462,110923	7776	3887,790665	12625	8844,323
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1575	1575	33	43,13831681	2701	1350,312503	4309	2968,516
	ST								
	RT (WARU)	1676	1676	19	24,88749047	2085	1042,48827	3780	2743,425
	UT								
	TOTAL	3251	3251	52	68,02580728	4786	2392,800773	8089	5711,941

- Tahun 2026

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV		
Pendekat/Gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1351	1351	94	122,5584468	2874	1436,922634	4319	2910,859
	RT (GELURAN)	1702	1702	91	118,4644546	5949	2974,595918	7742	4794,889
	UT								
	TOTAL	3053	3053	185	241,0229014	8823	4411,518552	12062	7705,747
B (WARU)	LT (GELURAN)	2616	2616	350	454,6944509	3137	1568,625268	6103	4639,093
	ST (A. YANI)	2193	2193	23	30,52201831	5260	2630,18865	7477	4853,968
	RT								
	UT								
	TOTAL	4809	4809	373	485,2164692	8398	4198,813918	13580	9493,061
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1685	1685	35	45,29523265	2917	1458,337503	4637	3188,953
	ST								
	RT (WARU)	1793	1793	20	26,13186499	2252	1125,887332	4065	2945,392
	UT								
	TOTAL	3479	3479	55	71,42709765	5168	2584,224835	8702	6134,345

- Tahun 2027

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5			
Pendekat/Gerakan	kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1446	1446	99	128,6863692	3104	1551,876445	4649	3126,537
	RT (GELURAN)	1821	1821	96	124,3876774	6425	3212,563592	8342	5157,907
	UT								
	TOTAL	3267	3267	195	253,0740465	9529	4764,440036	12990	8284,444
B (WARU)	LT (GELURAN)	2799	2799	367	477,4291734	3388	1694,11529	6554	4970,422
	ST (A. YANI)	2347	2347	25	32,04811923	5681	2840,603742	8053	5219,437
	RT								
	UT								
	TOTAL	5146	5146	392	509,4772926	9069	4534,719031	14607	10189,86
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1803	1803	37	47,55999429	3150	1575,004503	4990	3425,857
	ST								
	RT (WARU)	1919	1919	21	27,43845824	2432	1215,958319	4372	3162,306
	UT								
	TOTAL	3722	3722	58	74,99845253	5582	2790,962822	9362	6588,163

- Tahun 2028

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5			
Pendekat/Gerakan	kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1547	1547	104	135,1206876	3352	1676,02656	5003	3358,34
	RT (GELURAN)	1948	1948	100	130,6070612	6939	3469,568679	8988	5548,599
	UT								
	TOTAL	3496	3496	204	265,7277488	10291	5145,595239	13991	8906,938
B (WARU)	LT (GELURAN)	2995	2995	386	501,3006321	3659	1829,644513	7040	5325,744
	ST (A. YANI)	2511	2511	26	33,65052519	6136	3067,852041	8673	5612,563
	RT								
	UT								
	TOTAL	5506	5506	412	534,9511573	9795	4897,496554	15712	10938,31
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	1930	1930	38	49,937994	3402	1701,004863	5370	3680,466
	ST								
	RT (WARU)	2053	2053	22	28,81038115	2626	1313,234984	4702	3395,278
	UT								
	TOTAL	3983	3983	61	78,74837515	6028	3014,239847	10072	7075,744

- Tahun 2029

Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV		
	emp	1	emp	1,3	emp	0,5			
Pendekat/Gerakan	kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)	
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1655	1655	109	141,876722	3620	1810,108685	5385	3607,481
	RT (GELURAN)	2085	2085	105	137,1374143	7494	3747,134174	9685	5969,084
	UT								
	TOTAL	3740	3740	215	279,0141363	11114	5557,242858	15069	9576,565
B (WARU)	LT (GELURAN)	3204	3204	405	526,3656637	3952	1976,046074	7561	5706,816
	ST (A. YANI)	2687	2687	27	35,33305145	6627	3313,280204	9341	6035,448
	RT								
	UT								
	TOTAL	5891	5891	432	561,6987151	10579	5289,296278	16902	11742,26
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	2065	2065	40	52,4348937	3674	1837,085252	5779	3954,11
	ST								
	RT (WARU)	2197	2197	23	30,25090021	2837	1418,293783	5057	3645,503
	UT								
	TOTAL	4262	4262	64	82,68579391	6511	3255,379035	10836	7599,613

- Tahun 2030

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5		
Pendekat/Gerakan		kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	1771	1771	115	148,9705581	3910	1954,91738	5796	3875,268
	RT (GELURAN)	2231	2231	111	143,994285	8094	4046,904907	10435	6421,649
	UT								
	TOTAL	4002	4002	225	292,9648431	12004	6001,822287	16231	10296,92
B (WARU)	LT (GELURAN)	3429	3429	425	552,6839469	4268	2134,09736	8122	6115,526
	ST (A. YANI)	2875	2875	29	37,09970402	7157	3578,342621	10060	6490,355
	RT								
	UT								
	TOTAL	6304	6304	454	589,7836509	11425	5712,43998	18182	12605,88
C (GELURAN)	LT (A. YANI)	2209	2209	42	55,05663839	3968	1984,052072	6220	4248,22
	ST								
	RT (WARU)	2351	2351	24	31,76344522	3064	1531,757286	5439	3914,267
	UT								
	TOTAL	4560	4560	67	86,82008361	7032	3515,809358	11658	8162,486

3. Nilai Pertumbuhan Volume Lalu Lintas Selama 10 Tahun Pada Bundaran Waru Kondisi Rencana Bagian *Underpass*

- Tahun 2020

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV	
		emp	1	emp	1,2	emp	0,25		
Pendekat/Gerakan		kend/jam (1)	skr/jam (2)	kend/jam (3)	skr/jam (4)	kend/jam (5)	skr/jam (6)	kend/jam (7)	skr/jam (8)
A (A. Yani)	LT								
	ST (WARU)	444	444	34,65	41,58	892	222,9975	1370	708,0975
	RT								
	UT								
	TOTAL	443,52	444	34,65	41,58	892	222,9975	1370,16	708,0975
B (Waru)	LT								
	ST (A. YANI)	541	541	6	7,776	1350	337,5	1897	885,816
	RT								
	UT								
	TOTAL	540,54	541	6,48	7,776	1350	337,5	1897,02	885,816

