



TUGAS AKHIR RC-184803

**ANALISIS KELAYAKAN PEMBANGUNAN FLYOVER
MANAHAN SOLO BERDASARKAN LALU LINTAS DAN
EKONOMI TRANSPORTASI**

SELVIA NOVITASARI
NRP. 03111745000046

Dosen Pembimbing I
Ir. Hera Widyastuti, M.T, Ph.D

Dosen Pembimbing II
Cahya Buana, ST. MT

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



TUGAS AKHIR RC-184803

**ANALISIS KELAYAKAN PEMBANGUNAN FLYOVER
MANAHAN SOLO BERDASARKAN LALU LINTAS DAN
EKONOMI TRANSPORTASI**

SELVIA NOVITASARI
NRP. 03111745000046

Dosen Pembimbing I
Ir. Hera Widyastuti, M.T, Ph.D

Dosen Pembimbing II
Cahya Buana, ST. MT

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019



FINAL PROJECT RC 184803

**FEASIBILITY ANALYSIS CONSTRUCTION OF MANAHAN
SOLO BASED OF TRAFFIC AND TRANSPORTATION
ECONOMY**

SELVIA NOVITASARI
NRP. 03111745000046

Consulting Lecturer I
Ir. Hera Widyastuti, M.T, Ph.D

Consulting Lecturer II
Cahya Buana, ST. MT

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

**ANALISIS KELAYAKAN *FLYOVER* MANAHAN
SOLO BERDASARKAN LALU LINTAS DAN
EKONOMI TRANSPORTASI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

pada


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

Oleh:

SELVIA NOVITASARI
NRP. 03111745000046

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD


(.....)

2. Cahya Buana, ST. MT



SURABAYA, JULI 2019

ANALISIS KELAYAKAN FLYOVER MANAHAN SOLO BERDASARKAN LALU LINTAS DAN EKONOMI TRANSPORTASI

Nama : Selvia Novitasari
NRP : 03111745000046
Jurusan : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Dosen Pembimbing I : Ir. Hera Widyastuti, MT.PhD.
Dosen Pembimbing II : Cahya Buana, ST. MT

Abstrak

Kota Solo merupakan salah satu kota yang di lewati jalan propinsi, di samping itu banyak terdapat persimpangan pada rel sebidang dengan jalan raya. Sehingga, perlintasan menjadi sangat padat dan menimbulkan antrian kendaraan setiap adanya kereta yang melintas. Sedangkan kapasitas yang ada tetap, akibatnya ruas jalan tidak dapat menampung volume kendaraan yang ada. Salah satu alternatif pengendalian arus lalu lintas yaitu dengan pembangunan flyover di Simpang Bundaran Manahan. Pembangunan flyover tersebut di harapkan dapat mengatasi kemacetan yang terjadi pada Simpang Bundaran Manahan.

Dalam Tugas Akhir ini akan dianalisis volume lalu lintas pada jalan eksisting dan jalan rencana (flyover) dengan cara melakukan peramalan untuk memperkirakan jumlah kendaraan pada tahun mendatang. Analisis dengan perhitungan prosentase perpindahan kendaraan juga dilakukan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang naik melewati flyover dan kendaraan yang turun ke bawah melewati jalan eksisting. Analisis kelayakan ditinjau dari segi lalu lintas dan ekonomi. Kelayakan lalu lintas dilakukan dengan membandingkan Derajat Kejenuhan (D_j) kondisi eksisting dan rencana pada pembangunan flyover. Kelayakan ekonomi ditinjau dari parameter rasio manfaat nilai sekarang dengan biaya (BCR) dan selisih nilai sekarang antara manfaat dan biaya (NPV). Selain itu, dalam menganalisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK) menggunakan metode Jasa Marga. Analisis kelayakan

flyover ini mengacu pada MKJI 1997 dan PKJI 2014, serta pengumpulan data primer yaitu lama waktu penutupan palang kereta, panjang antrian, dan frekuensi penutupan palang kereta sedangkan pada data sekunder yang dilampirkan adalah data geometrik jalan, volume lalu lintas, jumlah penduduk dan data penunjang lainnya.

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan $D_j < 1$ pada jalan eksisting without project di Simpang Bundaran Manahan tahun 2019 yaitu 0,63. Pada hasil forecast berdasarkan peningkatan jumlah kendaraan D_j yang terjadi pada jalan rencana yaitu ruas titik A 0,42, ruas titik B 0,34, dan ruas titik D 0,17, sedangkan pada jalan eksisting with project D_j yang terjadi yaitu ruas Titik A 0,22, ruas Titik B 0,20, dan Titik D 0,28. Pada hasil analisis kelayakan dari segi ekonomi akan didapatkan nilai BCR sebesar $25 > 1$ serta nilai NPV sebesar Rp2.759.841.195.088 > 0. Sesuai persyaratan untuk analisis kelayakan ekonomi, rencana pembangunan flyover Manahan ini dapat dikatakan layak.

Kata Kunci: Flyover, kelayakan lalu lintas, kelayakan ekonomi, Biaya Operasional Kendaraan

FEASIBILITY ANALYSIS CONSTRUCTION OF MANAHAN SOLO BASED OF TRAFFIC AND TRANSPORTATION ECONOMY

Name : Selvia Novitasari
Identity Number : 03111745000046
Major Department : Teknik Sipil FTSLK-ITS
Consulting Lecturer I : Ir. Hera Widyastuti, MT.PhD.
Consulting Lecturer II : Cahya Buana, ST. MT

Abstract

Solo City is one of the cities that is passed through the provincial road, besides that there are many intersections on railroad tracks with a highway. So, the crossing becomes very crowded and causes a queue of vehicles every time a train passes. While the existing capacity is fixed, as a result the road cannot accommodate the volume of existing vehicles. One alternative is to control the flow of traffic, namely by building a flyover at the Manahan Roundabout intersection. The construction of the flyover is expected to overcome the congestion that occurs at the Manahan Roundabout intersection.

In this Final Project, the traffic volume passing on the existing road and the planned road (flyover) will be analyzed by forecasting to estimate the number of vehicles in the coming year. Analysis by calculating the percentage of vehicle displacement is also done carried out to determine the number of vehicles that rise past the flyover and vehicles that descend down through the existing road. Feasibility analysis in terms of traffic and economy. The feasibility of traffic is done by comparing the Degrees of Saturation (Ds) of existing conditions and plans for the construction of flyovers. Economic feasibility is seen from the parameters of the benefit ratio of present value and cost (BCR) and the difference in present value between benefits and costs (NPV). In addition, in analyzing Vehicle Operating Costs (BOK) using the Jasa Marga method. Feasibility analysis of this flyover refers to

MKJI 1997 and PKJI 2014, as well as primary data collection, namely the length of the train crossing closure, queue length, and frequency of train crossing closure while the secondary data attached is road geometric data, traffic volume, population and other supporting data.

Based on the results of calculations, $D_j < 1$ is obtained in existing conditions without projects at the Roundabout intersection of Manahan in 2019 is 0.63. In the forecast results based on the increase in the number of D_j vehicles that occur on the planned road, namely segment point A 0.42, segment point B 0.34, and segment point D 0.17, while on the existing road with project D_j that occurs segment Point A 0.22, segment point B 0.20, and point D 0.28. On the results of economic feasibility analysis, the Benefit Cost Ratio (BCR) value of $25 > 1$ and the Net Present Value (NPV) of $\text{Rp}2.759.841.195.088 > 0$. In accordance with the requirements for economic feasibility analysis, the plan to construct this Manahan flyover can be said to be feasible.

Keywords: Flyover, traffic feasibility, economic feasibility, operational costs

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kelayakan Pembangunan *Flyover* Manahan Solo Berdasarkan Lalu Lintas Dan Ekonomi Transportasi” ini dengan baik dan tepat waktu. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Hera Widyastuti, MT., Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah membimbing serta banyak memberikan masukan serta wawasan-wawasan baru yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Cahya Buana, ST. MT sebagai Dosen Pembimbing II yang telah membimbing serta banyak memberikan masukan serta wawasan-wawasan baru yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen di Jurusan Teknik Sipil FTSLK ITS yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
4. Kedua orang tua saya yang selama ini tak henti-hentinya memberi semangat dan dukungan untuk penulis mengerjakan Tugas Akhir ini hingga selesai.
5. Bapak Mudo selaku staff Dinas Perhubungan Kota Surakarta yang telah membantu dalam pengurusan data primer pada Tugas Akhir kepada penulis.
6. Mas Aditya Handoko selaku Kepala Proyek PT. Yasa Patria Perkasa yang telah membantu dalam pengurusan data primer pada Tugas Akhir kepada penulis.

7. Mbak Catur selaku sekretaris Balai Besar Pekerjaan Jalan Nasional yang telah membantu dalam pengurusan data gambar pada Tugas Akhir kepada penulis.
8. Teman- teman Teknik Sipil yang selalu mendukung terutama untuk Last Call dan memberi semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak sangat penulis harapkan untuk membantu dalam penyempurnaannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi seluruh pembaca, khususnya untuk mahasiswa Teknik Sipil.

Surabaya, Juli 2019

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Peta Lokasi Studi.....	5
1.6.1 Rencana <i>Flyover</i>	6
BAB II.....	9
2.1 Umum.....	9
2.2 Studi Terdahulu	9
2.2 Karakteristik Jalan	13
2.3.1 Klasifikasi Jalan Raya.....	13
2.4 Persimpangan	14
2.4.1 Jenis Simpang	14
2.4.2 Macam-macam Simpang	15
2.4.3 Simpang Tak Bersinyal.....	17
2.4.4 Bundaran.....	18
2.5 Persyaratan Teknis dan Laik Jalan Kendaraan Bermotor	18
2.6 Perlintasan Sebidang Jalan Raya dengan Jalan Kereta Api.....	19
2.7 Definisi dan Istilah	19
2.8 Perhitungan Simpang untuk Kereta Api.....	25

2.9 Kinerja Ruas Jalan Perkotaan Simpang Tidak Bersinyal	25
2.9.1 Volume Lalu Lintas	25
2.9.2 Kapasitas Ruas Jalan Perkotaan.....	27
2.9.3 Kecepatan Arus Bebas (VB).....	32
2.9.4 Derajat Kejenuhan (Dj).....	36
2.10 Kinerja Ruas Jalan Pada Bundaran.....	36
2.10.1 Kapasitas Bundaran	37
2.10.2 Derajat Kejenuhan Bundaran.....	41
2.10.3 Tundaan Akibat Perlintasan Kereta Api	42
2.11 Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	43
2.11.1 Konsumsi Bahan Bakar	44
2.11.2 Konsumsi Minyak Pelumas	45
2.11.3 Konsumsi Ban.....	45
2.11.4 Pemeliharaan.....	46
2.11.5 Depresiasi	46
2.11.6 Bunga Modal	47
2.11.7 Asuransi	47
2.12 Nilai waktu (<i>Time Value</i>)	47
2.13 Studi Kelayakan Lalu Lintas	49
2.14 Studi Kelayakan Ekonomi	49
2.14.1 BCR (<i>Benefit Cost Rasio</i>).....	50
2.14.2 NPV (<i>Net Present Value</i>).....	50
BAB III.....	53
3.1 Uraian Kegiatan.....	53
3.2 Pengolahan Data	62
3.3 Analisis Data	63
3.4 Kesimpulan.....	64
3.5 Diagram Metodologi	64
BAB IV	69
4.1 Umum	69
4.2 Peramalan	69
4.2.1 Jumlah Penduduk.....	69
4.2.2 Analisis Kependudukan dan Perekonomian	73

4.2.3	Faktor Pertumbuhan Kendaraan	77
4.3	Survei Lalu Lintas	80
4.3.1	Geometrik Jalan	80
4.3.2	Pengolahan Data Lalu Lintas	94
BAB V	137
5.1	Analisis Kelayakan Ekonomi	137
5.1.1	Kecepatan Tempuh	137
5.1.2	Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	142
5.1.3	Metode Nd Lea	154
5.1.4	Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Setelah Adanya Penambahan Sepeda Motor	158
5.1.5	Penghematan Nilai Waktu	162
5.1.6	Biaya Pembangunan dan Pemeliharaan	176
5.1.7	Analisis Nilai <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR).....	178
5.1.8	Analisis Nilai <i>Net Present Value</i> (NPV).....	181
BAB VI	185
6.1	Kesimpulan.....	185
6.2	Saran	186
DAFTAR PUSTAKA	187
LAMPIRAN	189

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ekivalen Kendaraan Ringan untuk Tipe Jalan 2/2TT	26
Tabel 2.2	Ekivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi dan Satu Arah	27
Tabel 2.3	Kapasitas Dasar, Co.....	28
Tabel 2.4	Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Lebar Lajur atau Jalur Lalu Lintas, (FCLJ)	29
Tabel 2.5	Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Pemisahan Arah Lalu Lintas (FCPA)	29
Tabel 2.6	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Kelas Hambatan Samping (KHS) Pada Jalan Berbahu (FCHS).....	30
Tabel 2.7	Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Kelas Hambatan Samping (KHS) Pada Jalan Berkereb Dengan Jarak Dari Kereb ke Hambatan Samping Terdekat Sejauh LKP, (FCHS)	31
Tabel 2.8	Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Ukuran Kota (FCUK).....	32
Tabel 2.9	Kecepatan Arus Bebas Dasar (VBD).....	33
Tabel 2.10	Kecepatan Arus Bebas Dasar untuk Lebar Jalan Lalu Lintas (VBL).....	33
Tabel 2.11	Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping, FVBHS untuk jalan berbahu dengan lebar efektif LBE.....	34
Tabel 2.12	Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping untuk Jalan Berkereb Dengan Jarak Kereb ke Penghalang Terdekat LK-P.....	35

Tabel 2.13	Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Ukuran Kota Pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (FVUK).....	35
Tabel 2.14	Rentang variasi data empiris untuk variabel masukan	37
Tabel 2.15	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})	40
Tabel 2.16	Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})	41
Tabel 2.17	Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan	44
Tabel 2.18	Konsumsi Minyak Pelumas Dasar (liter/km).....	45
Tabel 2.19	Faktor Koreksi Konsumsi Minyak Pelumas	45
Tabel 2.20	Nilai Waktu Minum (Rp/Jam)	48
Tabel 2.21	Nilai Waktu dari Berbagai Studi.....	48
Tabel 2.22	Nilai Waktu Untuk Beberapa Kota.....	49
Tabel 3.1	Form Perhitungan Panjang Antrian Oleh Perlintasan Kereta Api.....	54
Tabel 4.1	Data Penduduk Kota Surakarta tahun 2013 – 2017	70
Tabel 4.2	PDRB dan PDRB Per Kapita Kota Surakarta Menurut Lapangan Usaha 2013-2017	72
Tabel 4.3	Perhitungan Variabel X dan Y Jumlah Penduduk ..	74
Tabel 4.4	Perhitungan Variabel X dan Y Pada Perhitungan PDRB	75
Tabel 4.5	Nilai Prosentase Jumlah Penduduk.....	78
Tabel 4.6	Nilai Prosentase PDRB.....	78
Tabel 4.7	Perkembangan Jumlah Penduduk dan PDRB Kota Surakarta	79
Tabel 4.8	Data Arah Lalu Lintas Kendaraan Tahun 2017	97

Tabel 4.9	Volume Kendaraan Titik A Dengan Umur Rencana 20 Tahun Kondisi Eksisting Without Project (smp/jam).....	99
Tabel 4.10	Geometrik Simpang Bundaran Manahan.....	101
Tabel 4.11	Perhitungan Arus Masuk Bagian Jalinan.....	102
Tabel 4.12	Perhitungan Arus Menjalin (Qw).....	102
Tabel 4.13	Perhitungan Rasio Menjalin (Pw).....	103
Tabel 4.14	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	104
Tabel 4.15	Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})	104
Tabel 4.16	Kapasitas Pada Masing-masing Jalinan.....	105
Tabel 4.17	Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Kondisi Rencana Pada Titik A	105
Tabel 4.18	Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Kondisi Eksisting With Project Pada Titik A.....	106
Tabel 4.19	Volume Kendaraan Pada Jalan Rencana (Flyover) dari Titik A (Barat)	109
Tabel 4.20	Volume Kendaraan Kondisi Jalan Eksisting With Project pada Titik A.....	110
Tabel 4.21	Derajat Kejenuhan Masing-masing Bagian Jalinan	111
Tabel 4.22	Derajat Kejenuhan pada Bundaran Kondisi Without Project.....	112
Tabel 4.23	Derajat Kejenuhan Kondisi Rencana (Flyover)....	113
Tabel 4.24	Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting With Project	114
Tabel 4.25	Data Jadwal Kereta Api Melintas dan Lama Waktu Penutupan Pintu Kereta Pada Jl. Adi Sucipto – Utara	115

Tabel 4.26	Data Jadwal Kereta Api Melintas dan Lama Waktu Penutupan Pintu Kereta Pada Jl. Adi Sucipto – Utara (Lanjutan)	116
Tabel 4.27	Data Volume Jl. Slamet Riyadi Kondisi Eksisting Without Project (Utara)	118
Tabel 4.28	Hasil Perhitungan Volume per Siklus Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting Without Project (Utara)	119
Tabel 4.29	Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting Without Project (Utara).....	121
Tabel 4.30	Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting Without Project (Utara) (Lanjutan).....	122
Tabel 4.31	Data Volume Jl. Slamet Riyadi Kondisi Eksisting Eksisting With Project (Utara).....	124
Tabel 4.32	Hasil Perhitungan Volume per Siklus Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting With Project (Utara)	125
Tabel 4.33	Hasil Perhitungan Volume per Siklus Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting With Project (Utara)	126
Tabel 4.34	Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting With Project (Utara).....	127
Tabel 4.35	Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting With Project (Utara) (Lanjutan).....	128
Tabel 4.36	Lama Tundaan Kondisi Eksisting Without Project (Utara).....	130

Tabel 4.37	Lama Tundaan Kondisi Eksisting Without Project (Utara) (Lanjutan).....	131
Tabel 4.38	Lama Tundaan Kondisi Eksisting With Project (Utara).....	131
Tabel 4.39	Lama Tundaan Kondisi Eksisting With Project (Utara) (Lanjutan).....	132
Tabel 5.1	Kecepatan Arus Bebas Kondisi Eksisting Without Project pada Titik A.....	139
Tabel 5.2	Kecepatan Arus Bebas Kondisi Rencana (<i>Flyover</i>) pada Titik A.....	139
Tabel 5.3	Kecepatan Arus Bebas Kondisi Eksisting <i>With Project</i> pada Titik A.....	139
Tabel 5.4	Rekap Hasil Kecepatan Tempuh Pada Tiap Kondisi Jalan di Titik A.....	141
Tabel 5.5	Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan.....	143
Tabel 5.6	Konsumsi Pelumas Dasar.....	144
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan BOK pada Titik A Kondisi Jalan Eksisting Without Project.....	149
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan BOK pada Titik A Kondisi Jalan Eksisting Without Project (Lanjutan).....	150
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan BOK pada Titik A Kondisi Jalan Rencana (<i>Flyover</i>).....	150
Tabel 5.10	Hasil Perhitungan BOK pada Titik A Kondisi Jalan Eksisting With Project.....	151
Tabel 5.11	Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Eksisting <i>Without Project</i>	151
Tabel 5.12	Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Eksisting Without Project (Lanjutan).....	152
Tabel 5.13	Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Rencana (<i>Flyover</i>).....	152

Tabel 5.14	Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Rencana (Flyover) (Lanjutan)	153
Tabel 5.15	Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Eksisting With Project	153
Tabel 5.16	Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Eksisting With Project (Lanjutan)	154
Tabel 5.17	Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada Titik A Without Project	155
Tabel 5.18	Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada Jalan Rencana (Flyover) di Titik A	156
Tabel 5.19	Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada Titik A With Project	157
Tabel 5.20	Nilai Penghematan (Saving) BOK Sebelum Adanya Penambahan Akibat Sepeda Motor	158
Tabel 5.21	Total BOK Setelah Penambahan Sepeda Motor pada Keadaan Eksisting Without Project	159
Tabel 5.22	Total BOK Setelah Penambahan Sepeda Motor pada Keadaan Flyover	160
Tabel 5.23	Total BOK Setelah Penambahan Sepeda Motor pada Keadaan Eksisting With Project	161
Tabel 5.24	Nilai Penghematan BOK Setelah Adanya Penambahan Akibat Sepeda Motor	162
Tabel 5.25	Rata-rata Kenaikan Inflasi	163
Tabel 5.26	Total Travel Time Jalan Eksisting dari Titik A (Without Project)	164
Tabel 5.27	Total Travel Time Jalan Eksisting dari Titik A (Flyover)	165
Tabel 5.28	Total Travel Time Jalan Eksisting dari Titik A (With Project)	165
Tabel 5.29	Total Travel Time Jalan Eksisting dari Titik A (With Project) (Lanjutan)	166

Tabel 5.30	Nilai Waktu Dasar Tahun 1996 dan 2019.....	169
Tabel 5.31	Nilai Waktu Minimum Tahun 1996 dan 2019.....	170
Tabel 5.32	Nilai Waktu Tahun 2019 yang Dipilih.....	171
Tabel 5.33	Inflasi Nilai Waktu.....	171
Tabel 5.34	Inflasi Nilai Waktu (Lanjutan).....	172
Tabel 5.35	Nilai Waktu Kondisi Eksisting <i>Without Project</i> ...	172
Tabel 5.36	Nilai Waktu Kondisi Eksisting <i>Without Project</i> (lanjutan).....	173
Tabel 5.37	Nilai Waktu Kondisi Rencana (Flyover)	173
Tabel 5.38	Nilai Waktu Kondisi Eksisting <i>With Project</i>	174
Tabel 5.39	Total Penghematan Nilai Waktu pada Kondisi Rencana (Flyover) dan <i>With Project</i>	175
Tabel 5.40	Total Penghematan Nilai Waktu.....	176
Tabel 5.41	Biaya Konstruksi Flyover Manahan	177
Tabel 5.42	BI Rate Per Bulan Tahun 2015-2016.....	179
Tabel 5.43	Total Cost Selama 20 tahun	179
Tabel 5.44	Total Benefit Selama 20 tahun.....	180
Tabel 5.45	Nilai Benefit Cost Ratio (BCR)	180
Tabel 5.46	Nilai Benefit Cost Ratio (BCR) (Lanjutan)	181
Tabel 5.47	Perhitungan Nilai Net Present Value (NPV)	182
Tabel 5.48	Perhitungan Nilai Net Present Value (NPV) (Lanjutan)	182
Tabel 5.49	Perhitungan Nilai Net Present Value (NPV) (Lanjutan)	183

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Wilayah Kota Surakarta.....	5
Gambar 1.2	Peta Lokasi Simpang Manahan kondisi eksisting.....	6
Gambar 1.3	Peta Lokasi Flyover Manahan	6
Gambar 1.4	Arah Flow Traffic Pada Kondisi Eksisting.....	7
Gambar 1.5	Arah Flow Traffic Pada Flyover.....	8
Gambar 1.6	Skenario Kendaraan yang Lewat Jalan Eksisting With Project.....	8
Gambar 2.1	Bentuk Umum Persimpangan Sebidang	16
Gambar 2.2	Bentuk Umum Persimpangan Tidak Sebidang	17
Gambar 2.3	Bagian Jalinan Bundaran	37
Gambar 2.4	Faktor $W_w = 135 W_w^{1,3}$	38
Gambar 2.5	Faktor $W_e/W_w = (1+W_e/W_w)^{1,5}$	39
Gambar 2.6	Faktor $P_w = (1-P_w)^{0,5}$	39
Gambar 2.7	Faktor $W_w/L_w = (1+W_w/L_w)^{-1,8}$	40
Gambar 2.8	Hubungan Waktu dengan Arus Lalu Lintas (kend/jam) pada Waktu Merah dan Hijau.....	42
Gambar 2.9	Hubungan Waktu dengan Jumlah Kumulatif Kendaraan pada Waktu Merah dan Hijau.....	43
Gambar 3.1	Arah Asal-Tujuan (<i>Before</i>)	55
Gambar 3.2	Arah Asal-Tujuan (<i>After</i>)	55
Gambar 3.3	Pergerakan Pada Titik A	56
Gambar 3.4	Pergerakan Pada Titik B	57
Gambar 3.5	Pergerakan Pada Titik C	57
Gambar 3.6	Pergerakan Pada Titik D.....	58
Gambar 3.7	Pergerakan Pada Titik E	58
Gambar 3.8	Pergerakan Pada Titik F.....	59
Gambar 3.9	Pergerakan Pada Titik G	60
Gambar 3.10	Pergerakan Pada Titik H	60

Gambar 3.11	Bagan Alir (Flowchart) Metodologi	67
Gambar 4.1	Grafik Persamaan Regresi Linier Untuk Jumlah Penduduk	75
Gambar 4.2	Grafik Persamaan Regresi Linier Untuk PDRB	76
Gambar 4.3	Hasil Pengukuran Topografi Simpang Manahan Solo Kota Surakarta	81
Gambar 4.4	Ukuran Geometrik Jalan pada Simpang Obor Manahan	83
Gambar 4.5	Potongan Melintang Jalan Titik A Kondisi Eksisting Without Project	83
Gambar 4.6	Potongan Melintang Jalan Titik B Kondisi Eksisting Without Project	84
Gambar 4.7	Potongan Melintang Jalan Titik D Kondisi Eksisting Without Project	84
Gambar 4.8	Potongan Melintang Jalan Titik A Kondisi Rencana (Flyover)	85
Gambar 4.9	Potongan Melintang Jalan Titik B Kondisi Rencana (Flyover)	85
Gambar 4.10	Potongan Melintang Jalan Titik D Kondisi Rencana (Flyover)	85
Gambar 4.11	Potongan Melintang Jalan Titik A Kondisi Eksisting With Project	86
Gambar 4.12	Potongan Melintang Jalan Titik B Kondisi Eksisting With Project	86
Gambar 4.13	Potongan Melintang Jalan Titik D Kondisi Eksisting With Project	87
Gambar 4.14	Skenario Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Adi Sucipto Menuju Jl. MT. Haryono	87
Gambar 4.15	Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Adi Sucipto Menuju Jl. Dr. Moewardi	88

Gambar 4.16	Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. MT. Haryono Menuju Jl. Adi Sucipto	89
Gambar 4.17	Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. MT. Haryono Menuju Jl. Dr. Moewardi.....	89
Gambar 4.18	Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Dr. Moewardi Menuju Jl. Adi Sucipto	90
Gambar 4.19	Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Dr. Moewardi Menuju Jl. MT. Haryono	91
Gambar 4.20	Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Adi Sucipto Menuju Jl. Dr. Moewardi.....	91
Gambar 4.21	Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. MT. Haryono Menuju Jl. Dr. Moewardi.....	92
Gambar 4.22	Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Dr. Moewardi Menuju Jl. Adi Sucipto	93
Gambar 4.23	Layout Panjang Flyover	93
Gambar 4.24	Sketsa Panjang dan Tinggi Flyover	93
Gambar 4.25	Geometrik Simpang Bundaran Manahan	101
Gambar 5.1	Kecepatan Arus Bebas Dasar (VBD).....	138
Gambar 5.2	Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping (FV_{BHS})	138
Gambar 5.3	Grafik Hubungan VT dengan Dj pada Tipe Jalan 4/2T, 6/2T	140

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dan pemerataan pembangunan wilayah merupakan salah satu tujuan pembangunan di semua daerah terutama kabupaten/kota. Dalam rangka pemerataan pembangunan, perlu adanya infrastruktur dasar seperti jaringan jalan dan jembatan. Secara kewilayahan, permintaan dan kebutuhan jaringan jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor bangkitan lalu lintas, pergerakan dan transportasi seperti:

- a. Perkembangan jumlah penduduk
- b. Perkembangan aktivitas kawasan
- c. Adanya simpul-simpul aktivitas baru
- d. Adanya rencana pengembangan kawasan

Pola perkembangan wilayah yang semakin luas mengakibatkan pergerakan lalu lintas perkotaan yang menghubungkan pusat-pusat kegiatan semakin tinggi. Lalu lintas perkotaan yang semakin besar dengan intensitas yang tinggi menyebabkan pada jam-jam sibuk terjadi kemacetan pada ruas-ruas jalan utama perkotaan terutama pada jaringan jalan yang menghubungkan pusat-pusat kegiatan. (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta, 2017)

Dengan meningkatnya laju pertumbuhan pembangunan Provinsi Jawa Tengah pada umumnya, cenderung meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat dan akan meningkatkan permintaan jasa angkutan. Dalam hal ini adalah transportasi darat (jalan raya). Transportasi adalah perpindahan orang atau barang dengan menggunakan alat atau kendaraan dari dan ke tempat-tempat yang terpisah secara geografis. (Bowersox, 1981)

Kota Surakarta atau juga dikenal dengan Kota Solo merupakan salah satu kota pusat kebudayaan Jawa dengan jumlah penduduk 514.171 dan luas mencapai 44,06 km² serta mempunyai ketinggian kurang lebih 92 m dari permukaan laut. Kota Surakarta

terdiri dari 5 kecamatan, yaitu Kecamatan Laweyan, Kecamatan Serengan, Kecamatan Banjarsari, Kecamatan Jebres, dan Kecamatan Pasar liwon. Kota ini menempati posisi sangat strategis yaitu sebagai simpul jalur transportasi darat mencakup akses dari arah Barat (Jogja, Semarang), dari arah Utara (Purwodadi, Sragen, Karanganyar) dari arah Timur (Karanganyar, Sragen), dan dari arah Selatan (Wonogiri, Sukoharjo). (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta, 2017)

Kota Solo sebagai salah satu kota tujuan wisata yang ada di Indonesia. Selain itu di Kota Solo terdapat industri-industri, pusat perbelanjaan, dan sekolah yang berkembang cukup pesat, sehingga Kota Solo merupakan tujuan sebagian besar masyarakat untuk berwisata, berbelanja dan bersekolah, baik dari dalam Kota Solo maupun dari daerah lain. Dari faktor tersebut menyebabkan pertumbuhan penduduk yang pesat di sekitar kawasan kota Solo tersebut sehingga menyebabkan meningkatnya volume lalu lintas yang tersedia, sementara kapasitas jalan masih tetap. Salah satunya pada Simpang Bundaran Manahan atau Simpang Obor Manahan. (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta, 2017)

Simpang Manahan merupakan salah satu simpang yang berada di Kota Surakarta, dimana simpang ini menghubungkan:

- a. Ruas Jalan MT. Haryono
- b. Ruas Jalan Adi Sucipto
- c. Ruas Jalan Dr. Moewardi, dan
- d. Rel Kereta Api

Perlindungan sebidang kereta api pada ruas jalan sebagai salah satu bagian dari sistem transportasi merupakan titik kritis yang perlu mendapatkan perhatian, karena merupakan titik temu antara berbagai kepentingan lalu lintas yang memungkinkan terjadinya tundaan, kemacetan hingga kecelakaan.

Perlindungan sebidang kereta api jalan Adi Sucipto/MT.Haryono dan Dr. Moewardi (Manahan) saat ini telah dihadapkan pada berbagai masalah transportasi berupa:

- a. Berdekatan dengan persimpangan (*stager*)

- b. Merupakan titik kemacetan saat jam ramai lalu lintas
- c. Volume lalu lintas yang tinggi saat jam ramai lalu lintas
- d. Banyaknya konflik lalu lintas disekitar perlintasan tersebut.
- e. Antrian dan tundaan cukup lama khususnya saat jam ramai lalu lintas dan berbarengan dengan lewatnya kereta api.

Kemacetan lalu lintas mengakibatkan terjadinya kerugian berupa waktu tempuh menjadi lebih lama dan bertambahnya biaya operasional kendaraan (bensin, perawatan mesin) karena seringnya kendaraan berhenti serta terjadi penurunan kualitas lingkungan berupa peningkatan polusi udara karena gas racun CO dan peningkatan gangguan suara kendaraan (kebisingan). Pada dasarnya kemacetan terjadi akibat volume lalu lintas melebihi kapasitas yang disediakan. Jika ditinjau dari segi ekonomi, tundaan yang dialami kendaraan merupakan biaya (*cost*) yang harus dibayar oleh pengguna kendaraan akibat adanya kemacetan sedangkan dari segi waktu, pengguna kendaraan akan lebih lama untuk sampai ke tempat tujuan. Oleh karenanya diperlukan penanganan untuk mengurangi dampak kemacetan tersebut, Pemerintah Kota Surakarta berencana membangun *Flyover* Manahan. (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta)

Dalam rangka pembangunan *Flyover* Manahan tersebut maka dilaksanakan penyusunan studi kelayakan untuk memperoleh suatu kajian kelayakan salah satunya dari aspek lalu lintas dan ekonomi sehingga diharapkan pembangunan *flyover* nantinya dapat memberikan hasil yang baik dan mampu menyelesaikan permasalahan yang ada dengan cara merekapitulasi data-data volume kendaraan pada tiap ruas jalan, kemudian mengolah dan menganalisa data tersebut. Dengan data kendaraan dan komponen-komponennya dapat digunakan untuk mengetahui biaya operasional kendaraan (BOK). Dari data BOK ini dapat menentukan apakah pembangunan *flyover* Manahan pada Simpang Bundaran Manahan, Solo tersebut layak secara aspek lalu lintas dan ekonomi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana kondisi lalu lintas sebelum dan sesudah dibangun *flyover* Manahan pada Simpang Bundaran Manahan, Solo?
- b. Berapa biaya penghematan nilai waktu dan biaya operasional kendaraan sebelum dan sesudah dibangun *flyover* Manahan pada Simpang Bundaran Manahan, Solo?
- c. Apakah pembangunan *flyover* pada Simpang tersebut dapat dikatakan layak dari sisi lalu lintas dan ekonomi?

1.3 Batasan Masalah

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

- a. Tinjauan kelayakan pembangunan *flyover* tersebut dibahas dari segi lalu lintas dan ekonomi.
- b. Tidak melakukan perhitungan perencanaan struktur dan dimensi *flyover* Manahan, Solo
- c. Umur rencana dari pembangunan *flyover* ini adalah 20 tahun.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini adalah untuk:

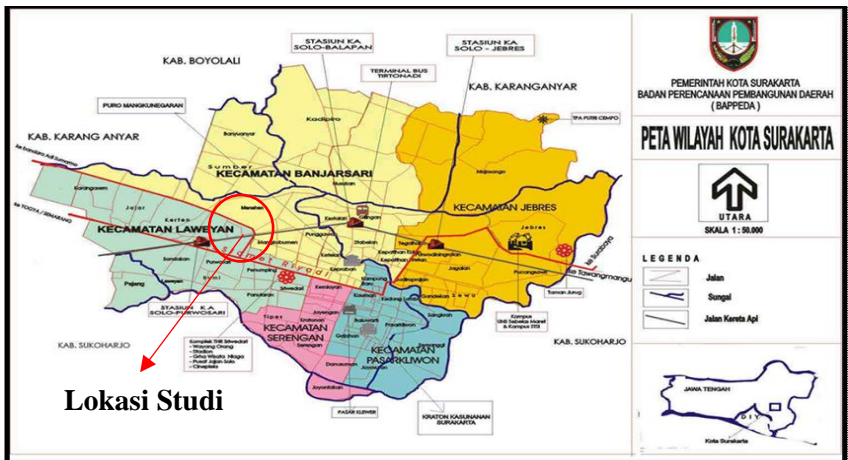
- a. Menganalisa kondisi lalu lintas pada jalan eksisting sebelum dan sesudah dibangun *flyover* Manahan di Simpang Bundaran Manahan, Solo.
- b. Mengetahui pegghematan nilai waktu dan biaya operasional kendaraan sebelum dan sesudah dibangun *flyover* Manahan di Simpang Bundaran Manahan, Solo.
- c. Menganalisa kelayakan pembangunan *flyover* Manahan pada Simpang Bundaran Manahan, Solo dari aspek lalu lintas dan ekonomi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil analisis Tugas Akhir ini adalah dapat memberikan informasi mengenai kelayakan dari *flyover* Manahan yang ditinjau dari segi lalu lintas dan ekonomi.

1.6 Peta Lokasi Studi

Dalam penulisan tugas akhir ini, lokasi yang ditinjau adalah Simpang Bundaran Manahan, Solo.



Gambar 1.1 Peta Wilayah Kota Surakarta

Sumber:

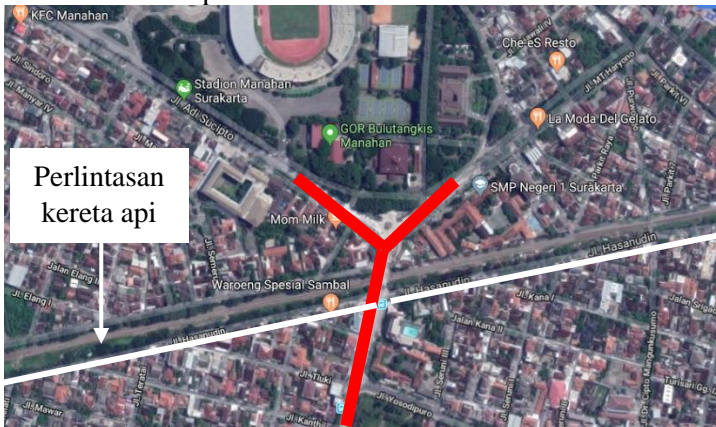
<https://fourforstudio.files.wordpress.com/2011/09/solo.png>



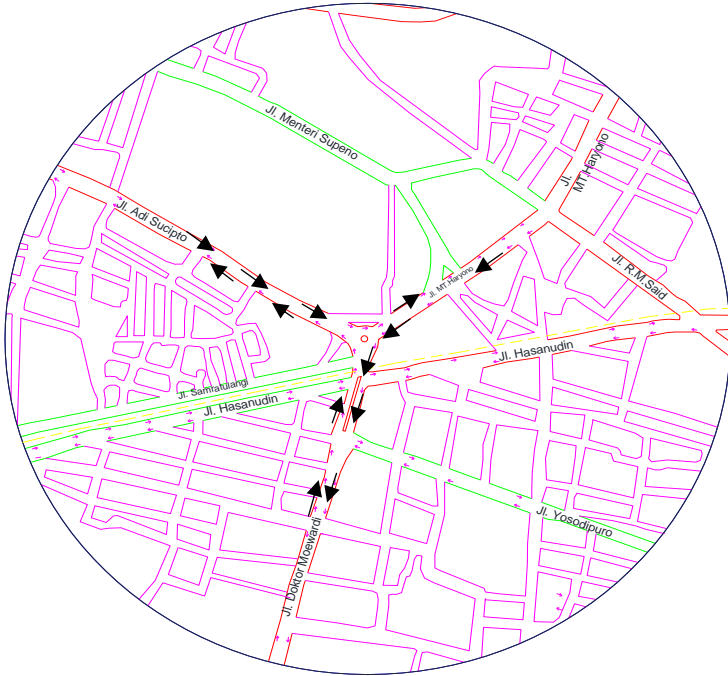
Gambar 1.2 Peta Lokasi Simpang Manahan kondisi eksisting
 Sumber: *Google Earth. Kamis, 13 Desember 2018 22:46*

1.6.1 Rencana *Flyover*

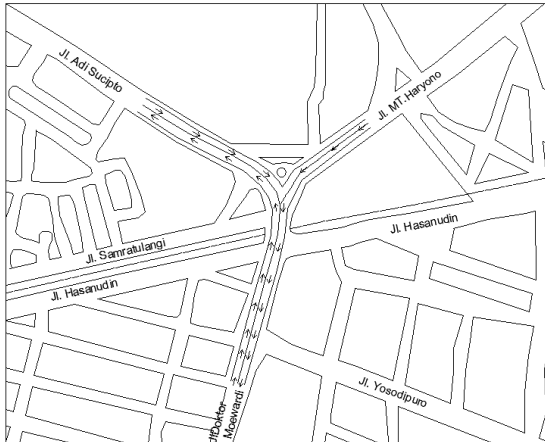
Pada Tugas Akhir ini direncanakan panjang total *flyover* 495 m (Dr. Moewardi – Adi Sucipto 350 m dan dari persimpangan ke MT. Haryono 145 m). *Flyover* tersebut direncanakan berada di atas perlintasan kereta api.



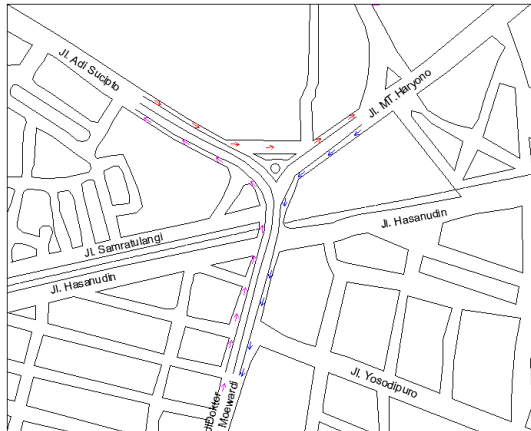
Gambar 1.3 Peta Lokasi *Flyover* Manahan
 Sumber: *Google Earth. Kamis, 13 Desember 2018 22:46*



Gambar 1.4 Arah *Flow Traffic* Pada Kondisi Eksisting
Sumber: Google Maps, 14 Januari 2019 21:37



Gambar 1.5 Arah Flow Traffic Pada Flyover
Sumber: Google Maps, 14 Januari 2019 21:37



Gambar 1.6 Skenario Kendaraan yang Lewat Jalan Eksisting
With Project

Sumber: Google Maps, 14 Mei 2019 4:27

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Suatu teori penunjang diperlukan sebagai pembahasan keseluruhan masalah yang akan timbul dalam penulisan proposal akhir ini. Dasar teori ini berisikan dasar-dasar teori penunjang penulisan oleh ahli dibidangnya masing-masing yang mana hasilnya telah melalui tahapan pengkajian dan penelitian serta sudah baku kebenarannya.

2.2 Studi Terdahulu

- a. Hasyiyati & Widyastuti. (2015). “Studi Kelayakan Pembangunan Flyover Jalan Akses Pelabuhan Teluk Lamong Ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi Jalan Raya”.
 1. Kondisi eksisting karakteristik persimpangan Jalan Tambak Osowilangan dan Jalan Akses Pelabuhan Teluk Lamong sebelum adanya pembangunan *flyover* didapatkan nilai DS untuk arah Surabaya-Gresik = 0,633 dan arah sebaliknya DS = 0,991. Sedangkan setelah adanya pembangunan *flyover* untuk jalan rencana atas dan bawah nilai DS berkurang. Jika dilihat dari hasil perhitungan KAJI maka dapat disimpulkan bahwa pembangunan *flyover* Jalan Akses Pelabuhan Teluk Lamong layak dari segi lalu lintas, karena dengan adanya flyover nilai DS = 0,371. Dengan adanya flyover tersebut akan dapat mengurangi kemacetan di wilayah sekitar.
 2. Flyover Jalan Akses Pelabuhan Teluk Lamong bila dilihat dari penghematan biaya operasional kendaraan (BOK) selama 20 tahun sebesar Rp489.225.467.674, sedangkan untuk penghematan nilai waktu selama 20

tahun akibat adanya *flyover* adalah Rp1.905.470.399.028. Dengan adanya penghematan tersebut maka didapatkan nilai BCR = 2,88 (BCR > 1), sedangkan jika dilihat dari NPV yaitu Rp 1.402.399.817.323 (NPV > 0) maka dapat dikatakan *flyover* tersebut layak secara ekonomi dan layak untuk dibangun *flyover*.

- b. Sari & Widyastuti. (2016). “Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Flyover Pada Simpang Gejayan, Yogyakarta”
Kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:
 1. Berdasarkan hasil analisis volume kendaraan sebelum adanya flyover ,didapatkan kinerja lalu lintas berupa derajat kejenuhan, antrian serta tundaan pada masing-masing lengannya. Hasil derajat kejenuhan, antrian serta tundaan pada tahun 2016 adalah sebagai berikut:
 - Derajat Kejenuhan (Dj)
Utara : 0,95
Selatan : 0,96
Timur : 0,74
Barat : 0,89
 - Panjang Antrian (PA)
Utara : 136,91 meter
Selatan : 130,45 meter
Timur : 169, 04 meter
Barat : 183,69 meter
 - Tundaan (T)
Utara : 95,39 detik
Selatan : 94,05 detik
Timur : 88,38 detik

- Barat : 74,71 detik
2. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan Trip Assignment dengan menggunakan metode Smock, didapatkan persentase perpindahan kendaraan dari jalan eksisting menuju flyover. Dikarenakan pembangunan flyover rencana yaitu pada arah Timur-Barat dan sebaliknya, maka hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut :
 - Timur
Persentase Pindah: 27 %
Persentase Tak Pindah: 73%.
 - Barat
Persentase Pindah: 27%
Persentase Tak Pindah: 73%
Dari hasil yang didapatkan akan mempengaruhi kinerja jalan pada jalan eksisting (with project)
 3. Berdasarkan perhitungan perpindahan kendaraan yang dilakukan sebelumnya dengan metode smock, dapat dihitung volume kendaraan yang akan memilih untuk melewati flyover ataukah masih tetap menggunakan jalan eksisting. Kinerja lalu lintas yang didapatkan yaitu:
 - Derajat Kejenuhan (Dj)
Utara : 1,10
Selatan : 1,12
Timur : 0,30
Barat : 0,38
 - Panjang Antrian (PA)
Utara : 165,44 meter
Selatan : 159,66 meter
Timur : 47,21 meter
Barat : 61,50 meter
 - Tundaan (T)
Utara : 107,12 detik
Selatan : 108,70 detik Timur : 44,67 detik

- Barat : 45,18 detik
4. Berdasarkan perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dimana akan didapatkan perbandingan antara BOK sebelum dibangunnya *flyover* serta BOK setelah adanya *flyover*. Penghematan biaya yang didapatkan adalah berdasarkan selisih BOK *without project* dan *with project* pada tahun 2018 yaitu Rp 849.965.584,00. Penghematan nilai waktu yang terjadi pada tahun 2018 yaitu Rp 9.356.083.509
 5. Analisis Kelayakan Ekonomi dilakukan dengan menghitung nilai Benefit Cost Ratio (BCR) serta nilai Net Present Value (NPV). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai BCR yaitu 7,030 ($BCR > 1$) serta nilai NPV yaitu Rp 2.311.691.738.573 ($NPV > 0$), maka pembangunan *Flyover* Gejayan ini dapat dikatakan layak secara ekonomi. Dari segi lalu lintas, terjadi penurunan derajat kejenuhan pada arah Barat dan Timur yang cukup tinggi setelah beroperasinya *flyover* pada tahun 2018 yaitu :
 - Timur : 0,85 menjadi 0,30
 - Barat : 1,02 menjadi 0,38
- c. Praptono & Widyastuti. (2013). “Studi Kelayakan Pembangunan Flyover Perlintasan Jalan Raya dan Rel Kereta Api di Peterongan – Jombang Ditinjau Dari Segi Ekonomi”
1. Kondisi karakteristik perlintasan sebelum pembanguana Flyover adalah adanya perlintasan sebidang antara jalan raya dan rel kereta api dengan waktu tunggu setiap kereta melintas 2 menit atau 120 detik dengan $DS = 0,769$ pada tahun 2013, sedangkan sesudah pembangunan Flyover semua kendaraan dari arah Jombang maupun Mojokerto naik melewati Flyover sehingga jalan raya dan jalur rel kereta api tidak sebidang dengan nilai $DS = 0,968$ pada tahun 2021.