- Tahun 2021

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor Total MV	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5		
Pendekat/Gerakan		kend/jam (1)	smp/jam (2)	kend/jam (3)	smp/jam (4)	kend/jam (5)	smp/jam (6)	kend/jam (7)	smp/jam (8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	475	475	36	43,659	963	240,8373	1474	759,0627
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	475	475	36	43,659	963	240,8373	1474	759,0627
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	578	578	7	8,1648	1458	364,5	2043	951,0426
	RT								
	UT								
	TOTAL	578	578	7	8,1648	1458	364,5	2043	951,0426

• Tahun 2022

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	508	508	38	45,84195	1040	260,104284	1586	813,7323
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	508	508	38	45,84195	1040	260,104284	1586	813,7323
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	619	619	7	8,57304	1575	393,66	2201	1021,097
	RT								
	UT								
	TOTAL	619	619	7	8,57304	1575	393,66	2201	1021,097

• Tahun 2023

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	543	543	40	48,1340475	1124	280,9126267	1707	872,3777
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	543	543	40	48,1340475	1124	280,9126267	1707	872,3777
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	662	662	8	9,001692	1701	425,1528	2370	1096,339
	RT								
	UT								
	TOTAL	662	662	8	9,001692	1701	425,1528	2370	1096,339

• Tahun 2024

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	581	581	42	50,54074988	1214	303,3856369	1837	935,2906
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	581	581	42	50,54074988	1214	303,3856369	1837	935,2906
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	709	709	8	9,4517766	1837	459,165024	2553	1177,154
	RT								
	UT								
	TOTAL	709	709	8	9,4517766	1837	459,165024	2553	1177,154

• Tahun 2025

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	622	622	44	53,06778737	1311	327,6564878	1977	1002,784
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	622	622	44	53,06778737	1311	327,6564878	1977	1002,784
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	758	758	8	9,92436543	1984	495,8982259	2750	1263,958
	RT								
	UT								
	TOTAL	758	758	8	9,92436543	1984	495,8982259	2750	1263,958

- Tahun 2026**

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	666	666	46	55,72117674	1415	353,8690068	2128	1075,194
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	666	666	46	55,72117674	1415	353,8690068	2128	1075,194
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	811	811	9	10,4205837	2142	535,570084	2962	1357,195
	RT								
	UT								
	TOTAL	811	811	9	10,4205837	2142	535,570084	2962	1357,195

- Tahun 2027**

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	712	712	49	58,50723557	1529	382,1785274	2290	1152,882
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	712	712	49	58,50723557	1529	382,1785274	2290	1152,882
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	868	868	9	10,94161289	2314	578,4156907	3191	1457,346
	RT								
	UT								
	TOTAL	868	868	9	10,94161289	2314	578,4156907	3191	1457,346

- Tahun 2028**

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	762	762	51	61,43259735	1651	412,7528096	2464	1236,235
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	762	762	51	61,43259735	1651	412,7528096	2464	1236,235
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	929	929	10	11,48869353	2499	624,688946	3437	1564,926
	RT								
	UT								
	TOTAL	929	929	10	11,48869353	2499	624,688946	3437	1564,926

- Tahun 2029**

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	815	815	54	64,50422722	1783	445,7730343	2652	1325,671
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	815	815	54	64,50422722	1783	445,7730343	2652	1325,671
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	994	994	10	12,06312821	2699	674,6640616	3702	1680,488
	RT								
	UT								
	TOTAL	994	994	10	12,06312821	2699	674,6640616	3702	1680,488

- Tahun 2030

Tipe Kendaraan		Kendaraan Ringan LV		Kendaraan Berat HV		Kendaraan Motor MC		Kendaraan Bermotor	
		emp	1	emp	1,3	emp	0,5	Total MV	
Pendekat/Gerakan		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A (A. YANI)	LT								
	ST (WARU)	872	872	56	67,72943858	1926	481,4348771	2855	1421,635
	RT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	UT								
	TOTAL	872	872	56	67,72943858	1926	481,4348771	2855	1421,635
B (WARU)	LT (GELURAN)	0	0	0	0	0	0	0	0
	ST (A. YANI)	1063	1063	11	12,66628462	2915	728,6371866	3988	1804,627
	RT								
	UT								
	TOTAL	1063	1063	11	12,66628462	2915	728,6371866	3988	1804,627



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA**

Jl. Gayung Kebonsari No. 167  
Telp. 8290186, 8269433, 8380919, 8380852, 8260231, 8280023  
SURABAYA

**FORMULIR SURVEY PERHITUNGAN LALU-LINTAS  
( FORMULIR LAPANGAN )**

Lampiran 1a  
Formulir SPL 1 - 2  
Lembar ke ..... Dari .....

Nomor Provinsi : 0 2 8  
Nama Provinsi : J A T I M  
Kelas dan Nomor Pos : A  
Lokasi Pos :  
Kelompok Hitung : -  
Periode : -  
Tanggal : Februari  
Tahun : 2020

NAMA SURVEYOR

SKET LOKASI



KHUSUS LUAR KOTA

NAMA JALAN

Bundaran Waru

Arah Lalu-Lintas, Dari

Ahmad Yani ke Raya Waru

GOL	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
<b>PUKUL</b>												
Kelompok Jenis Kendaraan	MC	LV	LV	LV	MHV	LB	MHV	LT	LT	LT	LT	UM
13.00-13.15	537	244	25		2		15	41	2			5
13.15-13.30	754	271	40		4		12	62	22			5
13.30-13.45	789	241	51		2		15	87	20			6
13.45-14.00	516	210	47		1		16	61	18			4
14.00-14.15	611	292	83		1		14	89	31			7
14.15-14.30	519	231	78				14	166	70			3
14.30-14.45	248	126	7		1		12	16	12			4
14.45-15.00	476	248	65		2		15	108	45			5
15.00-15.15	489	299	37		5		9	95	43			1
15.15-15.30	404	291	14		2		10	73	36			
15.30-15.45	675	274					11	52	29			1
15.45-16.00	609	212	41				12	61	19			
15.00-16.15	498	228	36		1		12	37	3			
16.15-16.30	539	218	29				2	29	1			
16.30-16.45	759	293	32		1		6	42				
16.45-17.00	435	225	9				13	12				
17.00-17.15	645	204	21		1		11	16	1			
17.15-17.30	711	284	44				16	32	1			
17.30-17.45	741	247	13		2		13	34	1			
17.45-18.00	529	279	16				14	36	2			
18.00-18.15	615	259	22		3		9	21	2			
18.15-18.30	630	289	31		5		33	36				
18.30-18.45	689	299	29		2		37	22				
18.45-19.00	721	225	30		4		42	29	1			
19.00-19.15	663	265	32		2		19	16				
19.15-19.30	529	191	13		1		13	12				
19.30-19.45	526	198	2		2		17	15	2			
19.45-20.00	534	214	14		1		12	12	1			