2. Saving yang terjadi pada proyek pembangunan Flyover pada perlintasan jalan kereta api di Peterongan – Jombang sebesar Rp. 201.250.585.859,-
3. Secara ekonomi jumlah penghematan total (NPV) sebesar Rp. 75.800.075.764,- (NPV>0) dan nilai BCR sebesar 1,6 (BCR>1). Sehingga dari segi ekonomi pembangunan Flyover pada perlintasan jalan kereta api di Peterongan – Jombang dinyatakan layak dari segi ekonomi dikarenakan manfaat yang diterima lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan.

Dari hasil kajian-kajian tugas akhir yang pernah membahas tentang studi kelayakan pada perencanaan *flyover*, maka dapat disimpulkan pemilihan alternatif pembangunan *flyover* Manahan dirasa cukup tepat untuk menjadi solusi mengatasi permasalahan kemacetan yang terjadi.

2.2 Karakteristik Jalan

Karakteristik jalan akan mempengaruhi kapasitas dan kinerjanya apabila dibebani lalu lintas.

2.3.1 Klasifikasi Jalan Raya

Menurut UU RI 38 tahun 2004, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. (Pasal 1 ayat 4).

Jalan sesuai dengan peruntukannya terdiri atas jalan umum dan jalan khusus. (Pasal 6 ayat 1).

Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan (Pasal 8 ayat 1)

- a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri:
 1. Perjalanan jarak jauh.

2. Kecepatan rata-rata tinggi, dan
 3. Jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna. (Pasal 8 ayat 2).
- b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri:
1. Perjalanan jarak sedang.
 2. Kecepatan rata-rata sedang, dan
 3. Jumlah jalan masuk dibatasi. (Pasal 8 ayat 3)
- c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri:
1. Perjalanan jarak dekat.
 2. Kecepatan rata-rata rendah, dan
 3. Jumlah jalan masuk tidak dibatasi. (Pasal 8 ayat 4)
- d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri:
1. Perjalanan jarak dekat, dan
 2. Kecepatan rata-rata rendah (Pasal 8 ayat 5)

2.4 Persimpangan

Menurut Sulaksono (2001), persimpangan adalah lokasi/daerah dimana dua atau lebih jalan, bergabung atau berpotongan/bersilangan.

Persimpangan jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekatan, dimana arus kendaraan dari berbagai pendekatan tersebut bertemu dan memencar meninggalkan simpang. Pada sistem transportasi dikenal tiga macam pertemuan jalan, yaitu pertemuan sebidang (*at grade intersection*), pertemuan tidak sebidang (*interchange*), dan persilangan jalan (*grade separation without ramps*) (Hobbs, 1995).

Persimpangan-persimpangan adalah merupakan faktor-faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah perkotaan.

2.4.1 Jenis Simpang

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), pemilihan jenis simpang untuk

suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalu lintas, dan pertimbangan lingkungan.

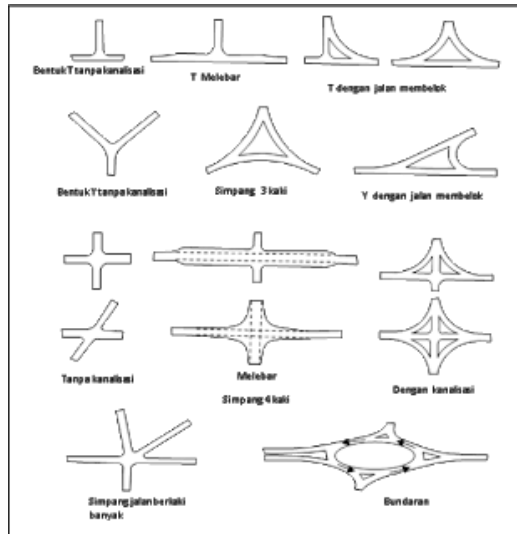
Menurut Morlok (1991), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :

- a. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
- b. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya.

2.4.2 Macam-macam Simpang

Berikut merupakan macam-macam simpang dilihat dari bentuknya ada 2 (dua) macam jenis persimpangan, yaitu :

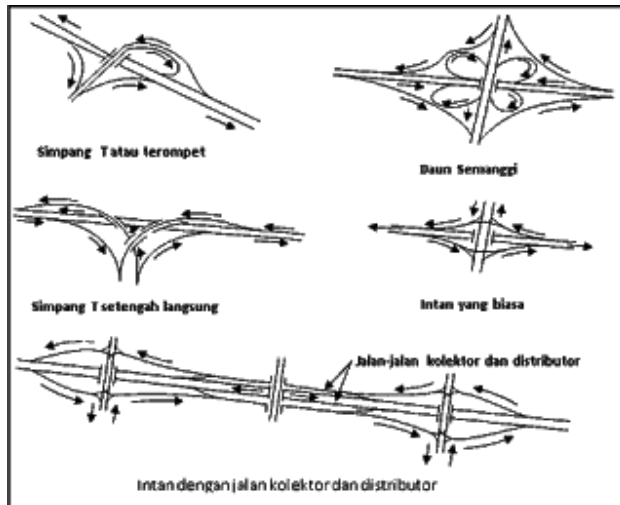
- a. Pertemuan atau persimpangan jalan sebidang menurut Khisty dan Lall (2003) merupakan suatu persimpangan dimana dua atau lebih jalan bersimpangan satu sama lain pada bidang yang sama, dengan tiap jalan (kaki persimpangan) mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk suatu pola persinggungan. Pertemuan jalan sebidang ada 4 (empat) macam, yaitu :
 1. Pertemuan atau persimpangan bercabang 3 (tiga)
 2. Pertemuan atau persimpangan bercabang 4 (empat).
 3. Pertemuan atau persimpangan bercabang banyak, dan Bundaran (Rotary Intersection).



Gambar 2.1 Bentuk Umum Persimpangan Sebidang

(Sumber: <http://zendreilcivil.blogspot.com/2018/02/simpang-sebidang.html>)

- b. Pertemuan atau persimpangan jalan tidak sebidang merupakan persimpangan dimana dua ruas jalan atau lebih saling bertemu tidak dalam satu bidang tetapi salah satu ruas berada di atas atau di bawah ruas jalan yang lain. Ada beberapa jenis persimpangan tidak sebidang, yaitu antara lain:
1. Pertemuan atau persimpangan tidak sebidang bercabang 3
 2. Pertemuan atau persimpangan tidak sebidang bercabang 4.



Gambar 2.2 Bentuk Umum Persimpangan Tidak Sebidang

(Sumber: <http://zendreilcivil.blogspot.com/2018/02/simpang-sebidang.html>)

2.4.3 Simbang Tak Bersinyal

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014) pada umumnya simpang tak bersinyal dengan bentuk pengaturan hak jalan (prioritas dari sebelah kiri) digunakan daerah pemukiman, perkotaan dan daerah pedalaman untuk persimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu lintas pedalaman untuk persimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu lintas rendah. Untuk persimpangan dengan kelas dan atau fungsi jalan yang berbeda, lalu lintas pada minor harus diatur dengan tanda “*yield*” atau “*stop*”. Simbang tak bersinyal paling efektif apabila ukurannya kecil dan daerah konflik lalu lintasnya ditentukan dengan baik. Simbang ini sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua lajur tak berbagi.

Simbang tak bersinyal dikategorikan menjadi beberapa bentuk, yaitu (1) Simbang tanpa pengontrol, pada simpang ini tidak terdapat hak untuk berjalan (*right of way*) terlebih dahulu yang diberikan pada suatu jalan dari simpang tersebut. Bentuk simpang

ini cocok pada simpang yang mempunyai volume lalu lintas rendah. (2) Simpang dengan prioritas, simpang dengan prioritas memberi hak yang lebih kepada suatu jalan yang spesifik. Bentuk operasi ini dilakukan pada simpang dengan volume yang berbeda dan pada pendekatan jalan yang mempunyai volume arus lalu lintas yang lebih rendah sebaiknya di pasang rambu. (3) Persimpangan dengan pembagian ruang, simpang jenis ini memberikan prioritas yang sama dan gerakan yang berkesinambungan terhadap semua kendaraan yang berasal dari masing-masing dengan simpang. Arus kendaraan saling berjalan pada kecepatan relatif rendah dan dapat melewati persimpangan tanpa harus berhenti. Pengendalian simpang jenis ini dicontohkan dengan operasi bundaran dan daerah menjalin.

2.4.4 Bundaran

Bagian jalinan dikendalikan dengan aturan lalu lintas Indonesia yaitu memberi jalan pada yang kiri. Bagian jalinan dibagi dua tipe yaitu bagian jalinan tunggal dan bagian jalinan bundaran. Bundaran dianggap sebagai jalinan yang berurutan. Bundaran paling efektif jika digunakan persimpangan antara jalan dengan ukuran dan tingkat arus yang sama. Karena itu bundaran sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua-lajur atau empat-lajur. Untuk persimpangan antara jalan yang lebih besar, penutupan daerah jalinan mudah terjadi dan keselamatan bundaran menurun.

2.5 Persyaratan Teknis dan Laik Jalan Kendaraan Bermotor

Motor penggerak sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memenuhi persyaratan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 Pasal 12:

- a. Mempunyai daya untuk dapat mendaki pada jalan tanjakan dengan sudut kemiringan minimum 8 (delapan derajat) dengan kecepatan minimum 20 (dua puluh) kilometer per jam pada segala kondisi jalan.

2.6 Perlintasan Sebidang Jalan Raya dengan Jalan Kereta Api

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No. 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan dan atau Persinggungan antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain, perlintasan sebidang ditetapkan dengan ketentuan:

- a. Kecepatan kereta api yang melintas pada perlintasan kurang dari 60 km/jam
- b. Selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya (*headway*) yang melintas pada lokasi tersebut minimal 30 menit
- c. Jalan yang melintas adalah jalan kelas III
- d. Jarak perlintasan yang satu dengan yang lainnya pada satu jalur kereta api tidak kurang dari 800 meter
- e. Tidak terletak pada lengkungan jalur kereta api atau jalan
- f. Jarak pandang bebas bagi masinis kereta api minimal 500 meter maupun pengendara kendaraan bermotor dengan jarak minimal 150 meter

2.7 Definisi dan Istilah

Ditinjau dari PKJI 2014, ada beberapa definisi serta istilah-istilah yang digunakan dalam perhitungan simpang bersinyal dan jalan perkotaan. Berikut adalah istilah-istilah yang digunakan sebagai pedoman dalam perhitungan:

- **Arus lalu lintas (Q)**
Jumlah kendaraan bermotor yang melalui suatu titik pada suatu penggal jalan per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan kend/jam (Q_{kend}), atau skr/jam (Q_{skr}), atau skr/hari (LHRT).
- **Arus lalu lintas jam desain (QJP)**
Arus lalu lintas dalam satuan kend/jam, yang digunakan untuk desain.
- **Derajat Kejenuhan (DS)**
Rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas
- **Ekivalen Kendaraan Ringan (ekr)**

Faktor penyeragaman satuan dari beberapa tipe kendaraan dibandingkan terhadap KR sehubungan dengan pengaruhnya kepada karakteristik arus campuran (untuk mobil penumpang dan/atau kendaraan ringan yang sama asisnya memiliki $e_{kr} = 1,0$)

- **Faktor k (k)**
Faktor pengubah LHRT menjadi arus lalu lintas jam puncak
- **Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCHS)**
Angka untuk mengoreksi nilai kapasitas dasar sebagai akibat dari kegiatan samping jalan yang menghambat kelancaraan arus lalu lintas.
- **Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisahan Arus Lalu Lintas (FCPA)**
Angka untuk mengoreksi kapasitas dasar sebagai akibat dari pemisahan arus per arah yang tidak sama dan hanya berlaku untuk jalan dua arah tak terbagi
- **Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Perbedaan Lebar Jalur Lalu Lintas (FCL)**
Angka untuk mengoreksi kapasitas dasar sebagai akibat dari perbedaan lebar jalur lalu lintas dari lebar jalur lalu lintas ideal.
- **Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Ukuran Kota (FCUK)**
Angka untuk mengoreksi kapasitas dasar sebagai akibat perbedaan ukuran kota dari ukuran kota yang ideal.
- **Faktor Penyesuaian Kecepatan Akibat Hambatan Samping (FVHS)**
Angka untuk mengoreksi kecepatan arus bebas dasar sebagai akibat dari adanya hambatan samping.
- **Faktor Penyesuaian Kecepatan Akibat Perbedaan Lebar Jalur Lalu Lintas (FVL)**
Angka untuk mengoreksi kecepatan arus bebas dasar sebagai akibat dari perbedaan lebar jalur jalan yang tidak ideal.

- **Faktor Penyesuaian Kecepatan untuk Ukuran Kota (FVUK)**
Angka untuk mengoreksi kecepatan arus bebas dasar sebagai akibat dari ukuran kota yang tidak ideal.
- **Faktor skr (FSKR)**
Angka untuk mengubah besaran arus lalu lintas dalam kendaraan campuran dari satuan kendaraan menjadi skr.
- **Hambatan Samping**
Kegiatan di samping segmen jalan yang berpengaruh terhadap kinerja lalu lintas.
- **Kapasitas (C)**
Arus lalu lintas maksimum dalam satuan ekr/jam yang dapat dipertahankan sepanjang segmen jalan tertentu dalam kondisi tertentu, yaitu yang melingkupi geometrik, lingkungan dan lalu lintas.
- **Kapasitas Dasar (C0)**
Kemampuan suatu segmen jalan menyalurkan kendaraan yang dinyatakan dalam satuan skr/jam untuk suatu kondisi jalan tertentu mencakup geometrik, pola arus lalu lintas, dan faktor lingkungan.
- **Kecepatan Arus Bebas (VB)**
Kecepatan suatu kendaraan yang tidak berpengaruh oleh kehadiran kendaraan lain, yaitu kecepatan dimana pengemudi merasa nyaman untuk bergerak pada kondisi geometrik, lingkungan dan pengendalian lalu lintas yang ada pada suatu segmen jalan tanpa lalu lintas lain (km/jam).
- **Kecepatan Arus Bebas Dasar (VBD)**
Kecepatan arus bebas suatu segmen jalan untuk suatu kondisi geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan tertentu (km/jam).
- **Kecepatan Tempuh (V)**
Kecepatan rata-rata ruang (space mean speed) kendaraan sepanjang segmen jalan.
- **Kendaraan (kend.)**
Unsur lalu lintas yang bergerak menggunakan roda.

- **Kendaraan Berat (KB)**
Kendaraan bermotor dengan dua sumbu atau lebih, beroda 6 atau lebih, panjang kendaraan 12,0 m atau lebih dengan lebar sampai 2,5 m, meliputi Bus besar, truk besar 2 atau 3 sumbu (tandem), truk tempelan, dan truk gandengan.
- **Kendaraan Ringan (KR)**
Kendaraan bermotor dengan dua gandar beroda empat, panjang kendaraan tidak lebih dari 5,5 m dengan lebar sampai dengan 2,1 m, meliputi sedan, minibus (termasuk angkot), mikrobis (termasuk mikrolet, oplet, metromini), pick-up, dan truk kecil.
- **Kendaraan Tak Bermotor (KTB)**
Kendaraan yang tidak menggunakan motor, bergerak ditarik oleh orang atau hewan, termasuk sepeda, becak, kereta dorongan, dokar, andong, gerobak.
- **Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT)**
Volume lalu lintas harian rata-rata tahunan (kend/hari), dihitung dari jumlah arus lalu lintas yang dihitung selama satu tahun penuh dibagi jumlah hari dalam tahun tersebut.
- **Lajur lalu lintas**
Bagian dari jalur lalu lintas yang digunakan oleh kendaraan untuk bergerak dalam satu iringan yang searah.
- **Lebar bahu (LB)**
Bagian di samping jalur jalan yang didesain sebagai ruang untuk kendaraan yang berhenti sementara dan dapat digunakan oleh kendaraan lambat, namun bukan untuk pejalan kaki, m
- **Lebar bahu efektif (LBE)**
Lebar bahu yang benar-benar dapat dipakai setelah dikurangi penghalang seperti pohon atau kios samping jalan, m
- **Lebar Jalur (LJ)**
Lebar jalur jalan yang dilewati arus lalu lintas, tidak termasuk bahu, m
- **Lebar jalur efektif (LJE)**

Lebar jalur jalan yang tersedia, untuk gerakan lalu lintas setelah dikurangi akibat parkir atau penghalang sementara lain, yang menutupi jalur lalu lintas (bahu yang diperkeras kadang-kadang dianggap bagian dari lebar jalur efektif), m

- **Peluang antrian (PA)**
Peluang terjadinya antrian kendaraan yang mengantri di sepanjang pendekat, m
- **Persimpangan**
Pertemuan dua atau lebih ruas jalan, dapat berupa Simpang atau Simpang APILL atau Bundaran atau Simpang Tak Sebidang.
- **Rasio (R)**
Perbandingan antara sub-populasi terhadap populasi total, misalnya RSM menyatakan sebagai rasio antara jumlah sepeda motor terhadap seluruh jumlah kendaraan dalam arus lalu lintas.
- **Ruas jalan**
Sepenggal jalan dengan panjang jalan tertentu yang ditetapkan oleh penyelenggaraan jalan sebagai penggalan jalan yang harus dikelola oleh manajer jalan.
- **Satuan kendaraan ringan (skr)**
Satuan arus lalu lintas, yaitu satuan arus dari berbagai tipe kendaraan yang diekivalenkan terhadap kendaraan ringan, termasuk kendaraan sedang, kendaraan berat, dan sepeda motor, dengan menggunakan nilai ekr.
- **Segmen jalan**
Bagian ruas jalan, yang mempunyai karakteristik lalu lintas dan geometrik yang tidak berbeda secara signifikan (homogen)
- **Segmen jalan antar kota**
Segmen jalan tanpa perkembangan yang menerus pada kedua sisinya, meskipun ada perkembangan permaen tetapi sangat sedikit, seperti rumah makan, pabrik, atau perkampungan (kios kecil dan kedai di sisi jalan tidak dianggap sebagai perkembangan yang permanen)

- **Segmen jalan perkotaan**
Segmen jalan yang mempunyai perkembangan permanen dan menerus di sepanjang atau hampir seluruh segmen jalan, minimal pada satu sisinya, berupa pengembangan koridor, aberada dalam atau dekat pusat perkotaan yang berpenduduk lebih dari 100.000 jiwa, atau dalam daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 jiwa tetapi mempunyai perkembangan di sisi jalannya yang permanen dan menerus.
- **Sepeda Motor (SM)**
Kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda.
- **Tingkat pelayanan (Qp)**
Besarnya arus lalu lintas yang dapat dilewatkan oleh segmen tertentu dengan mempertahankan tingkat kecepatan atau derajat kejenuhan tertentu.
- **Tipe jalan**
Konfigurasi jumlah lajur dan arah jalan, misal tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2TT)
- **Tundaan (T)**
Waktu tempuh tambahan yang digunakan pengemudi untuk melalui suatu Simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa Simpang. T terdiri dari Tundaan Lalu Lintas (TLL) dan Tundaan Geometrik (TG). TLL adalah waktu
- **Ukuran kota (UK)**
Ukuran kota ditetapkan berdasarkan jumlah penduduk di dalam kota yang bersangkutan, yang dinyatakan dalam juta jiwa.
- **Unsur lalu lintas**
Benda, baik kendaraan bermotor maupun tidak bermotor, atau pejalan kaki sebagai bagian dari arus lalu lintas.
- **Volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) Simpang**
Jumlah kendaraan yang memasuki Simpang dari semua lengannya selama beberapa hari (misal 7 hari) dibagi jumlah harinya, dinyatakan dalam satuan kend/hari atau skr/hari.
- **Volume lalu lintas total (Q)**

Jumlah kendaraan-kendaraan yang masuk Simpang dari semua arah, dinyatakan dalam ken/hari atau skr/hari.

- **Waktu tempuh (TT)**

Waktu total yang diperlukan oleh suatu kendaraan untuk melalui suatu segmen jalan tertentu, termasuk seluruh waktu tundaan dan waktu berhenti (jam, menit, atau detik).

2.8 Perhitungan Simpang untuk Kereta Api

Perhitungan simpang pada rel kereta api ini digunakan sebagai data perhitungan aruh jenuh dan biaya *User Cost* untuk BOK perlintasan kereta api.

2.9 Kinerja Ruas Jalan Perkotaan Simpang Tidak Bersinyal

Kinerja ruas (link) dari suatu jaringan akan sangat berpengaruh pada kinerja jaringan secara keseluruhan. Parameter yang umum dipakai untuk menentukan kinerja suatu ruas antara lain derajat kejenuhan, kecepatan dan waktu tempuh. Kinerja ruas ini sangat ditentukan dari kondisi ruas itu sendiri, misalnya: jumlah lajur, lebar lajur, hambatan samping (tata guna lahan) pada sisi kiri dan kanan jalan dan lain-lain. Untuk analisa dari kondisi ruas jalan akan digunakan prosedur yang ada dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI), dimana untuk ruas digunakan analisa ruas jalan perkotaan yang diuraikan sebagai berikut:

2.9.1 Volume Lalu Lintas

a. Karakteristik Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati/melintasi satu titik yang tetap pada jalan dalam satuan waktu, yang biasanya dihitung dalam kendaraan/hari atau kendaraan/jam. Volume pada suatu ja;an akan bervariasi tergantung pada volume total dua arah, arah lalu lintas, volume harian, bulanan, tahunan dan pada komposisi kendaraan. Untuk mendesai jalan dengan kapasitas yang memadai, maka volume lalu lintas yang diperkirakan akan menggunakan jalan harus ditentukan terlebih dahulu.

Sebagai langkah awal maka volume lalu lintas yang ada (*existing*) harus ditentukan.

- Variasi jam-an : Volume lalu lintas umumnya rendah pada jam malam hari, tetapi meningkat secara cepat sewaktu orang mulai pergi ke tempat kerja. Volume jam sibuk biasanya terjadi pada saat orang melakukan perjalanan ke dan dari tempat sekolah.
 - Variasi arah : Volume arus lalu lintas dalam satu hari pada masing-masing arah biasanya sama besar. Tetapi pada waktu-waktu tertentu orang akan melakukan perjalanan dalam satu arah.
 - Variasi harian : Arus lalu lintas bervariasi sesuai dengan hari dalam seminggu.
 - Distribusi jalur : Apabila dua atau lebih lajur lalu lintas disediakan pada arah yang sama, maka distribusi kendaraan pada masing-masing lajur tersebut.
- b. Ekuivalensi Kendaraan Ringan (EKR)
- Untuk mengkonversi kendaraan berat (KB) dan sepeda motor (SM) menjadi kendaraan ringan (KR) dibutuhkan nilai EKR seperti yang disebutkan dalam tabel 2.1 dan tabel 2.2

Tabel 2.1 Ekuivalen Kendaraan Ringan untuk Tipe Jalan 2/2TT

Tipe jalan:	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	KB	ekr	
			SM	
			Lebar jalur lalu lintas, Ljalur	
			≤ 6 m	≥ 6 m
2/2TT	<3700	1,3	0,5	0,4
	≥1800	1,2	0,35	0,25

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Tabel 2.2 Ekuivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi dan Satu Arah

Tipe Jalan:	Arus lalu lintas per lajur (kend/jam)	ekr	
		KB	SM
2/1, dan 4/2T	< 1050	1,3	0,4
	≥ 1050	1,2	0,25
3/1, dan 6/2D	< 1100	1,3	0,4
	≥ 1100	1,2	0,25

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

2.9.2 Kapasitas Ruas Jalan Perkotaan

Kapasitas Simpang menurut PKJI 2014 dihitung untuk total arus yang masuk dari seluruh lengan Simpang dan didefinisikan sebagai perkalian antara kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas pada kondisi ideal dengan faktor-faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$C = C_0 \times FCLJ \times FCPA \times FCHS \times FCUK$$

Keterangan:

C = kapasitas Simpang, skr/jam

C_0 = kapasitas dasar Simpang, skr/jam

$FCLJ$ = faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas

$FCPA$ = faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan tak terbagi

$FCHS$ = faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb

$FCUK$ = faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota.

2.9.2.1 Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar ditetapkan secara empiris dari kondisi Simpang yang ideal. Kondisi ideal terjadi bila:

- Lebar lajur pendekat 2,75 m

- Jalan dengan kondisi geometrik lurus
 - Ukuran kota 1-3 Juta jiwa
- Nilai kapasitas dasar Jalan Perkotaan ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kapasitas Dasar, C_0

Tipe Jalan	C_0 , skr/jam	Catatan
4/2T atau jalan satu-arah	1650	Per lajur (satu arah)
2/2 TT	2900	Per lajur (dua arah)

(Sumber : *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014*)

2.9.2.2 Faktor Penyesuaian (FC)

Nilai C_0 disesuaikan dengan perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas (FCLJ), pemisahan arah (FCPA), kelas hambatan samping pada jalan berbahu (FCHS), dan ukuran kota (FCUK). Besar nilai masing-masing FC ditunjukkan dalam Tabel 2.4 hingga Tabel 2.8.

a. Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Lebar Lajur atau Jalur Lalu Lintas (FCLJ)

Penentuan faktor penyesuaian lebar lajur atau jalur lalu lintas didasarkan pada lebar jalur lalu lintas efektif (W_c). Kriteria faktor penyesuaian lebar jalan (FCLJ) ditunjukkan pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Lebar Lajur atau Jalur Lalu Lintas, (FCLJ)

Type Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (Wc) (m)	FCLJ	
4/2 T atau jalan satu-arah	Lebar per lajur;	3,00	0,92
		3,25	0,96
		2,50	1,00
		2,75	1,04
		4,00	1,08
2/2 TT	Lebar jalur 2 arah;	5,00	0,56
		6,00	0,87
		7,00	1,00
		8,00	1,14
		9,00	1,25
		10,00	1,29
		11,00	1,34

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

b. Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Pemisahan Arah Lalu Lintas (FCPA)

Penentuan faktor penyesuaian untuk pemisahan arah lalu lintas FCPA pada tabel 2.5 berikut didasarkan pada kondisi lalu lintas dari kedua arah. Oleh karena itu faktor penyesuaian ini hanya berlaku untuk jalan dua arah. Sedangkan untuk jalan satu arah dan dengan median diambil sama dengan 1,00

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Pemisahan Arah Lalu Lintas (FCPA)

Pemisahan arah PA %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC _{PA}	2/2 TT	1,00	0,97	0,94	0,01	0,88

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

c. Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Kelas Hambatan Samping Pada Jalan Berbahu (FCHS)

Faktor penyesuaian untuk hambatan samping didasarkan pada lebar bahu efektif (L_{be}) dan tingkat hambatan samping yang dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Kelas Hambatan Samping (KHS) Pada Jalan Berbahu (FCHS)

Tipe Jalan	KHS	FCHS			
		Lebar bahu efektif L_{be} , m			
		$\leq 0,5$	1	1,5	$\geq 2,0$
4/2 T	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
2/2 TT 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 : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Kelas Hambatan Samping (KHS) Pada Jalan Berkereb Dengan Jarak Dari Kereb ke Hambatan Samping Terdekat Sejauh LKP, (F_{CHS})

Tipe Jalan	KHS	F_{CHS}			
		Lebar bahu efektif L_{be} , m			
		$\leq 0,5$	1	1,5	$\geq 2,0$
4/2 T	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
2/2 TT atau jalan satu arah	SR	0,93	0,95	0,97	0,99
	R	0,9	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 : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

d. Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Ukuran Kota (F_{CUK})

Untuk menentukan nilai ukuran kota didasarkan pada data jumlah penduduk, dimana ukuran yang digunakan adalah jumlah penduduk per satu juta orang. Nilai untuk masing-masing ukuran jumlah penduduk adalah sebagai berikut.

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Kapasitas Terkait Ukuran Kota (FC_{UK})

Ukuran kota (Jutaan Penduduk)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FC_{UK})
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

(Sumber : *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014*)

2.9.3 Kecepatan Arus Bebas (V_B)

Kecepatan arus bebas (V_B) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus no, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan. Kecepatan arus bebas jenis kendaraan ringan (KR) ditetapkan sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan, nilai untuk kendaraan berat (KB) dan sepeda motor (SM) ditetapkan hanya sebagai referensi. Kendaraan arus bebas untuk KR biasanya 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan lainnya. Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas mempunyai bentuk umum berikut:

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FVBHS \times FVBUK$$

Keterangan:

V_B = kecepatan arus bebas untuk KR pada kondisi lapangan (km/jam)

V_{BD} = kecepatan arus bebas untuk KR, yaitu kecepatan yang diukur dalam kondisi lalu lintas, geometri, dan lingkungan yang ideal (km/jam).

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

$FVBHS$ = faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau jalan yang dilengkapi kereb/trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat.

FVBUK = faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota.

Jika kondisi eksisting sama dengan kondisi dasar (ideal), maka semua faktor faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan V_B menjadi sama dengan V_{BD} .

2.9.3.1 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})

Tabel 2.9 Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{BD})

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

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

2.9.3.2 Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Lebar Jalan Lalu Lintas (V_{BL})

Tabel 2.10 Kecepatan Arus Bebas Dasar untuk Lebar Jalan Lalu Lintas (V_{BL})

Tipe Jalan	Lebar jalur efektif (Le) (m)	V_{BL} (km/jam)	
4/2 T atau jalan satu-arah	Per lajur;	3,00	-4
		3,25	-2
		2,50	0
		2,75	2
		4,00	4
2/2 TT	Per jalur;	5,00	-10
		6,00	-3
		7,00	0
		8,00	3
		9,00	4
		10,00	6
		11,00	7

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

2.9.3.3 Faktor Penyesuaian (FV)

Dalam menentukan nilai kecepatan arus bebas (V_B) diperlukan juga beberapa faktor penyesuaian seperti, kecepatan bebas akibat hambatan samping (FV_{BHS}) dan kecepatan bebas akibat ukuran kota (FV_{BUK}). Besar nilai masing-masing FV ditunjukkan dalam Tabel 2.11 hingga Tabel 2.12.

a. Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Hambatan Samping (FV_{BHS})

Tabel 2.11 Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat hambatan samping, FV_{BHS} untuk jalan berbahu dengan lebar efektif L_{BE}

Tipe Jalan	KHS	FV_{BHS}			
		Lbe, m			
		$\leq 0,5$ m	1 m	1,5 m	$\geq 2,0$ m
4/2 T	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	0,97	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,93	0,99
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,88	0,96
2/2 TT atau jalan satu arah	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,98	1,00
	Sedang	0,9	0,93	0,93	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,86	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,79	0,91

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

Tabel 2.12 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping untuk Jalan Berkereb Dengan Jarak Kereb ke Penghalang Terdekat LK-P

Tipe Jalan	KHS	FV _{BHS}			
		LK-P, m			
		≤ 0,5 m	1 m	1,5 m	≥ 2,0 m
4/2 T	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,02
	Rendah	0,97	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,93	0,95	0,97	0,99
	Tinggi	0,87	0,90	0,93	0,96
	Sangat tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2 TT atau jalan satu arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

b. Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas untuk Ukuran Kota (FV_{UK})

Tabel 2.13 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Ukuran Kota Pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (FV_{UK})

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FV _{UK})
< 0,1	0,90
0,1 - 0,5	0,93
0,5 - 1,0	0,95
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,03

(Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

2.9.4 Derajat Kejenuhan (Dj)

Derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*) digunakan untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai Dj menunjukkan kualitas kinerja lalu lintas dan bervariasi antara nol sampai dengan satu. Nilai yang mendekati nol menunjukkan arus 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 jenuh. Untuk suatu nilai Dj, kepadatan arus dengan kecepatan arusnya dapat bertahan atau dianggap terjadi selama satu jam. Dj dihitung menggunakan persamaan: (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

$$Dj = \frac{q}{C}$$

Dimana :

Dj = Derajat Kejenuhan Jalan

q = Arus lalu lintas (skr/jam)

C = Kapasitas segmen jalan (skr/jam)

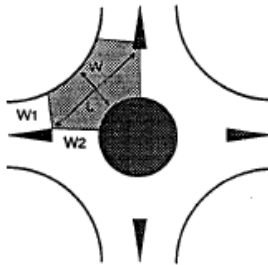
2.10 Kinerja Ruas Jalan Pada Bundaran

Untuk bagian jalinan bundaran, metode dan prosedur yang diuraikan dalam (MKJI, 1997) mempunyai dasar empiris. Alasan dalam hal aturan memberi jalan, disiplin lajur, dan antri tidak mungkin digunakan model yang besar pada pengambilan celah. Nilai variasi untuk variabel data empiris yang menganggap bahwa medan datar adalah sebagai berikut:

Tabel 2.14 Rentang variasi data empiris untuk variabel masukan

Variabel	Bundaran		
	Min	Rata-rata	Maks
Lebar pendekat	6	9	11
Lebar jalinan	9	12,6	20
Panjang jalinan	21	33,9	50
Lebar/panjang	0,22	0,43	0,8
Rasio jalinan	0,32	0,76	0,94

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)



Gambar 2.3 Bagian Jalinan Bundaran

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Metode ini menerangkan pengaruh rata-rata dari kondisi masukan yang diasumsikan. Penerapan rentang keadaan dimana metode diturunkan kesalahan perkiraan kapasitas biasanya kurang $\pm 15\%$, untuk derajat kejenuhan lebih kecil dari 0,8 – 0,9. Pada arus lalu lintas yang lebih tinggi perilaku lalu lintas menjadi lebih agresif dan ada resiko besar bahwa jalinan tersebut masuk ruang terbatas pada area konflik.

2.10.1 Kapasitas Bundaran

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. Model kapasitas adalah sebagai berikut:

$$C = C_o \times F_{cs} \times F_{rsu}$$

Keterangan:

- We = Lebar masuk rata-rata
- Ww = Lebar jalinan
- Lw = Panjang jalinan
- Ww/Lw = Lebar/Panjang
- CS = Kelas ukuran kota
- RE = Tipe lingkungan jalan
- SF = Hambatan samping
- Pw = Rasio jalan

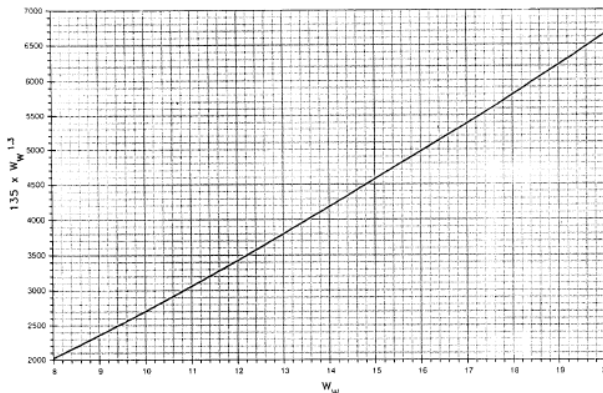
2.10.1.1 Kapasitas Dasar Bundaran (Co)

Kapasitas dasar dihitung menggunakan rumus berikut:

$$C_o = 135 \times Ww^{1,3} \times \left(1 + \frac{We}{Ww}\right)^{1,5} \times \left(1 - \frac{pw}{3}\right)^{0,5} \times \left(1 + \frac{Ww}{Lw}\right)^{-1,8}$$

a. Faktor-Ww

Penentuan nilai Ww didapatkan melalui gambar grafik berikut:

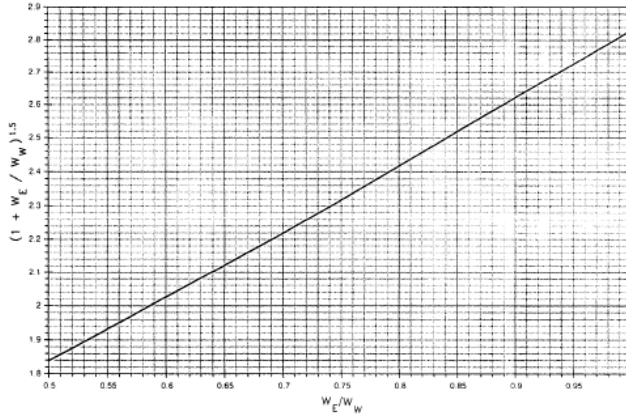


Gambar 2.4 Faktor Ww = 135 Ww^{1,3}

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

b. Faktor- W_e/W_w

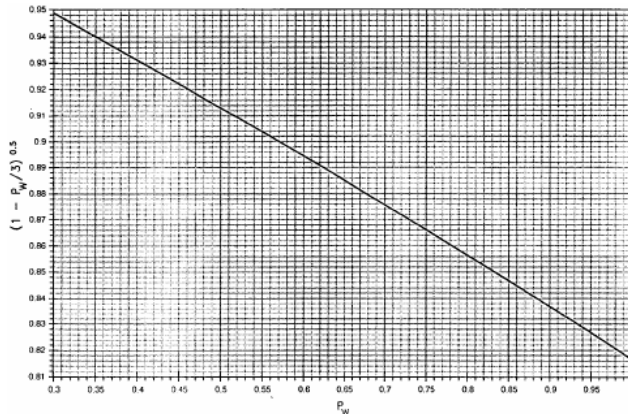
Penentuan nilai W_e/W_w didapatkan melalui gambar grafik berikut:



Gambar 2.5 Faktor $W_e/W_w = (1+W_e/W_w)^{1.5}$
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

c. Faktor- P_w

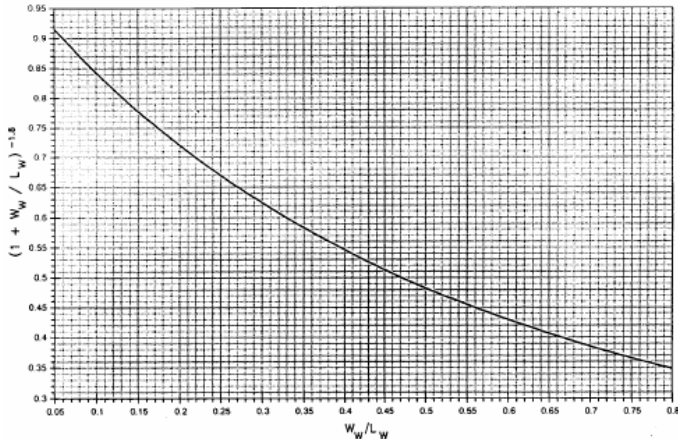
Penentuan nilai P_w didapatkan melalui gambar grafik berikut:



Gambar 2.6 Faktor $P_w = (1-P_w)^{0.5}$
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

d. Faktor- W_w/L_w

Penentuan nilai W_w/L_w didapatkan melalui gambar grafik berikut:



Gambar 2.7 Faktor $W_w/L_w = (1+W_w/L_w)^{-1.8}$
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

2.10.1.2 Faktor Penyesuaian Ukura Kota (F_{CS})

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk (juta jiwa) pada suatu kota.

Tabel 2.15 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

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
Sangat besar	>3,0	1,05

2.10.1.3 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 ditentukan menggunakan tabel dibawah ini:

**Tabel 2.16 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan,
Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})**

Lingkungan Jalan RE	Hambatan Samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor (Pum)					
		0	0,05	0,1	0,15	0,2	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,7
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75	0,7
	Rendah	0,95	0,9	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/ rendah	1,00	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75

2.10.2 Derajat Kejenuhan Bundaran

Derajat kejenuhan bagian jalinan, dihitung sebagai:

$$DS = Q_{smp}/C$$

Keterangan:

Q_{smp} = Arus total (smp/jam) dihitung sebagai berikut:

$$F_{smp} = (LV\% + HV\% emp_{HV} + MC\% emp_{MC}) / 100$$

C = Kapasitas (smp/jam)

Derajat kejenuhan bundaran ditentukan sebagai berikut:

$$DS = \text{maks.dari } (DS_i) ; i = 1 \dots n$$

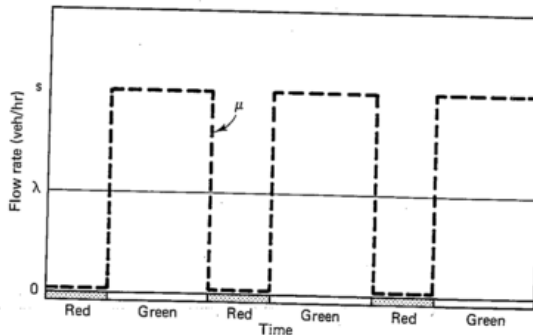
Keterangan:

DS_i = Derajat kejenuhan bagian jalinan i

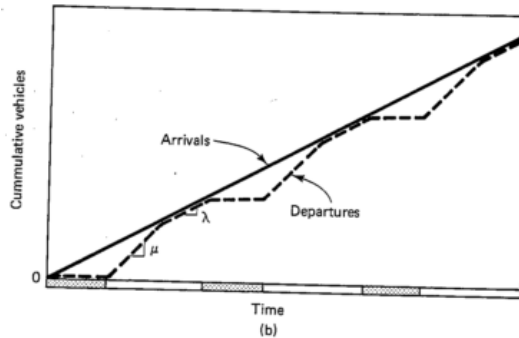
n = jumlah bagian jalinan pada bundaran tersebut

2.10.3 Tundaan Akibat Perlintasan Kereta Api

Menurut Adolf D. May (1990), perlintasan sebidang jalan raya dan jalan rel adalah salah satu contoh analisis antrian deterministic pada tingkat makroskopik, dimana kedatangan dan pola pelayanan dianggap menerus. Pada analisa antrian ini menjelaskan mengenai tingkat layanan dan arus lalu lintas pada saat periode merah dan periode hijau. Pada gambar yaitu mengetahui tingkat kebutuhan pada kedatangan kendaraan yang ditentukan dengan kendaraan per jam, pada masa normal (tidak ada lampu merah maupun hijau) diartikan dengan garis horizontal maka seberapa lama waktu kendaraan yang berlalu akan tetap konstan. Namun, pada gambar..... menunjukkan pada periode merah tingkat layanan kendaraan akan nol sehingga diartikan dengan garis horizontal, kemudian pada permulaan periode hijau akan terjadi kenaikan tingkat layanan hingga sama dengan laju kendaraan.



Gambar 2.8 Hubungan Waktu dengan Arus Lalu Lintas (kend/jam) pada Waktu Merah dan Hijau
(Sumber: *Traffic Flow Fundamental*, 1990)



Gambar 2.9 Hubungan Waktu dengan Jumlah Kumulatif Kendaraan pada Waktu Merah dan Hijau
(Sumber: *Traffic Flow Fundamental*, 1990)

Persamaan yang digunakan dalam menentukan panjang antrian serta tundaan akibat perlintasan kereta api yaitu:

$$TQ = \frac{\mu \times r}{\mu - \lambda}$$

$$QM = \frac{\lambda \times r}{3600}$$

Keterangan:

TQ = Durasi antrian (detik)

λ = Tingkat kedatangan (kend/jam) (volume kendaraan yang terhenti saat kereta melintas)

μ = Tingkat layanan (Kapasitas jalan)

r = Waktu siklus (detik) (lama penutupan pintu kereta per siklus)

QM = Panjang antrian (kend)

2.11 Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya Operasi Kendaraan (BOK) merupakan suatu nilai yang menyatakan besarnya biaya yang dikeluarkan untuk

pengoperasian suatu kendaraan. Metode yang digunakan untuk menghitung biaya operasional kendaraan dalam proposal akhir ini adalah dengan menggunakan formula Jasa Marga karena analisis yang akan dilakukan pada proposal ini menggunakan pengaruh kecepatan.

Dalam formula Jasa Marga, komponen biaya operasional dibagi menjadi 7 (tujuh) kategori, yaitu :

2.11.1 Konsumsi Bahan Bakar

Formula yang digunakan adalah:

$$\text{Konsumsi BBM} = \text{Konsumsi BBM dasar} \times (1 + (kk + kl + kr))$$

Dimana:

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

$$\text{Gol I} = 0.0284V^2 - 3.0644V + 141.68$$

$$\text{Gol II} = 2.26533 \times \text{Konsumsi BBM dasar Gol I}$$

$$\text{Gol III} = 2.90805 \times \text{Konsumsi BBM dasar Gol I}$$

kk = koreksi kelandaian (lihat Tabel 2.17)

kl = koreksi lalu lintas (lihat Tabel 2.17)

kr = koreksi kerataan (lihat Tabel 2.17)

Tabel 2.17 Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan

Faktor	Batasan	Nilai
Koreksi Kelandaian Negatif (kk)	$G < -5\%$	-0.337
	$-5\% < G < 0\%$	-0.158
Koreksi Kelandaian Positif (kk)	$0\% \leq G < 5\%$	0.400
	$G \geq 5\%$	0.820
Koreksi Lalu Lintas (kl)	$0 \leq DS < 0,6$	0.050
	$0,6 \leq DS < 0,8$	0.185
	$DS \geq 0,8$	0.253
Koreksi Kekaratan (kr)	$< 3\text{m/km}$	0.035
	$\geq 3\text{m/km}$	0.085

(Sumber : Tamin, 2008)

2.11.2 Konsumsi Minyak Pelumas

Formula yang digunakan adalah:

Konsumsi pelumas = Konsumsi pelumas dasar x Faktor koreksi x harga pelumas.