**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA**

Jl. Gayung Kebonsari No. 167  
Telp. 8290186, 8280433, 8330919, 8300532, 8280231, 8280023  
**S U R A B A Y A**

Lampiran 1a  
Formulir SPL 1 - 2  
Lembar ke ..... Dari .....

**FORMULIR SURVEY PERHITUNGAN LALU-LINTAS  
( FORMULIR LAPANGAN)**

NAMA SURVEYOR

SKET LOKASI

KHUSUS LUAR KOTA

NAMA JALAN

Bundaran Waru

Arah Lalu-Lintas, Dari

Raya Waru

Ahmad Yani

Nomor Provinsi

Nama Provinsi

Kelas dan Nomor Pos

Lokasi Pos

Kelompok Hitung

Periode

Tanggal

Tahun

GOL	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	
PUKUL													
Kelompok Jenis Kendaraan	MC	LV	LV	LV	MHV	LB	MHV	LT	LT	LT	LT	UM	
13.00-13.15	873	13	279	4	2		9			1		4	2
13.15-13.30	749	17	281	6	3	7	1						
13.30-13.45	843	11	283	7	1	7	2				3		1
13.45-14.00	932	3	301	3	1	6	4						
14.00-14.15	873	13	303	8	3	8	3					5	2
14.15-14.30	843	12	378	13	2	4	3						
14.30-14.45	854	5	266	12									
14.45-15.00	921	4	231	4									
15.00-15.15	785	2	278	3									
15.15-15.30	743	3	277	6									
15.30-15.45	785	6	270	4									
15.45-16.00	832	11	265	4									
16.00-16.15	774	5	278	3									
16.15-16.30	843	4	266	5									
16.30-16.45	732	3	311	6									
16.45-17.00	854	19	360	17	2	7		1			1		1
17.00-17.15	954	21	620	6	4	5	1					1	2
17.15-17.30	832	24	547	11	1								
17.30-17.45	993	31	660	14	1	6							
17.45-18.00	998	26	428	9		8							
18.00-18.15	1002	32	378	16	3								
18.15-18.30	1790	30	513	21	6								
18.30-18.45	1244	36	415	19	4								
18.45-19.00	1179	29	412	11	8								
19.00-19.15	1287	27	471	16	6								
19.15-19.30	940	6	373	3	5								
19.30-19.45	923	9	312	2	1	3							
19.45-20.00	832	8	505	4		3					2		1





**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA**

Jl. Gayung Kebonsari No. 167  
Telp. 8290186, 8280433, 8330919, 8330932, 8280231, 8280023  
**SURABAYA**

Lampiran 1a  
Formulir SPL 1 - 2  
Lembar ke ..... Dari .....

**FORMULIR SURVEY PERHITUNGAN LALU-LINTAS  
( FORMULIR LAPANGAN )**

Nomor Provinsi : 0 2 8  
Nama Provinsi : J A T I M  
Kelas dan Nomor Pos : A  
Lokasi Pos :  
Kelompok Hitung : -  
Periode : -  
Tanggal : Februari  
Tahun : 2020

NAMA SURVEYOR :  
KHUSUS LUAR KOTA :  
NAMA JALAN : Bundaran Waru  
Arah Lalu-Lintas, Dari : Geluran ke A. Yani



GOL	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
PUKUL	Sepeda Motor, Sekuter Sepeda Kumbang dan Roda 3	Sedan, Jeep, Station dan Taxi (Pribadi)	Oplet Pich-up, Suburban, Combi, Minibus (MPU dan Angkot)	Pich-up, Micro Truk Mobil Hantaran dan Truk Ban Belakang 1	Bus Kecil	Bus Besar	Truk/Box, Truk Tangki 2 Sumbu 3/4	Truk/Box, Truk Tangki 2 Sumbu	Truk/Box Truk Tangki 3 Sumbu	Truk/ Truk Tangki Gandeng	Truk Semi Treiler dan Truk Treiler	Kendaraan Tidak Bermotor dan Gerobak
Kelompok Jenis Kendaraan	MC	LV	LV	LV	MHV	LB	MHV	LT	LT	LT	LT	UM
13.00-13.15	504	211	27	19	9	10						
13.15-13.30	477	248	27	21	8	13						
13.30-13.45	498	298	20	24	6	11						
13.45-14.00	501	217	14	19	11	13						
14.00-14.15	466	196	23	26	6							
14.15-14.30	482	201	19	21	9	7						
14.30-14.45	442	184	17	22	7	8						
14.45-15.00	451	189	19	5	18	5						
15.00-15.15	474	187	20	15	8	4						
15.15-15.30	514	194	11	11	11	3						
15.30-15.45	498	181	18	14	13	6						
15.45-16.00	502	222	27	17	10	11						
16.00-16.15	482	192	24	13	10	14						
16.15-16.30	507	206	31	10	14	12						
16.30-16.45	528	227	29	9	10	12						
16.45-17.00	511	248	27	10	13	6						
17.00-17.15	523	285	26	16	17	11						
17.15-17.30	504	214	21	12	11	7						
17.30-17.45	499	203	19	13	10	8						
17.45-18.00	493	219	16	11	8	7						
18.00-18.15	421	198	22	15	8	10						
18.15-18.30	489	217	28	12	5	7						
18.30-18.45	443	224	27	9	2	4						
18.45-19.00	417	273	5	11	5	23						
19.00-19.15	489	231	23	12	8	6						
19.15-19.30	431	224	21	9	12	3						
19.30-19.45	411	219	18	16	10	3						
19.45-20.00	467	210	20	17	10	4						





**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA**

Jl. Gayung Kebonsari No. 167  
Telp. 8280186, 8280433, 8380919, 8380932, 8280231, 8280023  
**SURABAYA**

Lampiran 1a  
Formulir SPL 1 - 2  
Lembar ke ..... Dari .....

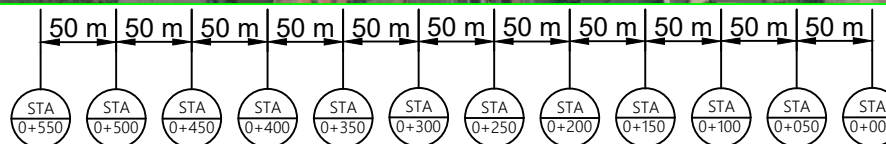
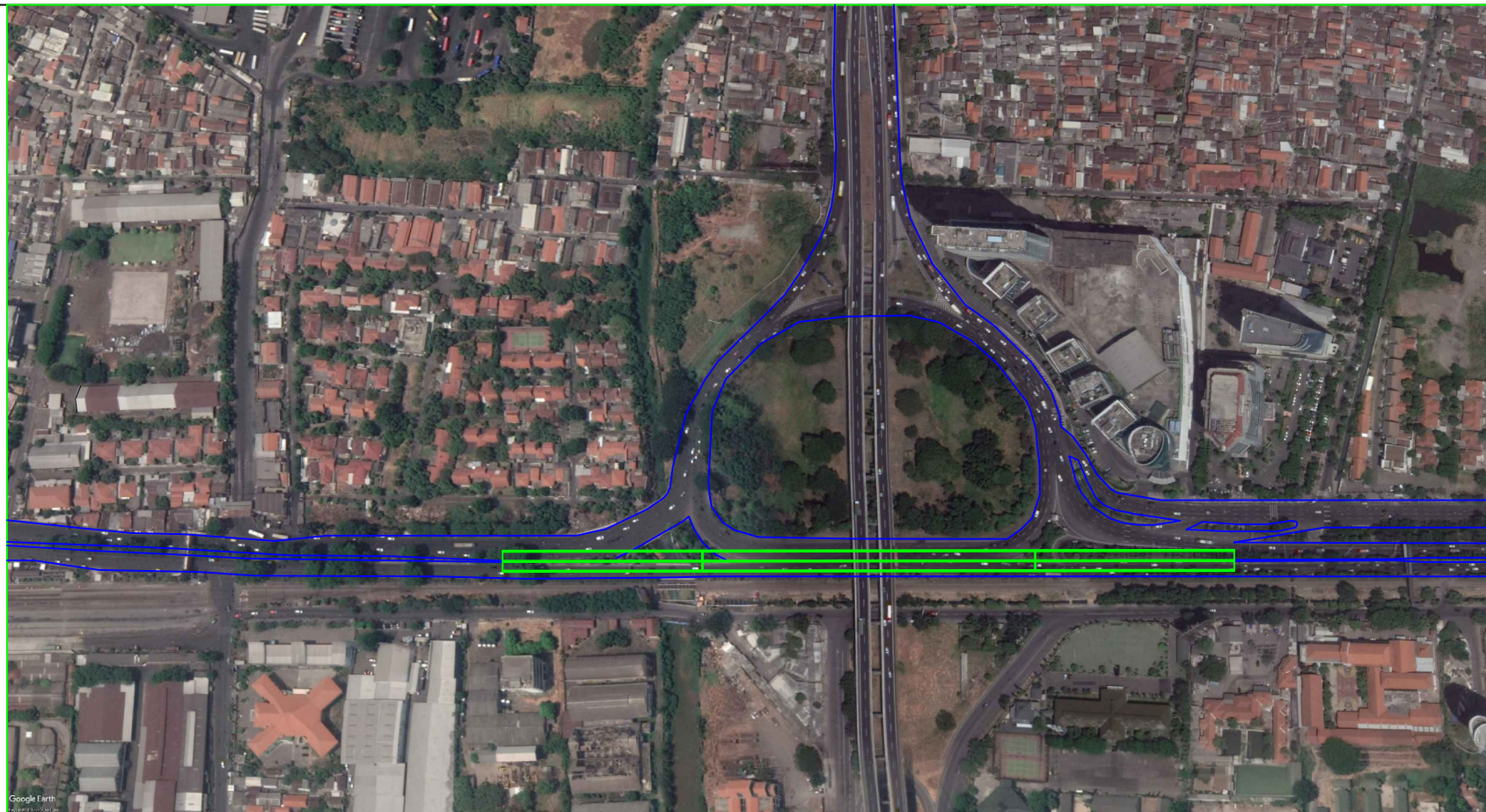
**FORMULIR SURVEY PERHITUNGAN LALU-LINTAS  
( FORMULIR LAPANGAN)**

NAMA SURVEYOR :   
KHUSUS LUAR KOTA :   
NAMA JALAN :  Bundaran Waru  
Arah Lalu-Lintas, Dari  Total  ke  Total

**SKET LOKASI**

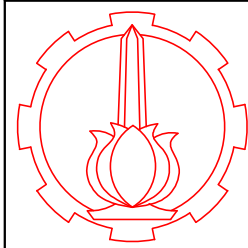
Nomor Provinsi :  0  2  8  
Nama Provinsi :  J  A  T  I  M  
Kelas dan Nomor Pos :  A   
Lokasi Pos :    
Kelompok Hitung :  -  
Periode :  -  
Tanggal :  Februari  
Tahun :  2020