Konsumsi minyak pelumas dasar dapat dilihat pada Tabel 2.18, sedangkan faktor koreksi dapat dilihat pada Tabel 2.19

Tabel 2.18 Konsumsi Minyak Pelumas Dasar (liter/km)

Kecepatan (km/jam)	Jenis Kendaraan		
	Gol I	Gol IIa	Gol IIb
10-20	0.0032	0.0060	0.0049
20-30	0.0030	0.0057	0.0046
30-40	0.0028	0.0055	0.0044
40-50	0.0027	0.0054	0.0043
50-60	0.0027	0.0054	0.0043
60-70	0.0029	0.0055	0.0044
70-80	0.0031	0.0057	0.0046
80-90	0.0033	0.0060	0.0049
90-100	0.0035	0.0064	0.0053
100-110	0.0038	0.0070	0.0059

(Sumber : Tamin,2008)

Tabel 2.19 Faktor Koreksi Konsumsi Minyak Pelumas

Nilai kerataan	Faktor Koreksi
< 3 m/km	1.00
> 3 m/km	1.50

(Sumber : Tamin,2008)

2.11.3 Konsumsi Ban

Formula yang digunakan adalah:

Gol I : $Y = 0.0008848V - 0.0045333$

Gol IIa : $Y = 0.0012356V - 0.006466$

Gol IIb : $Y = 0.0015553V - 0.005933$

Dimana :

Y = Pemakaian ban per 1000 km

2.11.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan terdiri dari dua komponen yang meliputi biaya suku cadang dan biaya jam kerja mekanik. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Suku Cadang

Formula yang digunakan adalah:

$$\text{Gol Ia} : Y = 0.0000064V + 0.0005567$$

$$\text{Gol Iia} : Y = 0.0000332V + 0.0020891$$

$$\text{Gol Iib} : Y = 0.0000191V + 0.0015400$$

Dimana :

Y = Pemeliharaan suku cadang per 1000 km

Y' = Y*harga kendaraan (Rp./1000km)

b. Jam Kerja Mekanik

Formula yang digunakan adalah:

$$\text{Gol I} : Y = 0.00362V + 0.36267$$

$$\text{Gol Iia} : Y = 0.02311V + 1.97733$$

$$\text{Gol Iib} : Y = 0.01511V + 1.21200$$

Dimana :

Y = jam montir per 1000 km

Y' = Y*upah kerja per jam (Rp./1000km)

2.11.5 Depresiasi

Formula yang digunakan adalah:

$$\text{Gol I} : Y = 1 / (2.5V + 125)$$

$$\text{Gol Iia} : Y = 1 / (9.0V + 450)$$

$$\text{Gol Iib} : Y = 1 / (6.0V + 300)$$

Dimana :

Y = Depresiasi per 1000 km

Y' = Y*0,5*nilai kendaraan (Rp./1000km)

2.11.6 Bunga Modal

Formula yang digunakan adalah:

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

$$\text{INT} = 0.22\% * \text{Harga kendaraan baru}$$

$$\text{AINT} = 0.01 * (\text{AINV} / 2)$$

Dimana:

AINT = (Rata-rata bunga modal tahunan dari kendaraan yang diekspresikan sebagai fraksi dari harga kendaraan baru)

AINV = Bunga modal tahunan dari harga kendaraan baru

AKM = Rata-rata jarak tempuh tahunan (km) kendaraan

2.11.7 Asuransi

Formula yang digunakan adalah:

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

$$\text{Gol Iia} : Y = 60 / (2571.42857V)$$

$$\text{Gol Iib} : Y = 61 / (1714.28571V)$$

Dimana :

Y = Asuransi per 1000 km (x nilai kendaraan)

Y' = Y*nilai kendaraan (Rp./1000km)

2.12 Nilai waktu (*Time Value*)

Nilai waktu dihitung berdasarkan formula Jasa Marga dengan mempertimbangkan studi-studi tentang nilai waktu yang pernah ada. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

Nilai Waktu = Max{(K x Nilai Waktu Dasar); Nilai Waktu Minimum}.

Besarnya Nilai Waktu Minimum dapat dilihat pada Tabel

2.20

Tabel 2.20 Nilai Waktu Minum (Rp/Jam)

No	Kab/Kota	Jasa Marga			JIUTR		
		<i>Gol I</i>	<i>Gol Ila</i>	<i>Gol I Ib</i>	<i>Gol I</i>	<i>Gol Ila</i>	<i>Gol I Ib</i>
1	DKI	8200	12369	9188	8200	17022	4246
2	Selain DKI	6000	9051	6723	6000	12455	3170

(Sumber : Tamin,2008)

Nilai Waktu Dasar diambil dari nilai waktu berdasarkan beberapa referensi seperti tercantum pada Tabel 2.21 Sedangkan nilai K dapat dilihat dari Tabel 2.22

Tabel 2.21 Nilai Waktu dari Berbagai Studi

Referensi	Nilai Waktu (Rp/Jam/kend)		
	Gol I	Gol Ila	Gol I Ib
PT. Jasa Marga (1990-1996), Formula Herbert Mohring	12.287.00	18.534.00	13.768.00
Padalarang-Cileunyi (1996)	3385 - 5425	3827 - 38344	5.716.00
Semarang (1996)	3411 - 6221	14.541.00	1.506.00
IHCM (1995)	3281,25	18.212.00	4971,20
PCI (1979)	1.341.00	3.827.00	3.152.00
JIUTR northern extension (PCI 1989)	7.067.00	14.670.00	3.659.00
Surabaya-Mojokerto (JICA 1991)	8.880.00	7.960.00	7.980.00

(Sumber : Tamin,2008)

Tabel 2.22 Nilai Waktu Untuk Beberapa Kota

No	Kabupaten/Kota	Nilai K
1	Jakarta	1,00
2	Cianjur	0,15
3	Bandung	0,39
4	Cirebon	0,06
5	Semarang	0,52
6	Surabaya	0,74
7	Gresik	0,25
8	Mojokerto	0,02
9	Medan	0,46

(Sumber : Tamin,2008)

2.13 Studi Kelayakan Lalu Lintas

Parameter yang digunakan untuk menilai kelayakan dalam segi lalu lintas adalah derajat kejenuhan. Dalam peninjauan kelayakan lalu lintas, perlu dilakukan analisa pada kondisi eksisting terlebih dahulu, kemudian dilakukan forecasting selama umur rencana yaitu 20 tahun pada jalan eksisting serta pada jalan rencana (*flyover*). Selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara Derajat Kejenuhan (Dj) Jalan Eksisting dengan Jalan Rencana (*Flyover*).

- a. Bila Dj rencana menurun dari Dj eksisting dan $< 0,85$, dikatakan layak pembangunannya.
- b. Bila Dj rencana meningkat dari Dj eksisting dan $> 0,85$, dikatakan tidak layak pembangunannya.
- c. Bila Dj rencana = Dj eksisting $\geq 0,85$, tidak terjadi penurunan maupun kenaikan, maka proyek tersebut tidak layak untuk dibangun karena tidak berpengaruh pada kondisi lalu lintasnya serta harus mengeluarkan biaya tambah untuk pembangunannya.

2.14 Studi Kelayakan Ekonomi

Studi kelayakan adalah tahapan evaluasi sebuah proyek dimana suatu instansi akan menentukan apakah proyek tersebut

akan tetap dijalankan atau tidak. Proses ini dilakukan setelah adanya perancangan atau perencanaan yang berupa solusi dari sebuah permasalahan yang kemudian dipertimbangan dari instansi terkait. Hasil dari studi kelayakan ini berupa analisa layak atau tidaknya suatu proyek dijalankan, serta berupa rekomendasi dan saran-saran mengenai bagaimana sebaiknya proyek tersebut dilaksanakan. Beberapa parameter yang digunakan untuk menganalisa kelayakan adalah sebagai berikut :

2.14.1 BCR (*Benefit Cost Rasio*)

BCR adalah nilai perbandingan semua manfaat biaya (*cost*) total yang dikonversikan ke nilai uang sekarang (*present value*). Rumusan untuk metode BCR adalah sebagai berikut

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Benefit (keuntungan)}}{\text{Cost (biaya)}} \geq 1$$

Dimana :

Benefit = Penghematan *user cost*

Cost = Biaya pembangunan serta pemeliharaan

Sehingga nilai B/C yang mungkin terjadi, adalah :

- a. $B/C > 1$. Manfaat yang ditimbulkan proyek lebih besar dari biaya yang diperlukan, maka proyek layak dilaksanakan.
- b. $B/C = 1$. Manfaat yang ditimbulkan proyek sama dengan dari biaya yang diperlukan, maka proyek layak dilaksanakan.
- c. $B/C < 1$. Manfaat yang ditimbulkan proyek lebih kecil dari biaya yang diperlukan, maka proyek tidak layak dilaksanakan.

2.14.2 NPV (*Net Present Value*)

Metode *Net Present Value* adalah parameter kelayakan yang diperoleh dari selisih semua manfaat dengan semua pengeluaran (biaya yang relevan) selama umur layanan yang telah dikonversi dengan nilai uang yang sama Sehingga untuk menghitung NPV dibutuhkan data mengenai perkiraan biaya investasi, operasional,

pemeliharaan, serta perkiraan manfaat dari proyek yang direncanakan. Sehingga hasil dari perhitungan NPV yang mungkin terjadi adalah:

- a. $NPV > 0$. Investasi yang dilakukan bermanfaat bagi perusahaan, maka proyek layak dilaksanakan.
- b. $NPV = 0$. Investasi yang dilakukan tidak mengakibatkan keuntungan ataupun kerugian, maka proyek layak dilaksanakan namun tidak berpengaruh.
- c. $NPV < 0$. Investasi yang dilakukan mengakibatkan kerugian, maka proyek tidak layak dilaksanakan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI

3.1 Uraian Kegiatan

Berisi mengenai urutan kegiatan dalam penyelesaian Tugas Akhir dan terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

a. Identifikasi masalah

Berisi tentang masalah yang akan dibahas dari obyek studi yang akan digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir yaitu:

1. Bagaimana kondisi lalu lintas sebelum dan sesudah dibangun *flyover* Manahan pada simpang Manahan, Solo?
2. Berapa biaya penghematan nilai waktu dan biaya operasional kendaraan sebelum dan sesudah dibangun *flyover* Manahan pada simpang Manahan, Solo?
3. Apakah pembangunan *flyover* pada Simpang tersebut dapat dikatakan layak secara aspek lalu lintas dan ekonomi?

b. Studi Pustaka

Studi pustaka dengan cara mengadakan analisa pustaka (studi literatur) yang berhubungan dengan pokok bahasan. Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini menggunakan teori sebagai dasar konsep yang akan digunakan.

c. Pengumpulan data

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini membutuhkan beberapa jenis data yang dibutuhkan.

1. Data Primer

- Frekuensi Penutupan Pintu Kereta Api

Data ini didapatkan dari survey pada perlintasan rel dengan menghitung lama waktu antara pintu kereta menutup dan tertutup lagi.

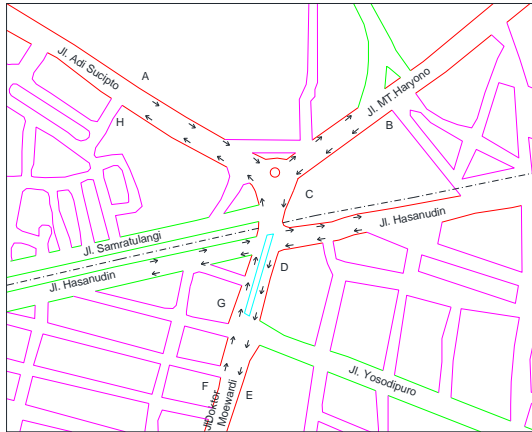
- Lama Waktu Penutupan Pintu Kereta Api. Data ini didapatkan dari survey pada perlintasan rel kereta api dengan menghitung lama waktu penutupan pintu kereta.
- Panjang antrian pada perlintasan rel kereta api
Data yang diperoleh mengenai panjang antrian pada setiap siklus penutupan pintu rel kereta api.

Tabel 3.1 Form Perhitungan Panjang Antrian Oleh Perlintasan Kereta Api

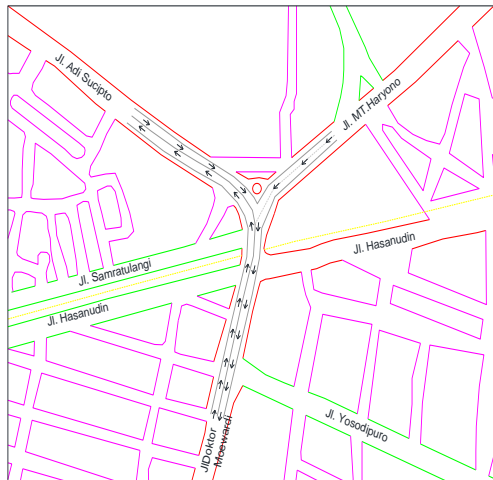
Nama Kereta Api	Jam Kereta Api Melintas	Lama Waktu Penutupan Pintu Kereta Api (menit)	Frekuensi Penutupan Pintu Kereta Api (menit)	Panjang Antrian (meter)

- Arah Pergerakan Kendaraan Bermotor
Arah pergerakan tiap kendaraan berrmotor bertujuan untuk mengetahui asal dan tujuan kendaraan

tersebut berjalan. Berikut gambar arah pergerakan pada Simpang Manahan.



Gambar 3.1 Arah Asal-Tujuan (Before)



Gambar 3.2 Arah Asal-Tujuan (After)

Dari kedua gambar diatas dapat disimpulkan bahwa akan terjadinya *saving* dengan cara yang didapatkan selisih dari

perhitungan *User Cost* kondisi eksisting *without project* dengan *User Cost* eksisting *with project* dan kondisi rencana pembangunan flyover.

User Cost meliputi faktor-faktor BOK dan nilai waktu. Untuk faktor BOK seperti bahan bakar, pelumas, ban, pemeliharaan, depresiasi, bunga modal, dan asuransi sedangkan pada nilai waktu terdapat beberapa parameter dalam perhitungan seperti nilai K, nilai dasar dan nilai waktu minimum.

Maka, nilai *saving*:

$Saving = (\text{BOK sebelum pembangunan flyover} - \text{BOK sesudah pembangunan flyover}) + (\text{Nilai waktu sebelum pembangunan flyover} - \text{Nilai waktu sesudah pembangunan flyover})$.

- Pergerakan A
Pergerakan A berasal dari arah Barat Jl. Adi Sucipto lurus menuju arah Jl. Dr. Moewardi melewati bundaran (sebelum menaiki *flyover*)



Gambar 3.3 Pergerakan Pada Titik A

Sumber: Google Maps, 15 Januari 2019 19:13

- Pergerakan B
Pergerakan B berasal dari arah Jl. MT Haryono lurus menuju arah Jl. Dr. Moewardi (sebelum menaiki *flyover*)



Gambar 3.4 Pergerakan Pada Titik B
Sumber: Google Maps, 15 Januari 2019 19:22

- Pergerakan C
 Pergerakan C berasal dari arah Jl. Adi Sucipto dengan Jl. MT Haryono yang bertemu menuju Jl. Dr. Moewardi



Gambar 3.5 Pergerakan Pada Titik C
Sumber: Google Maps, 15 Januari 2019 19:25

Keterangan:

1. Dari Jl. Adi Sucipto belok kanan melewati bundaran menuju Jl. Dr. Moewardi (C1)
 2. Dari Jl. MT Haryono lurus menuju Jl. Dr. Moewardi (C2)
- Pergerakan D
 Pergerakan D berasal dari arah Pergerakan C (Jl. Adi Sucipto arah Timur) dan arah Jl. Hasanudin yang bertemu pada Jl. Dr. Moewardi.



Gambar 3.6 Pergerakan Pada Titik D

Sumber: Google Maps, 15 Januari 2019 19:31

Keterangan:

1. Dari Pergerakan C (Jl. Adi Sucipto) lurus menuju Jl. Dr. Moewardi (D1)
2. Dari Jl. Hasanudin belok kiri menuju Jl. Dr. Moewardi (D2)

Dari hasil Pergerakan D1 tersebut dapat diketahui prosentase kehilangan pada kendaraan yang belok ke kiri ke arah Jl. Hasanudin.

- Pergerakan E
Pergerakan E dari arah Pergerakan D (Jl. Dr. Moewardi bagian Utara) dan Jl. Yosodipuro menuju Jl. Dr. Moewardi (bagian Selatan). (setelah menaiki *flyover*).



Gambar 3.7 Pergerakan Pada Titik E

Sumber: Google Maps, 15 Januari 2019 19:36

Keterangan:

1. Dari Pergerakan D (Jl. Dr. Moewardi arah Utara) lurus menuju Jl. Dr. Moewardi bagian Selatan (E1)
2. Dari Jl. Yosodipuro belok kiri menuju Jl. Dr. Moewardi (E2)

Dari hasil E1 tersebut dapat diketahui prosentase kehilangan pada kendaraan yang belok ke kiri ke arah Jl. Yosodiuro.

- Pergerakan F
Pergerakan F berasal dari arah Jl. Dr. Moewardi bagian Selatan lurus menuju Jl. Dr. Moewardi bagian Utara (sebelum menaiki *flyover*).



Gambar 3.8 Pergerakan Pada Titik F
Sumber: Google Maps, 15 Januari 2019 19:44

- Pergerakan G
Pergerakan G berasal dari arah Jl. Dr. Moewardi bagian Selatan dan Jl. Yosodipuro.



Gambar 3.9 Pergerakan Pada Titik G

Sumber: Google Maps, 15 Januari 2019 20:10

Keterangan:

1. Dari Jl. Yosodipuro belok kanan menuju Jl. Dr. Moewardi bagian Utara (G1)
 2. Dari Jl. Dr. Moewardi bagian Selatan lurus menuju Jl. Dr. Moewardi bagian Utara (G2)
- Dari hasil G2 tersebut dapat diketahui prosentase kehilangan pada kendaraan yang belok ke kanan menuju Jl. Yosodiuro.
- Pergerakan H
Pergerakan H berasal dari Jl. Adi Sucipto bagian Timur lurus menuju Jl. Adi Sucipto bagian Barat (sesudah menaiki *flyover*).



Gambar 3.10 Pergerakan Pada Titik H

Sumber: Google Maps, 15 Januari 2019 20:21

2. Data Sekunder

- Geometrik Jalan

Data geometrik jalan diperoleh dari PT. Yasa Patria Perkasa-PT.Virama Karya, KSO yaitu denah tampak atas dan tampak memanjang proyek *flyover* Manahan, Solo dengan pembagian tipe jalan:

- Jl. Adi Sucipto
Fungsi jalan sebagai jalan kolektor dengan tipe 6/2D. Lebar jalan 15 meter dengan pemisah 0,5 meter, kanan kiri terdapat taman dengan lebar 1,5 meter, jalur lambat dengan lebar 3 meter dan trotoar dengan lebar 2 meter.
- Jl. MT. Haryono
Lebar jalan 7,8 meter, sebelah kiri terdapat taman dengan lebar 1,5 meter dan kanan 3,5 meter, jalur lambat dengan lebar 3,5 meter dan trotoar 1 meter.
- Jl. Dr. Moewardi
Tipe jalan 4/2D dengan lebar jalan 13 meter dengan pemisah jalan 1 meter dan trotoar 2,7 meter.

- Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Surakarta yaitu berdasarkan klasifikasi jenis kendaraan di Simpang yang ditinjau yaitu Jl. Adi Sucipto, Jl. MT. Haryono, Jl. Dr. Moewardi, Jl. Yosodipuro

- Jumlah Penduduk

Yaitu data jumlah penduduk dalam beberapa tahun terakhir untuk meramalkan jumlah kendaraan. Data ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik Solo

- PDRB

PDRB diperoleh dari Badan Pusat Statistik Solo untuk meramalkan jumlah kendaraan umum dan kendaraan pribadi pada tahun yang akan datang.

- Komponen BOK

Komponen biaya operasional dapat diperoleh dari survei harga bahan bakar, harga minyak pelumas, harga ban, harga mobil, asuransi, dan upah montir.

3.2 Pengolahan Data

Dari data yang telah terkumpul dapat melakukan ke tahap berikutnya yaitu pengolahan data yang meliputi:

- a. Peramalan Pertumbuhan Jumlah Kendaraan
Dengan adanya peramalan terhadap data-data yang ada dapat digunakan untuk mengetahui pertumbuhan lalu lintas yang ditinjau sampai umur rencana. Data tersebut meliputi:
 - Jumlah penduduk
 - Pertumbuhan kendaraan
 - Volume lalu lintas
- b. Analisis Kinerja Lalu lintas Eksisting
Melakukan analisa data untuk meninjau kondisi awal jalan (jalan eksisting) yang ada pada Simpang Bundaran Manahan meliputi:
 - Volume lalu lintas
 - Kapasitas Jalan (C)
 - Derajat Kejenuhan (Dj)
 - Kecepatan tempuh
- c. Analisis Kinerja Lalu lintas Rencana
Analisis kondisi lalu lintas yang dilakukan sama dengan kondisi lalu lintas eksisting dengan mempertimbangkan pengoperasian *flyover* baru akan berjalan pada tahun yang ditentukan. Untuk umur rencana *flyover* ini adalah 20 tahun.
- d. Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK)
Melakukan perhitungan BOK eksisting dan BOK rencana agar mendapatkan manfaat (*benefit*) dengan adanya usaha pembangunan *flyover* tersebut dengan menggunakan metode Jasa Marga lama meliputi:
 - Konsumsi bahan bakar
 - Konsumsi pelumas
 - Konsumsi ban

- Suku cadang
 - Upah mekanik
 - Depresiasi
 - Asuransi
- d. Pehitungan Nilai Waktu
Melakukan perhitungan nilai waktu yang diperoleh dengan membandingkan nilai waktu pada kondisi eksisting dengan nilai waktu pada kondisi rencana. Pada perhitungan nilai waktu menggunakan metode Jasa Marga.

3.3 Analisis Data

- a. Analisis Lalu lintas
Melakukan analisa lalu lintas untuk mengetahui kondisi lalu lintas sebelum dan setelah adanya pembangunan *flyover* untuk umur rencana 20 tahun yang akan datang, sehingga diketahui $D_j > 0,85$ atau $D_j < 0,85$.
- b. Analisis Ekonomi
Berisi tentang penghematan biaya yang dapat dilakukan dengan adanya pembangunan *flyover* Mahanan. Analisis yang dilakukan meliputi:
1. *Benefit Cost Ratio* (BCR)
Perhitungan BCR untuk *flyover* ini menggunakan persamaan yaitu:

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Benefit (keuntungan)}}{\text{Cost (biaya)}} \geq 1$$
 Dimana:
 Benefit = (BOK eksisting – BOK *flyover*) + (Nilai waktu eksisting – Nilai waktu *flyover*)
 Cost = Biaya pembangunan *flyover* dan biaya pemeliharaan
 2. *Net Present Value* (NPV)
Perhitungan NPV menggunakan persamaan yaitu:

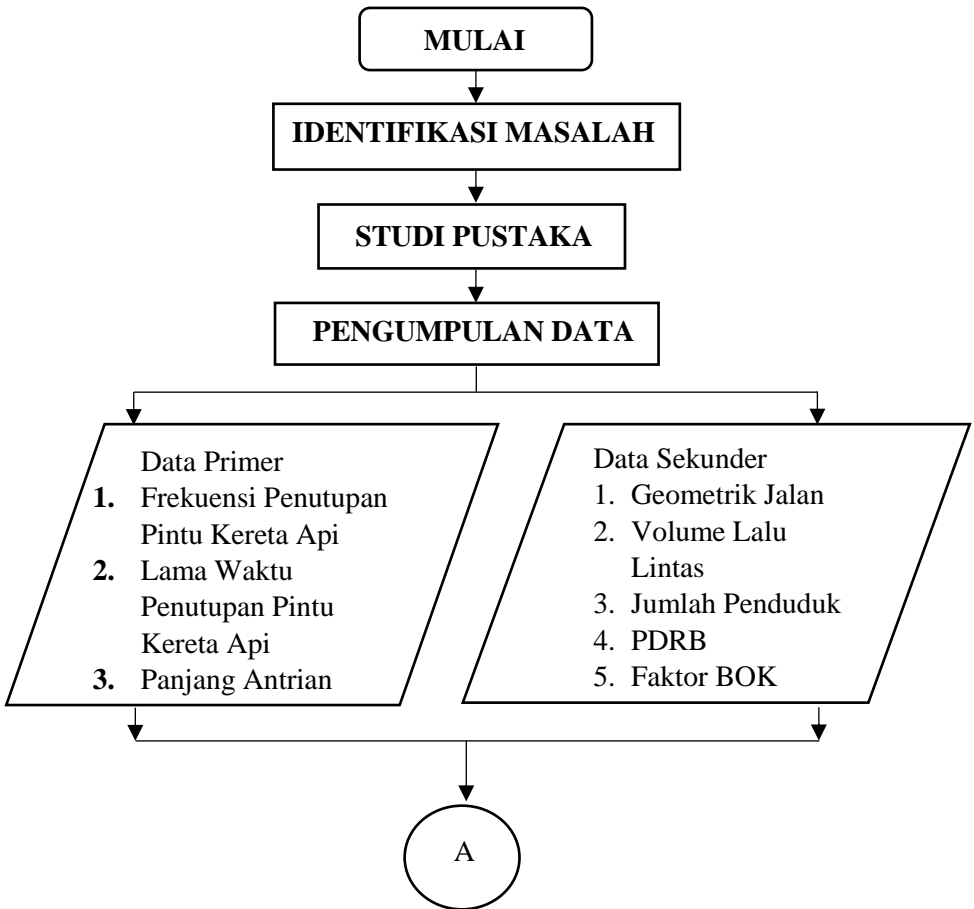
$$NPV = \text{Benefit} - \text{Cost}$$

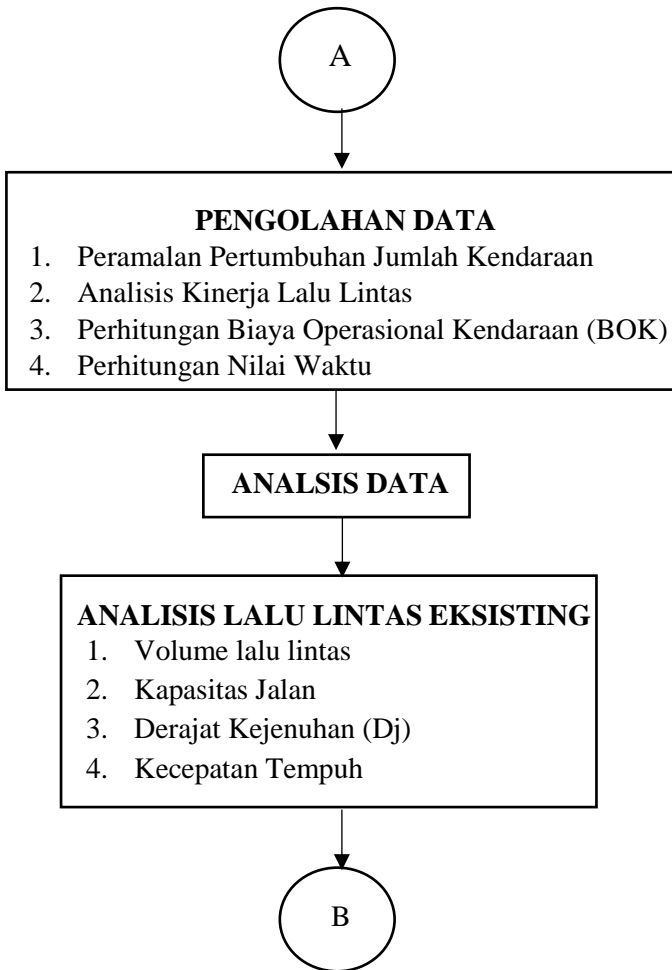
3.4 Kesimpulan

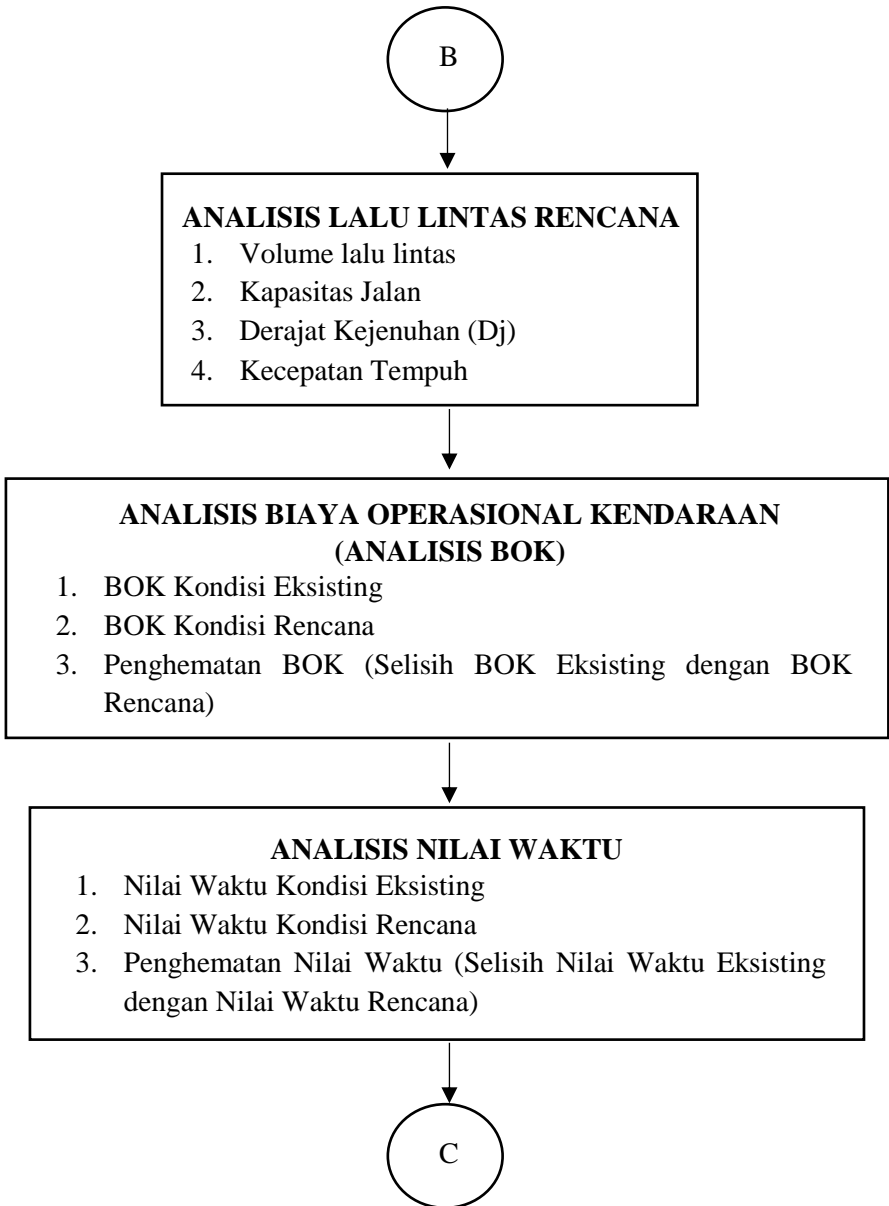
Dari analisis yang dilakukan akan menghasilkan layak atau tidaknya adanya pembangunan *flyover* Manahan tersebut.

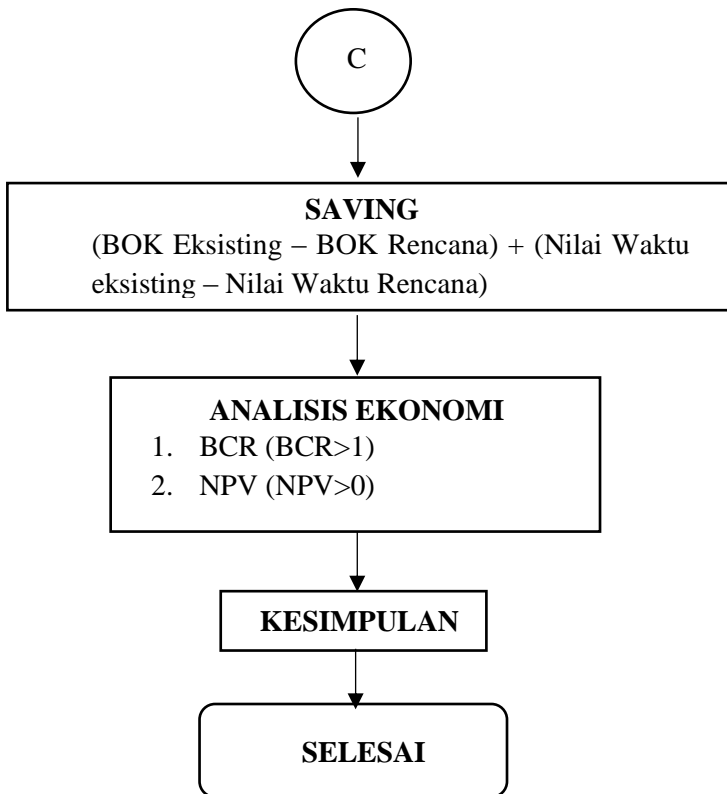
3.5 Diagram Metodologi

Uraian kegiatan dalam penyusunan tugas akhir ini dapat dilihat dalam bentuk bagan alir (*flowchart*) yaitu pada Gambar 3.2.









Gambar 3.11 Bagan Alir (*Flowchart*) Metodologi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

DATA DAN ANALISIS

4.1 Umum

Analisis data dilakukan dengan cara menghubungkan data sekunder yang didapat dari instansi-instansi terkait dengan data primer yang diperoleh melalui survey lapangan.

4.2 Peramalan

Pada perlintasan kereta api di daerah Manahan merupakan persilangan yang dilalui kendaraan yang dari Boyolali menuju Kota Surakarta ataupun sebaliknya. Maka, jumlah penduduk, data PDRB Kota Surakarta dipakai sebagai dasar untuk menentukan pertumbuhan lalu lintas pada tahun yang akan datang.

4.2.1 Jumlah Penduduk

Kota Surakarta merupakan kota terbesar ketiga di Jawa Tengah dan kawasan yang tepat untuk perdagangan dan jasa yang terdiri dari:

- a. Pasar Tradisional yang berada di wilayah Kelurahan Kauman, Kelurahan Nusukan, Kelurahan Danusuman, Kelurahan Panjang, Kelurahan Purwosari, Kelurahan Karangasem, Kelurahan Manahan, Kelurahan Sriwedari, Kelurahan Keprabon, Kelurahan Mojosongo dan Kelurahan Pasar Kliwon.
- b. Pusat Perbelanjaan meliputi:
Pengembangan perdagangan skala regional kota di Kelurahan Stabelan – Kecamatan Banjarsari, Kelurahan Danusuman, Kelurahan Serengan, Kelurahan Kedung Lumbu – Kecamatan Pasar Kliwon dan Kelurahan Panularan – Kecamatan Laweyan berupa perdagangan grosir dan pasar besar dengan kawasan perdagangan berbentuk rumah toko di sepanjang jalan protokol. Toko modern berupa pengembangan pusat perbelanjaan dan toko modern

di wilayah kota yang penempatannya ditetapkan dalam Peraturan Walikota. (Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta, 2017)

Kepadatan penduduk Kota Surakarta cenderung mengalami peningkatan selama periode tahun 2013 hingga tahun 2017. Berikut data penduduk Kota Surakarta beserta sebarannya pada tahun 2013 hingga 2017.

Tabel 4.1 Data Penduduk Kota Surakarta tahun 2013 – 2017

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2013	506600
2014	508952
2015	511166
2016	513199
2017	515137

(Sumber : www.surakartakota.bps.go.id)

Sedangkan selama kurun waktu 2013 hingga 2017 pertumbuhan jumlah penduduk mengalami penurunan sebesar 0,38 persen pada tahun 2017.

Hal ini akan mempengaruhi struktur lapangan usaha masyarakat di Kota Surakarta dan akan mempengaruhi nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atau pertumbuhan ekonomi Kota Surakarta. Jumlah PDRB dapat dihitung berdasarkan harga berlaku (*current price*) maupun berdasarkan harga konstan (*constant price*). Untuk memperlihatkan pertumbuhan PDRB, Pemerintah Kota Surakarta menggunakan PDRB Harga Berlaku. PDRB Harga Berlaku ini mempresentasikan pertumbuhan ekonomi Kota Surakarta atas barang dan jasa yang diproduksi dalam satu tahun. Produk Daerah Regional Bruto Atas Dasar Harga Berlaku (PDRB ADHB)

Pendapatan perkapita yang ditunjukkan dengan nilai PDRB perkapita adalah salah satu angka yang dipakai untuk

melihat keberhasilan pembangunan dari aspek perekonomian suatu wilayah. Indikator kinerja lain yang berkaitan dengan besarnya Produk Domestik Regional Bruto adalah PDRB per Kapita. PDRB per Kapital dihitung dengan cara membagi jumlah PDRB dengan jumlah penduduk pertengahan tahun. Angka pendapatan per Kapital memperlihatkan rata-rata pendapatan yang diterima oleh masing-masing penduduk dan dapat mempresentasikan tingkat kesejahteraan Kota Surakarta.

Berdasarkan dari data BPS Kota Surakarta menyatakan bahwa nilai PDRB per Kapita Kota Surakarta tahun 2017 mencapai 79.719 ribu Rupiah lebih cepat dibandingkan tahun 2016 dengan nilai PDRB per Kapital sebesar 73,639 ribu Rupiah. Pertumbuhan ekonomi tertinggi dicapai oleh lapangan usaha. Berikut penjelasan nilai PDRB Kota Surakarta atas Dasar Harga Berlaku Menurut Lapangan Usaha.

Tabel 4.2 PDRB dan PDRB Per Kapita Kota Surakarta Menurut Lapangan Usaha 2013-2017

Nilai PDRB/GRDP (Jutaan Rupiah/Bilion rupiahs)					
	2013	2014	2015	2016	2017
ADBH/ <i>at current price</i>	29081312,47	32062446,9	34970374,09	37791266,18	41066139,5
ADBH/ <i>at 2010 Constant price</i>	25631681,32	26984358,61	28453493,87	29966373,01	31562980,5
PDRB per Kapita/ Per Capita GRDP (Ribuan Rupiah/Thousand rupiahs)					
ADBH/ <i>at current price</i>	57,405	62,997	68,413	73,639	79,719
ADBH/ <i>at 2010 Constant price</i>	50,596	53,019	55,664	58,391	61,271
Pertumbuhan PDRB per Kapita ADHK 2010/ <i>Growth of Per Capita GRDP at 2010 Constant Price</i>	5,73	479	4,99	4,9	4,93
Jumlah Penduduk (orang)/Population (People)	506600	508952	511166	513199	515137
Pertumbuhan Jumlah Penduduk (Persen)/ Population Growth (Percent)	0,49	0,46	0,44	0,4	0,38

(Sumber : www.surakartakota.bps.go.id)

4.2.2 Analisis Kependudukan dan Perekonomian

Agar dapat mengetahui volume lalu lintas yang akan melewati *flyover* pada tahun yang akan datang, maka dilakukan peralaman (*forecasting*) pertumbuhan penduduk dan PDRB dengan metode selisih kuadrat terkecil dimana penyimpangan yang terjadi diusahakan sekecil mungkin sehingga mendapatkan hasil mendekati keadaan sebenarnya. Berikut adalah perhitungan dengan menggunakan persamaan regresi linier :

a. Perhitungan Jumlah Penduduk

$$Y = a * X + b$$

Dengan:

$$a = \frac{(n * \Sigma XY - \Sigma X * \Sigma Y)}{(n * \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)}$$

$$b = \frac{(\Sigma Y - a * \Sigma X)}{n}$$

$$r = \frac{(n * \Sigma XY - \Sigma X * \Sigma Y)}{\sqrt{(n * \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2) * (n * \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}}$$

Keterangan:

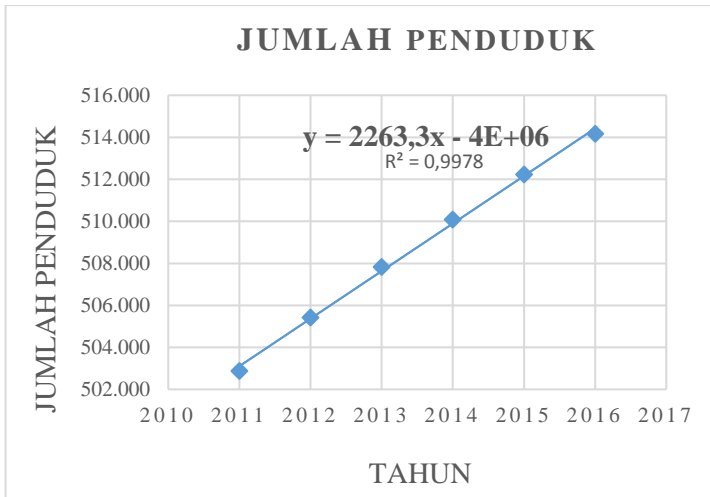
- Y = Jumlah Penduduk
- a, b = Konstanta
- X = Tahun
- r = Selisih kuadrat terkecil

Tabel 4.3 Perhitungan Variabel X dan Y Jumlah Penduduk

Tahun (X)	Jumlah Penduduk (Y)	X ²	Y ²	X*Y
2013	506600	4052169	2,56644E+11	1019785800
2014	508952	4056196	2,59032E+11	1025029328
2015	511166	4060225	2,61291E+11	1029999490
2016	513199	4064256	2,63373E+11	1034609184
2017	515137	4068289	2,65366E+11	1039031329
10075	2.555.054	20301135	1.305.705.720.230	5148455131

Dengan contoh uraian perhitungan sebagai berikut:

1. $\Sigma X * \Sigma Y = 10075 \times 2.555.054$
 $= 25742169050$
2. $a = \frac{(n * \Sigma XY - \Sigma X * \Sigma Y)}{(n * \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)}$
 $= \frac{(5 * 5148455131 - 25742169050)}{(5 * 20301135 - (10075)^2)}$
 $= 2132,1$
3. $b = \frac{(\Sigma Y - a * \Sigma X)}{\frac{n}{5}}$
 $= \frac{(2.555.054 - (2132,1 * 10075))}{5}$
 $= -3785170,7$
4. $r = \frac{(n * \Sigma XY - \Sigma X * \Sigma Y)}{\sqrt{(n * \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2) * (n * \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}}$
 $= \frac{(5 * 5148455131 - 10075 * 2.555.054)}{\sqrt{(5 * 20301135 - (10075)^2) * (5 * 1.305.705.720.230 - (2.555.054)^2)}}$
 $= 3,74614E-05$



Gambar 4.1 Grafik Persamaan Regresi Linier Untuk Jumlah Penduduk

b. Perhitungan PDRB

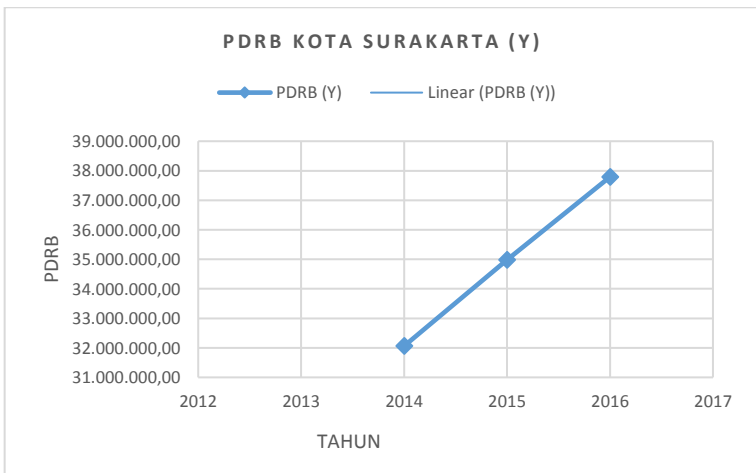
Dari data PDRB yang didapat pada tahun 2014 hingga 2016, berikut ditunjukkan tabel perhitungan variabel X dan Y.

Tabel 4.4 Perhitungan Variabel X dan Y Pada Perhitungan PDRB

Tahun (X)	PDRB (Y)	X ²	Y ²	X*Y
2013	57.405	4052169	3.295.320.307	115556024,5
2014	62.997	4056196	3.968.621.453	126875949,1
2015	68.413	4060225	4.680.331.752	137852094,6
2016	73.639	4064256	5.422.646.365	148455458,1
2017	79.719	4068289	6.355.098.214	160792960,5
10075	342.172	20301135	23.722.018.092	689532486,8

$$\begin{aligned}
 1. \quad \Sigma X * \Sigma Y &= 10075 \times 342.172 \\
 &= 3447386086
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad a &= \frac{(n \cdot \Sigma XY - \Sigma X \cdot \Sigma Y)}{(n \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)} \\
 &= \frac{(5 \cdot 689532486,8 - 3447386086)}{(5 \cdot 20301135 - (10075)^2)} \\
 &= 5526,960319 \\
 3. \quad b &= \frac{(\Sigma Y - a \cdot \Sigma X)}{n} \\
 &= \frac{(342.172 - (5526,960319 \cdot 10075))}{5} \\
 &= -11068390,58 \\
 4. \quad r &= \frac{(n \cdot \Sigma XY - \Sigma X \cdot \Sigma Y)}{\sqrt{(n \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2) \cdot (n \cdot \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}} \\
 &= \frac{(5 \cdot 689532486,8 - 3447386086)}{\sqrt{(5 \cdot 20301135 - (10075)^2) \cdot 5 \cdot 23.722.018.092 - (342.172)^2}} \\
 &= 1,44666E-05
 \end{aligned}$$



Gambar 4.2 Grafik Persamaan Regresi Linier Untuk PDRB

Setelah persamaan regresi linier jumlah penduduk dan PDRB per Kapita didapatkan kemudian dengan memasukkan X sebagai variabel tahun, nilai jumlah penduduk dan PDRB pada umur rencana yang dicari dapat diketahui dan dipresentasikan nilai pertumbuhannya.

4.2.3 Faktor Pertumbuhan Kendaraan

Faktor pertumbuhan lalu lintas diasumsikan sama dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) karena berpengaruh pada pertumbuhan lalu lintas pada tahun rencana.

Pertumbuhan kendaraan pada jenis bus dan angkutan umum diasumsikan ekuivalensi dengan pertumbuhan **jumlah penduduk**, karena dilihat dari fungsi bus dan angkutan umum adalah memindahkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain, sehingga apabila jumlah penduduk meningkat maka jumlah kendaraan jenis KB juga akan bertambah.

Sedangkan pertumbuhan kendaraan jenis truk dan jenis kendaraan penumpang pribadi diasumsikan ekuivalen dengan pertumbuhan **Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB)**. Karena tingginya tingkat perekonomian daerah semakin banyak kendaraan pribadi dan mobil pengangkut hasil produksi.