GOL	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
PUKUL												
Kelompok jenis Kendaraan	MC	LV	LV	LV	MHV	LB	MHV	LT	LT	LT	LT	UM
13.00-13.15	2837	1244	353	35	25	39	65	85	24	4	20	2
13.15-13.30	3016	1347	389	45	23	49	40	84	41	3	19	1
13.30-13.45	3163	1408	398	54	20	46	50	114	47	2	21	0
13.45-14.00	2960	1222	389	38	21	40	38	89	35	2	17	0
14.00-14.15	3005	1443	439	82	22	40	64	111	50	1	23	2
14.15-14.30	2988	1567	499	85	19	48	69	188	94	1	9	0
14.30-14.45	2642	1142	303	65	15	39	42	33	32	3	12	0
14.45-15.00	3033	1333	333	48	14	34	53	128	74	1	16	0
15.00-15.15	2887	1429	358	72	26	35	55	126	66	2	8	0
15.15-15.30	2656	1347	321	50	19	32	32	95	61	1	8	0
15.30-15.45	3116	1337	342	53	22	40	52	80	47	0	9	0
15.45-16.00	3150	1390	336	50	21	53	46	87	42	1	10	0
16.00-16.15	3184	1304	359	43	22	53	19	52	18	2	3	0
16.15-16.30	3427	1328	369	47	23	39	43	45	20	0	3	0
16.30-16.45	3676	1475	427	38	17	46	21	56	21	1	1	0
16.45-17.00	3255	1435	424	71	26	51	28	31	19	1	4	1
17.00-17.15	3571	1436	701	63	37	57	20	36	23	0	3	2
17.15-17.30	3563	1499	657	51	28	47	19	49	20	2	2	0
17.30-17.45	3742	1441	616	50	25	48	22	48	19	0	0	0
17.45-18.00	3528	1445	56	475	20	49	21	54	21	1	1	0
18.00-18.15	3626	1432	23	449	26	44	22	34	20	0	3	0
18.15-18.30	4178	1473	606	76	21	48	58	57	22	0	3	0
18.30-18.45	4243	1505	520	58	14	45	63	51	19	1	2	0
18.45-19.00	4088	1483	511	46	19	51	67	59	19	2	0	0
19.00-19.15	4167	1362	550	16	50	38	53	30	0	0	1	0
19.15-19.30	3469	1359	430	27	40	25	37	17	1	1	3	0
19.30-19.45	3365	1356	372	36	17	31	33	37	20	1	3	0
19.45-20.00	3292	1415	574	39	17	28	20	31	21	1	11	1



LEGENDA

————— : JALAN      ————— : RENCANA UNDERPASS



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN,  
 DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 2020

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR (RC18-4803)  
 STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN UNDERPASS  
 DI BUNARAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU  
 LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA

NAMA GAMBAR

PETA LOKASI  
 RENCANA UNDERPASS

NO. GAMBAR	JML GAMBAR
01	06

SKALA

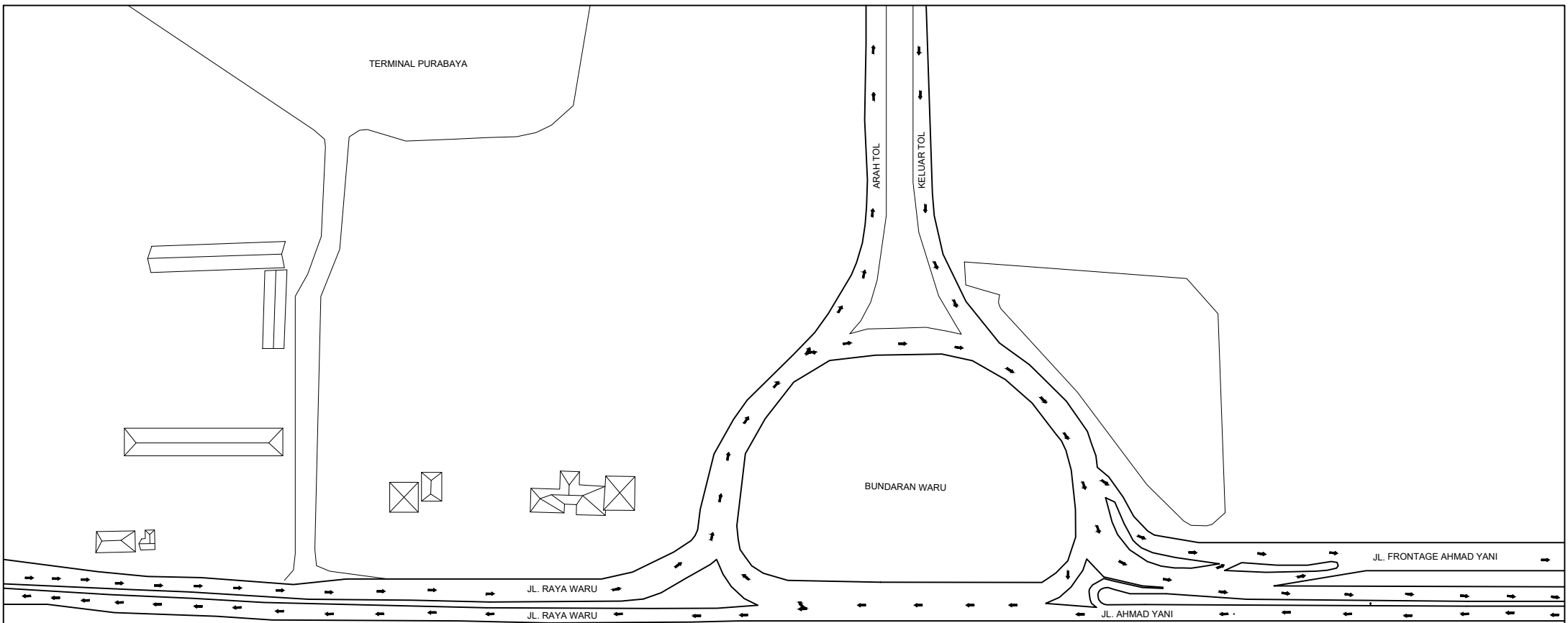
1 : 5000

NAMA PEMBIMBING

Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng

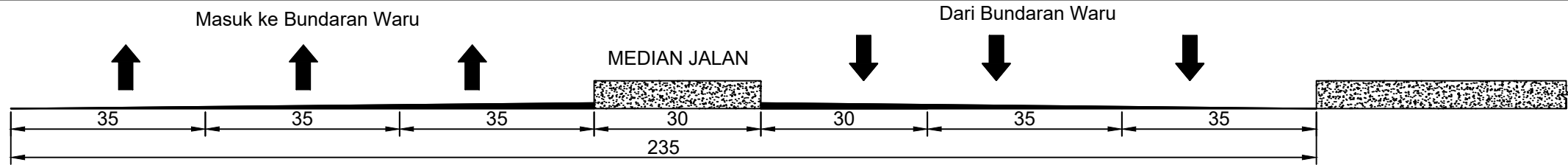
NAMA MAHASISWA/NRP

Indra Dwi Laksono  
 0311164000080

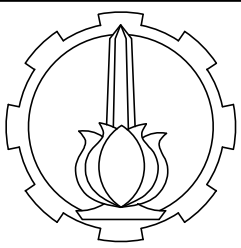
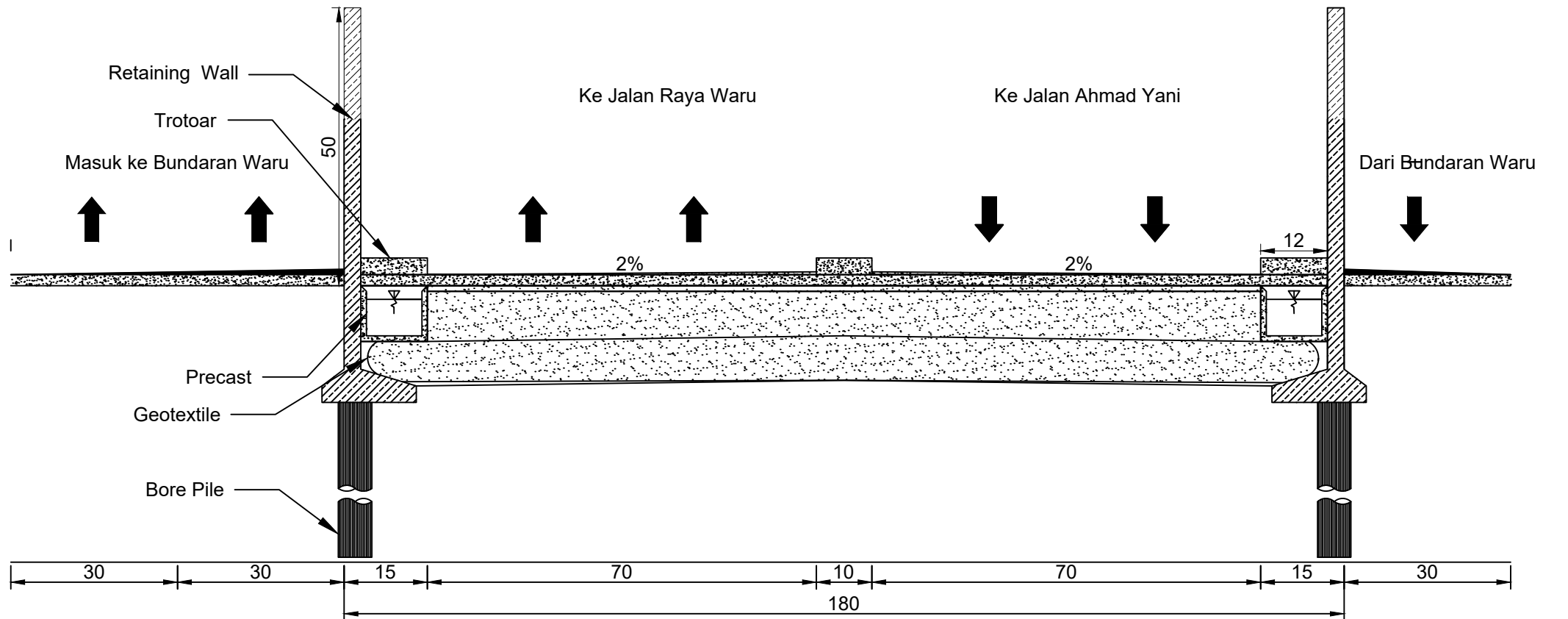


<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2020</p>	NAMA TUGAS	NAMA GAMBAR	SKALA	NAMA PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA/NRP
	<p>TUGAS AKHIR (RC18-4803) STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN UNDERPASS DI BUNDARAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA</p>	PERGERAKAN LALU LINTAS BUNDARAN WARU	-	Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng	Indra Dwi Laksono 0311164000080
		NO. GAMBAR			
	02	06			





KONDISI EKSISTING STA 0+100  
 KONDISI RENCANA STA 0+100



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN,  
 DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 2020

NAMA TUGAS  
 TUGAS AKHIR (RC18-4803)  
 STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN UNDERPASS  
 DI BUNARAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU  
 LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA

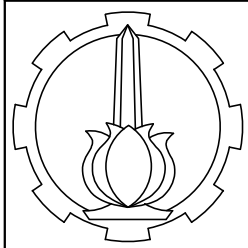
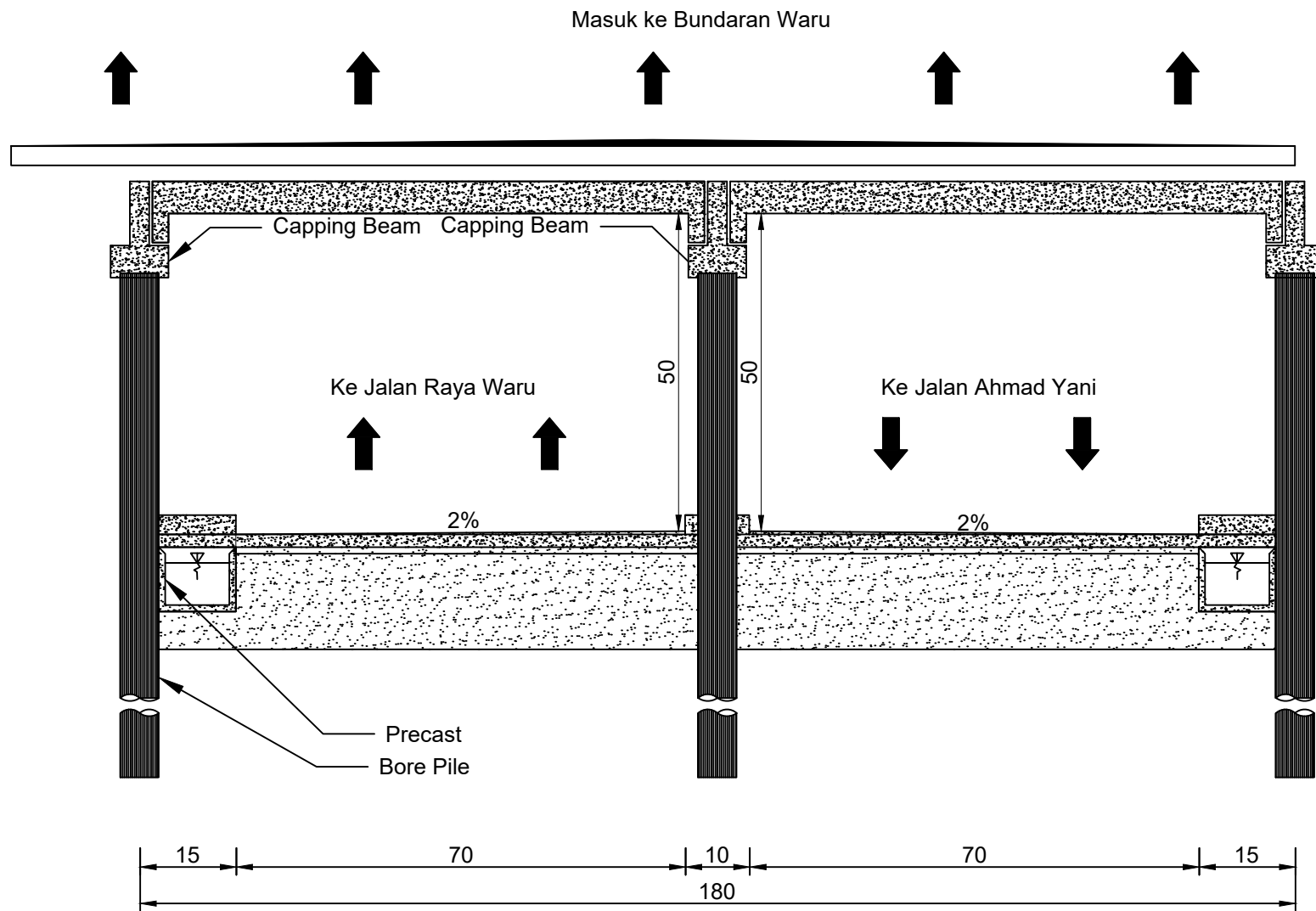
NAMA GAMBAR  
 POTONGAN  
 MELINTANG STA 0+000

NO. GAMBAR	JML GAMBAR
03	06

SKALA  
 1 : 100

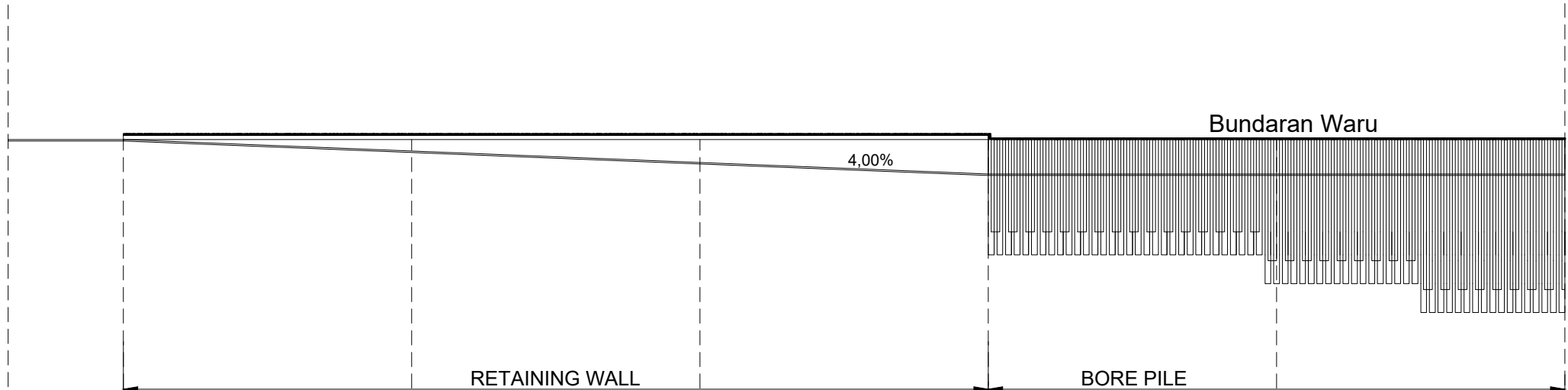
NAMA PEMBIMBING  
 Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng

NAMA MAHASISWA/NRP  
 Indra Dwi Laksono  
 0311164000080

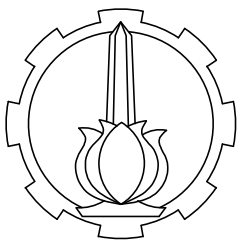


DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN,  
 DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 2020

NAMA TUGAS	NAMA GAMBAR	SKALA	NAMA PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA/NRP
TUGAS AKHIR (RC18-4803) STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN UNDERPASS DI BUNARAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA	POTONGAN MELINTANG STA 0+300	1 : 100	Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng	Indra Dwi Laksono 0311164000080
	NO. GAMBAR			
	04	06		