Nilai faktor pertumbuhan lalu lintas diperoleh dengan membagi selisih hasil perkiraan tahun yang ditinjau dengan angka tahun sebelumnya. Nilai faktor pertumbuhan inilah yang dijadikan acuan untuk menentukan pertumbuhan lalu lintas yang akan datang.

a. Jumlah Penduduk

Dari data pertumbuhan Jumlah Penduduk yang didapat pada tahun 2013 hingga 2017 diatas, berikut ditunjukkan perhitungan prosentase pada Jumlah Penduduk.

Prosentase Jumlah Penduduk 2014:

$$\frac{(Y_2 - Y_1)}{Y_1} \times 100 = \frac{(508952 - 506600)}{506600} \times 100$$

$$= 0,46 \%$$

Tabel 4.5 Nilai Prosentase Jumlah Penduduk

Tahun (X)	Jumlah Penduduk (Y)	Prosentase (%)
2013	506600	
2014	508952	0,464
2015	511166	0,435
2016	513199	0,398
2017	515137	0,378

b. PDRB

Dari data pertumbuhan PDRB yang didapat pada tahun 2013 hingga 2017 diatas, berikut ditunjukkan perhitungan prosentase pada PDRB.

Prosentase PDRB 2014:

$$\frac{(Y2 - Y1)}{Y1} \times 100 = \frac{(62996,996 - 57404,881)}{57404,881} \times 100$$

$$= 9,74\%$$

Tabel 4.6 Nilai Prosentase PDRB

Tahun (X)	PDRB (Y)	Prosentase (%)
2013	57404,881	
2014	62996,996	9,742
2015	68412,95	8,597
2016	73638,62	7,638
2017	79718,87	8,257

Nilai pertumbuhan jumlah penduduk dan PDRB dari tahun 2013 hingga 2017 serta nilai pertumbuhan pada umur rencana dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Perkembangan Jumlah Penduduk dan PDRB Kota Surakarta

Tahun	Pertumbuhan		Prosentase (%)	
	Jumlah Penduduk	PDRB	Jumlah Penduduk	PDRB
2013	506600	57404,88		
2014	508952	62997,00	0,464	9,74
2015	511166	68412,95	0,435	8,60
2016	513199	73638,62	0,398	7,64
2017	515137	79718,87	0,378	8,26
2018	517407,1	85014,70	0,441	6,64
2019	519539,2	90541,66	0,412	6,50
2020	521671,3	96068,62	0,410	6,10
2021	523803,4	101595,58	0,409	5,75
2022	525935,5	107122,54	0,407	5,44
2023	528067,6	112649,50	0,405	5,16
2024	530199,7	118176,46	0,404	4,91
2025	532331,8	123703,42	0,402	4,68
2026	534463,9	129230,38	0,401	4,47
2027	536596	134757,34	0,399	4,28
2028	538728,1	140284,30	0,397	4,10
2029	540860,2	145811,26	0,396	3,94
2030	542992,3	151338,22	0,394	3,79
2031	545124,4	156865,18	0,393	3,65
2032	547256,5	162392,14	0,391	3,52
2033	549388,6	167919,10	0,390	3,40
2034	551520,7	173446,06	0,388	3,29
2035	553652,8	178973,02	0,387	3,19
2036	555784,9	184499,98	0,385	3,09
2037	557917	190026,94	0,384	3,00
2038	560049,1	195553,90	0,382	2,91
2039	562181,2	201080,86	0,381	2,83

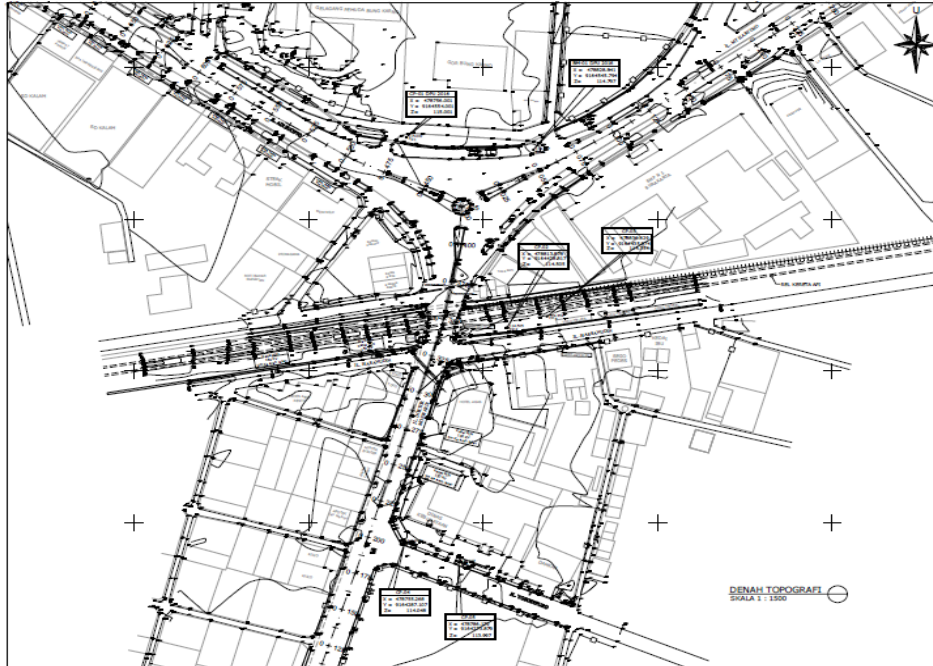
Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa PDRB per Kapita dapat digunakan sebagai salah satu indikator tingkat kemakmuran penduduk suatu daerah. PDRB per Kapita diperoleh dari hasil antara nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh sektor ekonomi pada suatu wilayah dengan jumlah penduduk. Oleh karena itu besar kecilnya jumlah penduduk berpengaruh terhadap nilai PDRB per Kapita, sedangkan besar kecilnya PDRB sangat tergantung pada

potensi sumberdaya alam dan faktor-faktor yang terdapat didaerah tersebut.

4.3 Survei Lalu Lintas

4.3.1 Geometrik Jalan

Analisis kondisi eksisting pada perlintasan daerah Manahan dianalisis sampai 20 tahun mendatang yaitu sampai 2039. Gambar 4.3 berikut merupakan topografi geometrik jalan eksisting pada Simpang Manahan ditunjukkan pada Gambar 4.3

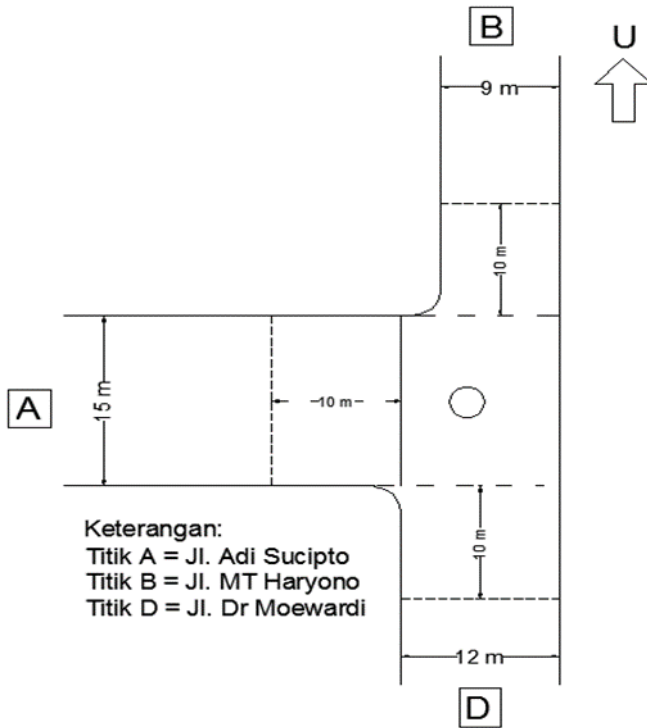


Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Topografi Simpang Manahan Solo Kota Surakarta

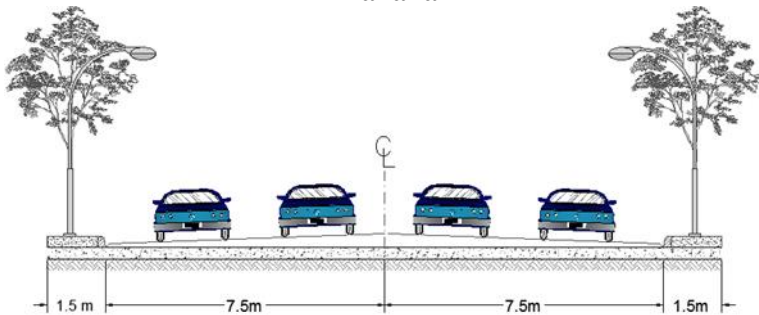
Sumber : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta

Rencana pembangunan *flyover* Simpang Bundaran Manahan terakses langsung di Jl. Adi Sucipto (Surakarta) dengan status jalan kota dengan fungsi jalan kolektor. Berikut adalah karakteristik pada tiap jalan yang berhubungan dengan pembangunan *flyover* Manahan

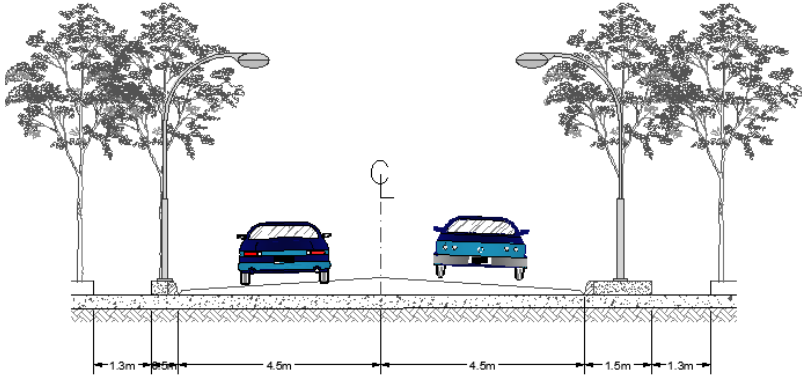
- a. Jl. Adi Sucipto
 - Tipe Jalan : 6/2D (enam lajur dua arah dengan pemisah)
 - Lebar jalan : 15 meter
 - Lebar taman kanan kiri : 1,5 meter
 - Lebar jalur lambat : 3 meter
- b. Jl. MT. Haryono
 - Tipe Jalan : 2/2UD (dua lajur dua arah tanpa pemisah)
 - Lebar jalan : 9 meter
 - Lebar taman kiri : 0,5 meter
 - Lebar taman kanan : 1,5 meter
 - Lebar jalur lambat : 1,3 meter
- c. Jl. Dr. Moewardi
 - Tipe Jalan : 4/2D (empat lajur dua arah dengan pemisah)
 - Lebar Jalan : 12 meter
 - Lebar median : 1 meter
 - Lebar trotoar : 1,5 meter



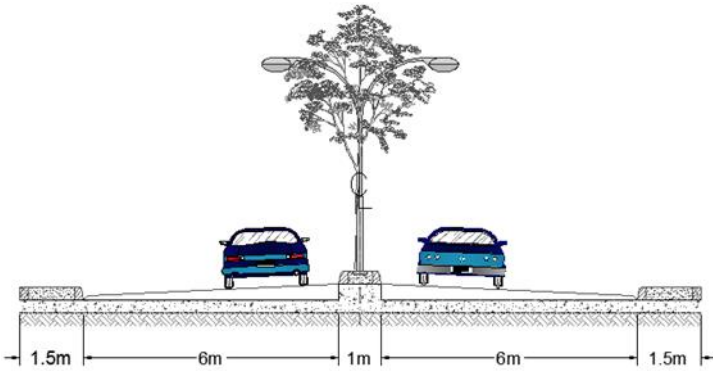
Gambar 4.4 Ukuran Geometrik Jalan pada Simpang Obor Manahan



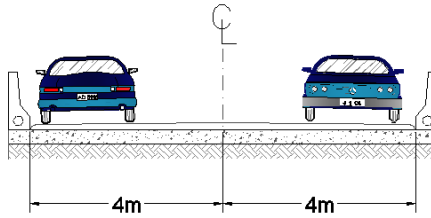
Gambar 4.5 Potongan Melintang Jalan Titik A Kondisi Eksisting *Without Project*



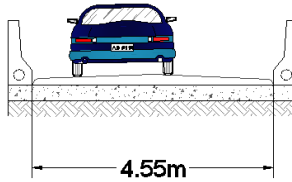
Gambar 4.6 Potongan Melintang Jalan Titik B Kondisi Eksisting *Without Project*



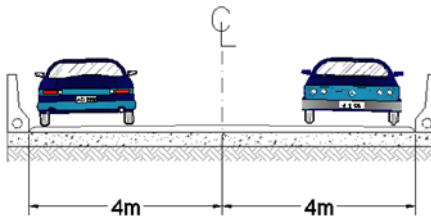
Gambar 4.7 Potongan Melintang Jalan Titik D Kondisi Eksisting *Without Project*



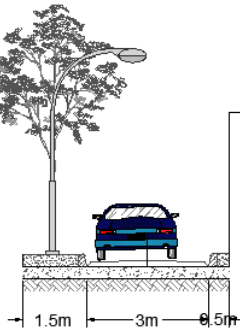
Gambar 4.8 Potongan Melintang Jalan Titik A Kondisi Rencana (*Flyover*)



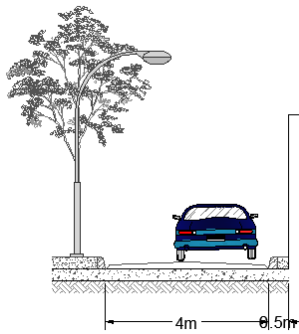
Gambar 4.9 Potongan Melintang Jalan Titik B Kondisi Rencana (*Flyover*)



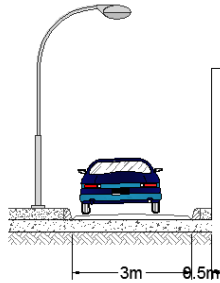
Gambar 4.10 Potongan Melintang Jalan Titik D Kondisi Rencana (*Flyover*)



Gambar 4.11 Potongan Melintang Jalan Titik A Kondisi Eksisting *With Project*



Gambar 4.12 Potongan Melintang Jalan Titik B Kondisi Eksisting *With Project*



Gambar 4.13 Potongan Melintang Jalan Titik D Kondisi Eksisting With Project

Berikut merupakan skenario perjalanan atau pergerakan kendaraan yang melakukan perjalanan pada Simpang Manahan

a. Kondisi Eksisting

1. Pergerakan Kendaraan dari arah Jl. Adi Sucipto menuju Jl. MT. Haryono

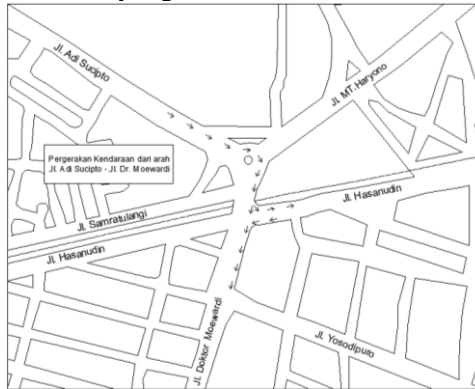
Pergerakan kendaraan dari arah Barat Jl. Adi Sucipto menuju arah Utara pada Jl. MT Haryono terlihat pada Gambar 4.4 berikut dengan melewati sedikit bundaran terlebih dahulu.



Gambar 4.14 Skenario Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Adi Sucipto Menuju Jl. MT. Haryono

2. Pergerakan Kendaraan dari arah Jl. Adi Sucipto menuju Jl. Dr. Moewardi

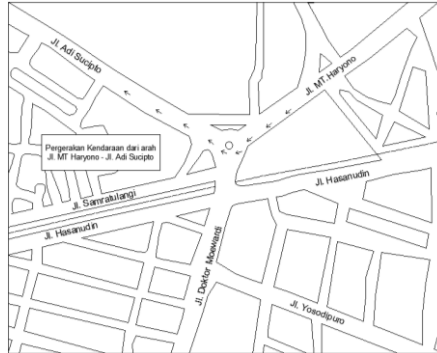
Pergerakan kendaraan dari arah Barat Jl. Adi Sucipto menuju arah Selatan pada Jl. Dr. Moewardi terlihat pada Gambar 4.5 berikut dengan melewati bundaran terlebih dahulu. Tetapi, jumlah kendaraan yang melewati Jl. Dr Moewardi mendapatkan pengurangan sebagian pada jumlah kendaraan karena faktor kendaraan yang belok kiri ke arah Jl. Hasanuddin



Gambar 4.15 Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Adi Sucipto Menuju Jl. Dr. Moewardi

3. Pergerakan Kendaraan dari arah Jl. MT. Haryono menuju Jl. Adi Sucipto

Pergerakan kendaraan dari arah Utara Jl. MT. Haryono menuju arah Barat pada Jl. Adi Sucipto terlihat pada Gambar 4.6 berikut dengan melewati bundaran terlebih dahulu.



Gambar 4.16 Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. MT. Haryono Menuju Jl. Adi Sucipto

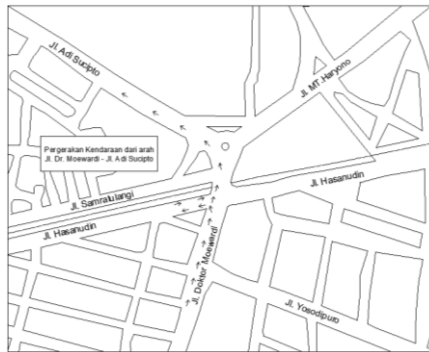
4. Pergerakan Kendaraan dari arah Jl. MT. Haryono menuju Jl. Dr. Moewardi

Pergerakan kendaraan dari arah Utara Jl. MT. Haryono menuju arah Selatan pada Jl. Dr. Moewardi terlihat pada Gambar 4.7 berikut. Sama halnya dengan pergerakan dari arah Jl. Adi Sucipto menuju Jl. Dr. Moewardi, jumlah kendaraan yang akan melewati Jl. Dr. Moewardi mendapatkan pengurangan sebagian jumlah kendaraan karena faktor kendaraan yang belok kiri ke arah Jl. Hasanuddin.



Gambar 4.17 Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. MT. Haryono Menuju Jl. Dr. Moewardi

5. Pergerakan Kendaraan dari arah Jl. Dr. Moewardi menuju Jl. Adi Sucipto
 Pergerakan kendaraan dari arah Selatan Jl. Dr. Moewardi menuju arah Barat pada Jl. Adi Sucipto terlihat pada Gambar 4.8 berikut. Tetapi, jumlah kendaraan yang melewati Jl. Dr Moewardi menuju arah Barat mendapatkan pengurangan sebagian jumlah kendaraan karena faktor kendaraan yang belok kiri ke arah Jl. Hasanuddin.



Gambar 4.18 Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Dr. Moewardi Menuju Jl. Adi Sucipto

6. Pergerakan Kendaraan dari arah Jl. Dr. Moewardi menuju Jl. Adi Sucipto
 Pergerakan kendaraan dari arah Selatan Jl. Dr. Moewardi menuju arah Utara pada Jl. MT. Haryono terlihat pada Gambar 4.9 berikut. Tetapi, jumlah kendaraan yang melewati Jl. Dr Moewardi menuju arah Utara mendapatkan pengurangan sebagian jumlah kendaraan karena faktor kendaraan yang belok kiri ke arah Jl. Hasanuddin.



Gambar 4.19 Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Dr. Moewardi Menuju Jl. MT. Haryono

b. Kondisi Rencana

1. Pergerakan Kendaraan dari arah Jl. Adi Sucipto menuju Jl. Dr. Moewardi (2/2TT)

Pergerakan kendaraan pada jalan rencana (flyover) bergerak dari arah Jl. Adi Sucipto menuju Jl. Dr. Moewardi dengan tipe jalan 2/2TT yang dapat dilewati oleh semua kendaraan (Gol.1, Gol IIA dan GolIIB serta Sepeda motor).



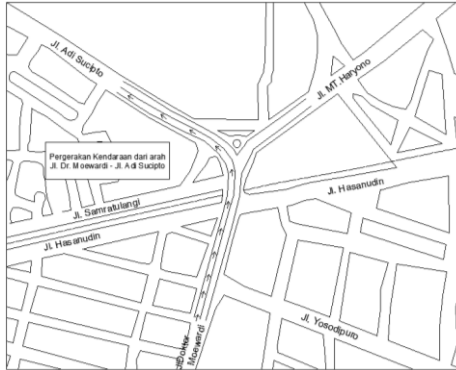
Gambar 4.20 Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Adi Sucipto Menuju Jl. Dr. Moewardi

2. Pergerakan Kendaraan dari arah Jl. MT. Haryono menuju Jl. Dr. Moewardi (Jalan satu arah)
Pergerakan kendaraan pada jalan rencana (flyover) bergerak dari arah Jl. MT. Haryono menuju Jl. Dr. Moewardi dengan tipe jalan satu arah yang dapat dilewati oleh semua kendaraan (Gol.1, Gol IIA dan GolIIB serta Sepeda motor).

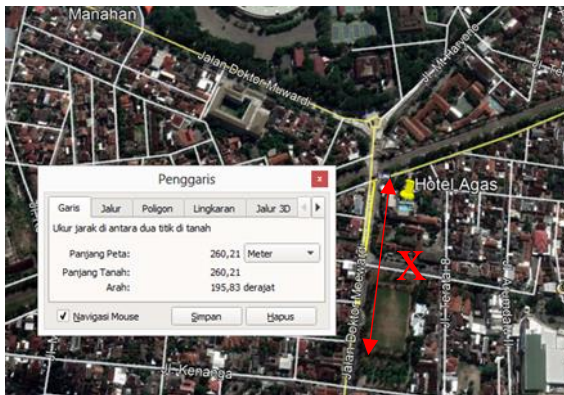


Gambar 4.21 Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. MT. Haryono Menuju Jl. Dr. Moewardi

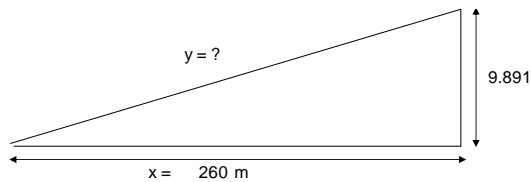
3. Pergerakan Kendaraan dari arah Jl. Dr. Moewardi menuju Jl. Adi Sucipto (2/2TT)
Pergerakan kendaraan pada jalan rencana (flyover) bergerak dari arah Jl. Dr. Moewardi menuju Jl. Adi Sucipto dengan tipe jalan 2/2TT yang dapat dilewati oleh semua kendaraan (Gol.1, Gol IIA dan GolIIB serta Sepeda motor).



Gambar 4.22 Pergerakan Kendaraan Dari Arah Jl. Dr. Moewardi Menuju Jl. Adi Sucipto



Gambar 4.23 Layout Panjang Flyover
(Sumber: Google Earth, 31 Juli 2019 17:05)



Gambar 4.24 Sketsa Panjang dan Tinggi Flyover

Dari gambar 4.24 flyover memiliki panjang oprit sebesar 260 m dan tinggi sebesar 9,8 m, dapat dilakukan perhitungan kemiringan flyover dengan cara:

$$y = \frac{t}{x}$$

Keterangan:

y = gradient (kemiringan)

t = tinggi flyover

x = panjang oprit *flyover*

$$\begin{aligned} y &= \frac{9,8}{260} \\ &= 3,8 \% \end{aligned}$$

Sehingga, didapatkan kemiringan sebesar 3,8%. Dengan nilai kemiringan tersebut, kendaraan berat Gol IIA dan Gol IIB dapat melewati *flyover* Manahan.