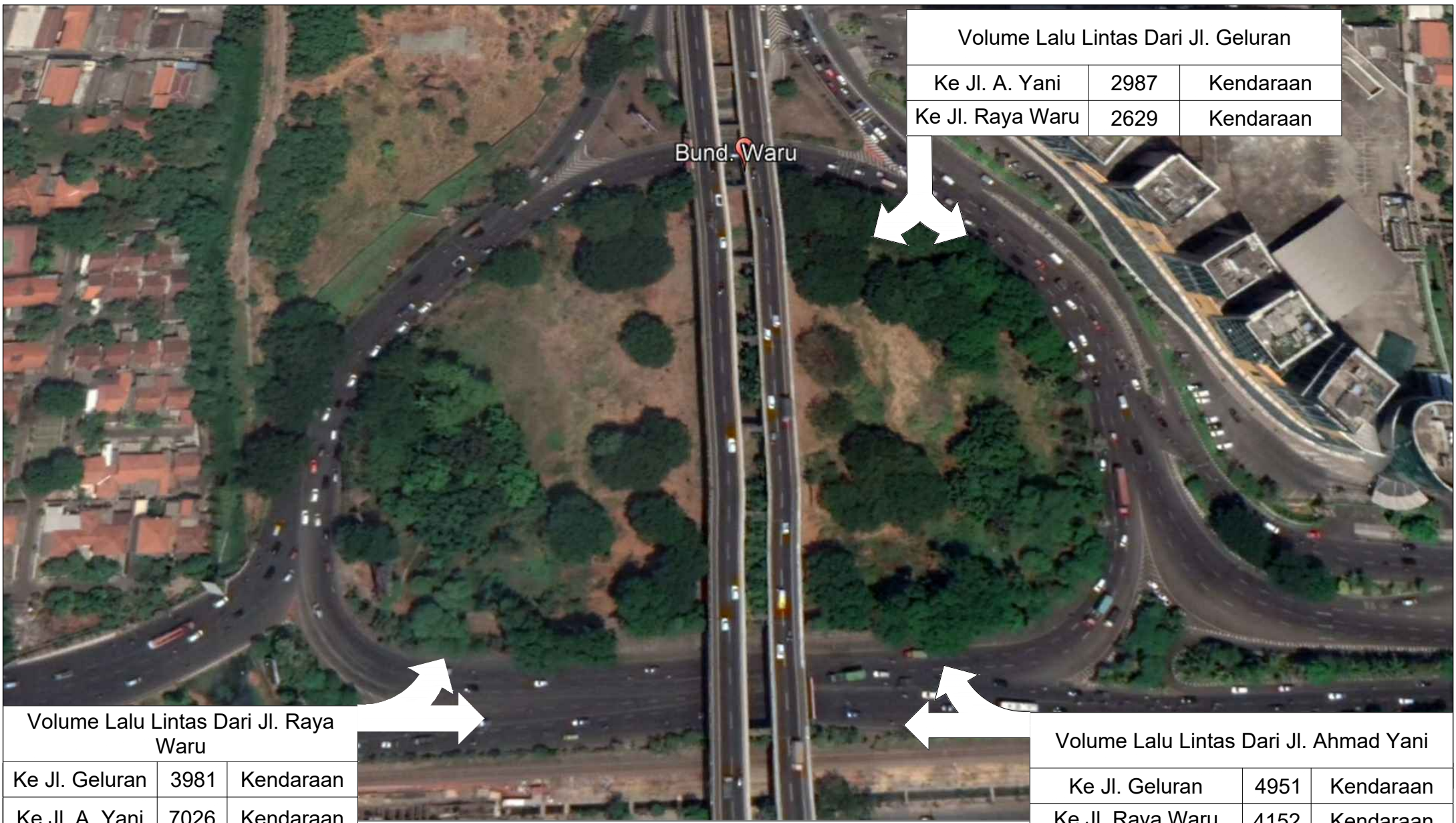


STA	0+000	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN,  
 DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 2020

NAMA TUGAS		NAMA GAMBAR		SKALA	NAMA PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA/NRP
TUGAS AKHIR (RC18-4803) STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN UNDERPASS DI BUNARAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA		Potongan Memanjang Rencana Underpass		1 : 200	Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng	Indra Dwi Laksono 0311164000080
		NO. GAMBAR	JML GAMBAR			
		05	06			



Volume Lalu Lintas Dari Jl. Geluran		
Ke Jl. A. Yani	2987	Kendaraan
Ke Jl. Raya Waru	2629	Kendaraan

Volume Lalu Lintas Dari Jl. Raya Waru		
Ke Jl. Geluran	3981	Kendaraan
Ke Jl. A. Yani	7026	Kendaraan

Volume Lalu Lintas Dari Jl. Ahmad Yani		
Ke Jl. Geluran	4951	Kendaraan
Ke Jl. Raya Waru	4152	Kendaraan

<p>DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER 2020</p>	NAMA TUGAS	NAMA GAMBAR	SKALA	NAMA PEMBIMBING	NAMA MAHASISWA/NRP	
	<p>TUGAS AKHIR (RC18-4803) STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN UNDERPASS DI BUNDRAN WARU DITINJAU DARI SEGI LALU LINTAS DAN EKONOMI JALAN RAYA</p>	VOLUME LALU LINTAS SAAT JAM SIBUK		-	Dr. Catur Arif Prastyanto, S.T., M.Eng	Indra Dwi Laksono 0311164000080
		NO. GAMBAR	JML GAMBAR			
	06	06				

## BIODATA PENULIS



### **Indra Dwi Laksono**

Penulis dilahirkan di Lumajang, 17 Juli 1998 dan merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Kumala Surabaya, SDN Tanah Kali Kedinding 5 Surabaya, SMPN 44 Surabaya, SMA Muhammadiyah 7 Surabaya. Penulis diterima di Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

melalui jalur Seleksi Bersama Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) 2016 dan terdaftar dengan NRP 0311164000080. Selama kuliah, penulis aktif berorganisasi di Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Koperasi Mahasiswa ITS, sebagai staff Pengembangan Sumber Daya Anggota (PSDA), Asisten Bidang Pengembangan Sumber Daya Anggota (PSDA). Selain mengikuti kegiatan organisasi, penulis juga aktif dalam mengikuti kepanitiaan sebagai koordinator sie konsumsi Civil Expo ITS, koordinator sie acara Training For Mentor Kopma 2018, Komisi Disiplin Diklatsar 2018. Penulis juga aktif dalam mengikuti pelatihan pengembangan diri seperti LKMM Pra TD, LKMW, Diklatsar Kopma, Diklatmen Kopma, Diklatjut Kopma. Di Departemen Teknik Sipil, penulis mengambil Bidang Transportasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir jenjang S1 dibawah bimbingan bapak Dr. Catur Arif Prastyanto, ST., M. Eng. Segala kritik dan saran bagi penulis sangat diperlukan dapat dihubungi melalui [indra17071998@gmail.com](mailto:indra17071998@gmail.com).