4.3.2 Pengolahan Data Lalu Lintas

Data lalu lintas yang akan digunakan dalam analisis diperoleh dengan melakukan pencacahan kendaraan di beberapa lokasi untuk mendapatkan volume lalu lintas yang membebani Simpang Bundaran Manahan. Lalu lintas yang membebani dibedakan menjadi 2 pergerakan dari arah Utara ke Selatan dan pergerakan dari arah Selatan ke Utara. Pergerakan Utara-Selatan dipengaruhi oleh pergerakan yang berasal dari:

- a. Jalan MT Haryono lurus ke arah Selatan (ST)
- b. Jalan Adi Sucipto belok kanan (RT)

Lalu lintas yang membebani Simpang Manahan dari arah Selatan ke Utara adalah:

- a. Jalan Yosodipuro dari arah Timur belok kanan (RT)
- b. Jalan Dr. Moewardi lurus ke arah Utara (ST)
- c. Jalan Hasanudin dari arah Barat belok kiri (LT)

Waktu pelaksanaan survey dilakukan pada jam sibuk yang biasanya mempunyai volume kendaraan tertinggi:

- a. Jam sibuk pagi yang terjadi pada jam 06.00-08.00
- b. Jam sibuk siang yang terjadi pada jam 12.00-14.00
- c. Jam sibuk sore yang terjadi pada jam 16.00-18.00

Jenis kendaraan yang diamati diklasifikasikan berdasarkan PKJI 2014:

- a. Sepeda motor (SM) : motor, skuter, motor gede (moge), bemo, dan cator.
- b. Kendaraan ringan (KR) : sedan, minibus (termasuk angkot), mikrobis (oplet, mikrolet, metromini), pick-up, dan truk kecil.
- c. Kendaraan berat (KB) : bus besar, truk besar 2 atau 3 sumbu (tandem), truk tempelan, dan truk gandengan.

Setelah itu dilakukan penggolongan kendaraan ke 3 golongan yaitu Golongan I, Golongan IIA dan IIB. Pembagian golongan ini nantinya akan digunakan pada perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK).

Dalam perhitungan kendaraan per jam dikonversi terlebih dahulu dengan ekivalen kendaraan ringan (ekr), sehingga didapatkan data volume lalu lintas jam sibuk dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam). Nilai ekr yang digunakan mengacu pada PKJI 2014 untuk Ruas Jalan Perkotaan.

Setelah mendapatkan volume masing-masing kendaraan (kendaraan/jam), data satuan kendaraan dikalikan faktor ekivalensi Mobil Penumpang (emp) agar mendapatkan satuan smp (Satuan Mobil Penumpang). Faktor emp yang digunakan sebesar :

- a. Kendaraan Ringan (KR) : 1,00
- b. Kendaraan Berat (KB) : 1,20
- c. Sepeda Motor (SM) : 0,25

4.3.2.1 Kondisi Eksisting *Without Project*

Kondisi Simpang Bundaran Manahan pada saat ini tergolong sedang dari ketiga arahnya. Volume kendaraan akan bertambah tinggi pada jam- jam puncak pagi maupun sore.

Berikut merupakan data volume kendaraan lalu lintas dalam kend/jam dan smp/jam pada Titik A (Barat), Titik B (Utara) dan Titik D (Selatan) pada kondisi awal.

Tabel 4.8 Data Arah Lalu Lintas Kendaraan Tahun 2017

SIMPANG-3 TAK BERSINYAL				Tanggal: : 10/04/2019 Ditangani : Kota : Surakarta Provinsi : Jawa Tengah Jalan Mayor : Jl. MT Haryono dan Jl. Dr. Moewardi (B - D) Jalan Minor : Jl. Adi Sucipto (A) Jalan Minor : Jl. Adi Sucipto (A)									
1. Data Geometrik 2. Data Arus Lalu Lintas Data Geometrik Simpang				Arus Pergerakan Lalu Lintas (kend/jam)									
Arus Lalu lintas		KR, ekr = 1,0		KB, ekr = 1,2		SM, ekr = 0,25		qKB Total		Rasio Belok Kiri (RBKl)	Rasio Belok Kanan (RBKa)	qKTb	RB
Jalan Minor A	qBki	731	731	0	0	326	82	1057	813	0,54		8	
	qLRS												
	qBKa	458	458	0	0	976	244	1434	702	0,46		0	
qTotal Minor A, qmi		1189	1189	0	0	1302	326	2491	1515			8	0,00066
Arus Lalu lintas		KR, ekr = 1,0		KB, ekr = 1,2		SM, ekr = 0,25		qKB Total				qKTb	
Jalan Mayor B	qBki												
	qLRS	190	190	0	0	528	132	718	322			0	
	qBKa	210	210	3	4	544	136	757	350	0,52		0	
qTotal Mayor B, qma		400	400	3	4	1072	268	1475	672			0	0,000775
Arus Lalu lintas		KR, ekr = 1,0		KB, ekr = 0,35		SM, ekr = 0,25		qKB Total				qKTb	
Jalan Mayor D	qBki	288	288	1	2	574	144	863	434	0,58		0	
	qLRS	197	197	4	5	446	112	647	314			0	
	qBKa												
qTotal Mayor D, qma		485	485	5	7	1020	256	1510	748			0	0,000776
qTotal Mayor B+D		885	885	8	11	2092	524	2985	1420			0	
Mayor + minor (A+B+D)	qBki	1019	1019	1	2	900	226	1920	1247	0,42		8	
	qLRS	387	387	4	5	974	244	1365	636			0	
	qBKa	668	668	3	4	1520	380	2191	1052		0,36	0	
qTot = qmi+qma =		2074	2074	8	11	3394	850	5476	2935			8	0,000267
Rmi = qmi/qTOT = 0,4549													
RKTb = qKTb/qKB = 0,001													

Berikut salah satu contoh perhitungan untuk Simpang Bundaran Manahan pada Titik A.

- a. Arah Belok Kiri (qBki) - Tahun 2017

$$KR : 731 \times 1,0 = 731 \text{ smp/jam}$$

$$KB : 0 \times 1,2 = 0 \text{ smp/jam}$$

$$SM : 326 \times 0,25 = 82 \text{ smp/jam}$$

- b. Arah Belok Kanan (qBka)

$$KR : 458 \times 1,0 = 458 \text{ smp/jam}$$

$$KB : 0 \times 1,2 = 0 \text{ smp/jam}$$

$$SM : 976 \times 0,25 = 244 \text{ smp/jam}$$

- c. Arus Total (qTotal titik A) (setelah adanya kehilangan jumlah kendaraan)

$$KR : 731 + 458 = 1189 \text{ smp/jam}$$

$$KB : 0 + 0 = 0 \text{ smp/jam}$$

$$SM : 82 + 244 = 326 \text{ smp/jam}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan data jumlah kendaraan dari arah timur yang berbelok kiri, lurus dan belok kanan dalam smp/jam. Untuk perhitungan selengkapnya bisa dilihat pada Lampiran 3. Untuk mendapatkan volume kendaraan per harinya, volume dalam 1 jam harus dibagi dengan faktor LHRT sebesar 0,11. Perhitungan selanjutnya yaitu mencari volume kendaraan per tahunnya dengan mengalikan volume kendaraan per hari dengan 365.

- a. Total Per Jenis Kendaraan (smp/tahun) (sebelum adanya kehilangan jumlah kendaraan)

$$KR = (1189 \text{ smp/jam} / 0,11) \times 365$$

$$= 3945319 \text{ smp/ tahun}$$

$$KB = (0 \text{ smp/jam} / 0,11) \times 365$$

$$= 0 \text{ smp/ tahun}$$

$$SM = (326 \text{ smp/jam} / 0,11) \times 365$$

$$= 1081728 \text{ smp/ tahun}$$

- b. Q Total (smp/tahun)

$$Q \text{ Total} = KR + KB + SM$$

$$= 3945319 + 0 + 1081728 = 5027047 \text{ smp/ tahun}$$

Berikut merupakan hasil volume kendaraan lalu lintas dalam smp/jam pada Titik A (Barat).

Tabel 4.9 Volume Kendaraan Titik A Dengan Umur Rencana 20 Tahun Kondisi Eksisting *Without Project* (smp/jam)

Titik A (Barat)								
Tahun	KR	KB	SM	Total (smp/jam)	KR	KB	SM	Total (smp/tahun)
	smp/jam				smp/tahun			
2017	1189	0	326	1515	3945319	0	1081728	5027047
2018	1269	0	349	1618	4210773	0	1158046	5368819
2019	1352	0	372	1724	4486182	0	1234364	5720546
2020	1435	0	395	1830	4761591	0	1310682	6072273
2021	1518	0	418	1936	5037000	0	1387000	6424000
2022	1601	0	441	2042	5312410	0	1463319	6775729
2023	1684	0	464	2148	5587819	0	1539637	7127456
2024	1767	0	487	2254	5863228	0	1615955	7479183
2025	1850	0	510	2360	6138637	0	1692273	7830910
2026	1933	0	533	2466	6414046	0	1768591	8182637
2027	2016	0	556	2572	6689455	0	1844910	8534365
2028	2099	0	579	2678	6964864	0	1921228	8886092
2029	2182	0	602	2784	7240273	0	1997546	9237819
2030	2265	0	625	2890	7515682	0	2073864	9589546
2031	2348	0	648	2996	7791091	0	2150182	9941273
2032	2431	0	671	3102	8066500	0	2226500	10293000
2033	2514	0	694	3208	8341910	0	2302819	10644729
2034	2597	0	717	3314	8617319	0	2379137	10996456
2035	2680	0	740	3420	8892728	0	2455455	11348183
2036	2763	0	763	3526	9168137	0	2531773	11699910
2037	2846	0	786	3632	9443546	0	2608091	12051637
2038	2929	0	809	3738	9718955	0	2684410	12403365
2039	3012	0	832	3844	9994364	0	2760728	12755092

Data volume kendaraan berdasarkan umur rencana kondisi eksisting *without project* dapat dilihat pada Lampiran 4.

Berikut cara untuk menghitung volume kendaraan dalam smp/jam pada tahun yang akan datang yang didapatkan dari volume lalu lintas tahunan dengan mengalikan faktor pertumbuhan kendaraan per jenis kendaraan dimana pertumbuhan kendaraan.

Contoh perhitungan *forecast* tahunan pada Simpang Bundaran Manahan pada Titik A di tahun 2017 adalah sebagai berikut:

Volume Kendaraan Tahun ke n = (Volume Kendaraan Tahun ke (n) / Faktor Pertumbuhan) * 365

- Volume Kendaraan KR Dalam smp/tahun (qTotal titik A)
KR : $(1189/11\%) \times 365 = 3945319$ smp/tahun
- Volume Kendaraan KB Dalam smp/tahun (qTotal titik A)
KB : $(0/11\%) \times 365 = 0$ smp/tahun
- Volume Kendaraan SM Dalam smp/tahun (qTotal titik A)
SM : $(326/11\%) \times 365 = 1081728$ smp/tahun

4.3.2.2 Perhitungan Kapasitas Jalan Bundaran

Perhitungan kapasitas jalan dilakukan untuk mengetahui kapasitas yang mampu ditampung oleh jalan eksisting maupun rencana *flyover* tiap jamnya. Perhitungan kapasitas pada bagian jalinan bundaran ini dilakukan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) pada Bagian Jalinan. Berikut merupakan perhitungan dalam mencari kapasitas jalan kondisi eksisting dan rencana.

- Kondisi Eksisting

$$C = 135 \times Ww^{1,3} \times \left(1 + \frac{We}{Ww}\right)^{1,5} \times \left(1 - \frac{Pw}{3}\right)^{0,5} \times \left(1 + \frac{Ww}{Lw}\right)^{-1,8} \times Fcs \times frsu$$

Dimana :

We = Lebar masuk rata-rata

Ww = Lebar jalinan

Lw = Panjang jalinan

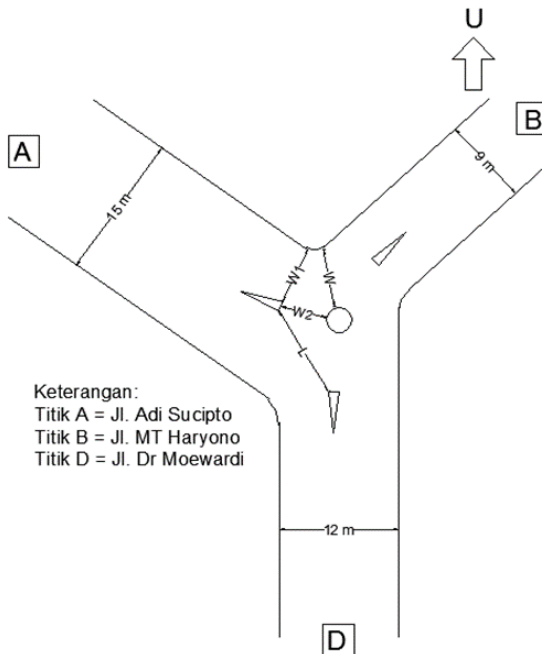
Ww/Lw = Lebar/panjang

F_{CS} = Faktor penyesuaian kelas ukuran kota

P_{UM} = Rasio kendaraan tak bermotor

Pw = Rasio jalinan

Berikut adalah detail geometrik dari Bundaran Manahan:



Gambar 4.25 Geometrik Simpang Bundaran Manahan

Tabel 4.10 Geometrik Simpang Bundaran Manahan

	Jalanan (m)		
	AB	BD	DA
Lebar Pendekat (W1)	20	18	20,5
Lebar Pendekat (W2)	6,5	6,5	8
Lebar masuk rata-rata (WE):			
$WR = \frac{W1 + W2}{2}$	13,25	12,25	14,25
Lebar Jalanan (Ww)	22,25	19,5	22
Panjang Jalanan (Lw)	20,65	20,71	19,87
(We)/(Ww)	0,596	0,628	0,648
Lebar/Panjang (Ww)/(Lw)	1,077	0,942	1,107

1) Arus Masuk Bagian Jalinan

Arus masuk bagian jalinan adalah arus lalu lintas dari lengan pendekat yang masuk pada bagian jalinan. Perhitungan arus masuk dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11 Perhitungan Arus Masuk Bagian Jalinan

Bagian Jalinan	Arus Masuk (smp/jam)	Q (smp/jam)
AB	QA + QD-ST	1829
	1515 + 314	
BC	QB + QA-RT	1374
	672 + 702	
DA	QD + QB-RT	1098
	748 + 350	
Total		4301

Arus masuk total bundaran = $1829 + 1374 + 1098 = 4301$ smp/jam

2) Arus Menjalin (Qw)

Arus menjalin bagian jalinan pada Bundaran Manahan dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut:

Tabel 4.12 Perhitungan Arus Menjalin (Qw)

Bagian Jalinan	Arus Menjalin (smp/jam)	Q (smp/jam)
AB	QA-D + QD-B	1016
	702 + 314	
BD	QB-A + QA-D	1052
	350 + 702	
DA	QB-A + QD-B	664
	314 + 350	

3) Perhitungan Rasio Menjalin (Pw)

Rasio menjalin adalah perbandingan antara arus yang menjalin (Qw) dengan arus bagian jalinan yang dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 Perhitungan Rasio Menjalin (Pw)

Bagian Jalinan	Arus Masuk (smp/jam)	Arus Menjalin (smp/jam)	Pw
AB	1829	1016	0,56
BD	1374	1052	0,77
DA	1098	664	0,60

4) Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar dihitung dengan rumus berikut:

$$C = 135xWw^{1,3}x\left(1 + \frac{We}{Ww}\right)^{1,5}x\left(1 - \frac{Pw}{3}\right)^{0,5}x\left(1 + \frac{Ww}{Lw}\right)^{-1,8}$$

a) Jalinan AB

$$\begin{aligned} C &= 135xWw^{1,3}x\left(1 + \frac{We}{Ww}\right)^{1,5}x\left(1 - \frac{Pw}{3}\right)^{0,5}x\left(1 + \frac{Ww}{Lw}\right)^{-1,8} \\ &= 135 \times 22,5^{1,3} \times \left(1 + 13,25/22,25\right)^{1,5} \times \left(1 - 0,56/3\right)^{0,5} \times \left(1 + 22,5/20,65\right)^{-1,8} \\ &= 3717 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

b) Jalinan BD

$$\begin{aligned} C &= 135xWw^{1,3}x\left(1 + \frac{We}{Ww}\right)^{1,5}x\left(1 - \frac{Pw}{3}\right)^{0,5}x\left(1 + \frac{Ww}{Lw}\right)^{-1,8} \\ &= 135 \times 19,5^{1,3} \times \left(1 + 12,25/19,5\right)^{1,5} \times \left(1 - 0,77/3\right)^{0,5} \times \left(1 + 19,5/20,71\right)^{-1,8} \\ &= 3486 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

c) Jalinan DA

$$\begin{aligned} C &= 135xWw^{1,3}x\left(1 + \frac{We}{Ww}\right)^{1,5}x\left(1 - \frac{Pw}{3}\right)^{0,5}x\left(1 + \frac{Ww}{Lw}\right)^{-1,8} \\ &= 135 \times 22^{1,3} \times \left(1 + 14,25/22\right)^{1,5} \times \left(1 - 0,60/3\right)^{0,5} \times \left(1 + 22/19,87\right)^{-1,8} \\ &= 3709 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

5) Penentuan Faktor Kapasitas**a) Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})**

Penduduk Kota Surakarta tahun 2017 berjumlah 515137 jiwa. Berdasarkan tabel 4.14 dibawah, dapat diketahui nilai F_{CS} = 0,94

Tabel 4.14 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

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

- b) Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (P_{UM})

$$P_{UM A} = \frac{8 + 0}{731 + 0 + 326 + 458 + 0 + 976} = 0,0032$$

$$P_{UM B} = \frac{0 + 0}{190 + 0 + 528 + 210 + 3 + 544} = 0$$

$$P_{UM D} = \frac{0 + 0}{288 + 1 + 574 + 197 + 4 + 446} = 0$$

Jenis lingkungan dikategorikan komersial dan hambatan samping dikategorikan sedang. Sehingga dapat diketahui untuk nilai F_{RSU} adalah sebagai berikut:

Tabel 4.15 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Lengan Pendekat	FCS	PUM	FRSU
A (Barat)	0,94	0,0032	0,94
B (Utara)	0,94	0	0,94
D (Selatan)	0,94	0	0,94

6) Kapasitas (C)

Hasil perhitungan pada kapasitas dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut:

Tabel 4.16 Kapasitas Pada Masing-masing Jalinan

Bagian Jalinan	Kapasitas Dasar (Co) (smp/jam)	FCS	FRSU	Kapasitas (C) (smp/jam)
AB	3717	0,94	0,94	3284
BD	3486	0,94	0,94	3080
DA	3709	0,94	0,94	3277

b. Kondisi Rencana

Contoh perhitungan kapasitas jalan pada Titik A.

Co untuk tipe 2/2TT = 2900 smp/jam

$$C = 2900 \times 1,14 \times 1 \times 0,89 \times 0,94$$

$$= 2766 \text{ smp/jam}$$

Hasil perhitungan kapasitas jalan dapat dilihat pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Kondisi Rencana Pada Titik A

Titik A (Jl. Adi Sucipto)		
Tipe Jalan (Co)	2/2T	2900
Lebar efektif (FClj)	8 m	1,14
Pemisah arah (Fcpa)	50%-50%	1
Lebar bahu efektif	<0,5 m	0,89
Kelas Hambatan Samping (FChs)	Sedang	
Ukuran Kota (Fuk)	0,5 - 1 juta jiwa	0,94
Kapasitas Jalan (C)		2766

c. Kondisi Eksisting *With Project*

Contoh perhitungan kapasitas jalan pada Titik A.

Co untuk tipe 2/1 = 1650 smp/jam (per lajur, satu arah)

$$C = (1650 \times 2) \times 0,92 \times 1 \times 0,89 \times 0,94$$

$$= 2540 \text{ smp/jam}$$

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Kondisi Eksisting *With Project* Pada Titik A

Titik A (Jl. Adi Sucipto)		
Tipe Jalan (Co)	2/1	3300
Lebar efektif (FClj)	3	0,92
Pemisah arah (Fcpa)	50%-50%	1
Lebar bahu efektif	<0,5 m	0,89
Kelas Hambatan Samping (FChs)	Sedang	
Ukuran Kota (Fuk)	0,5 - 1 juta jiwa	0,94
Kapasitas Jalan (C)		2540

Hasil perhitungan kapasitas jalan pada kondisi jalan rencana, dan eksisting *with project* di Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.3.2.3 Perhitungan Prosentase Perpindahan Kendaraan

Pada analisis kelayakan pembangun *flyover* Manahan, perlu diketahui persentase perpindahan kendaraan dari jalan eksisting ke *flyover* yang akan dibangun.

Perhitungan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Data awal volume kendaraan:

Titik A:

KR = 1683

KB = 0

SM = 1052

Titik B:

KR = 400

KB = 3

SM = 1072

Titik D:

KR = 798

KB = 5

SM = 2326

a. Titik A

KR

Kendaraan di Titik A yang tetap = 1683 kend/jam

Kendaraan Titik A menuju Titik D = 458 kend/jam

Kendaraan di Titik A yang hilang menuju ke Titik D =
1683 – 458 = 1225 kend/jam

KB

Kendaraan di Titik A yang tetap = 0 kend/jam

Kendaraan Titik A menuju Titik D = 0 kend/jam

Kendaraan di Titik A yang hilang menuju ke Titik D = 0 –
0 = 0 kend/jam

SM

Kendaraan di Titik A yang tetap = 1052 kend/jam

Kendaraan Titik A menuju Titik D = 976 kend/jam

Kendaraan di Titik A yang hilang menuju ke Titik D =
1052 – 976 = 76 kend/jamProporsi kendaraan yang turun ke bawah (*with project*): $(1225+0+76)/(1225+0+76+1683+0+1052) = 32\%$ Proporsi kendaraan yang naik ke atas (*flyover*): $(1683+0+1052)/(1225+0+76+1683+0+1052) = 68\%$

Untuk perhitungan pada Titik B dan Titik D dilakukan dengan cara yang sama dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

b. Titik B

Kendaraan naik ke atas (*flyover*) = 66%Kendaraan turun ke bawah (*with project*) = 34%

c. Titik D

Kendaraan naik ke atas (*flyover*) = 58%Kendaraan turun ke bawah (*with project*) = 42%**4.3.2.4 Kondisi Rencana (Flyover)**

Analisis volume kendaraan pada kondisi rencana dapat dihitung setelah mendapatkan proporsi perpindahan kendaraan pada perhitungan sebelumnya. Banyaknya kendaraan yang

berpindah dapat dilihat dari contoh perhitungan *flyover* pada Titik A tahun 2017 berikut:

Contoh perhitungan volume kendaraan pada Flyover dari arah Titik A – Titik D

Perpindahan kendaraan = 68%

KR : 1189 smp/jam

$$1189 \times 68\%$$

$$= 806 \text{ smp/jam}$$

$$806 / 0,11 \times 365$$

$$= 2674455 \text{ smp/tahun}$$

KB : 0 smp / jam

$$0 \times 68 \%$$

$$= 0 \text{ smp/ jam}$$

$$0 / 0,11 \times 365$$

$$= 0 \text{ smp/ tahun}$$

SM : 196 smp / jam

$$196 \times 68\%$$

$$= 133 \text{ smp/ jam}$$

$$133 / 0,11 \times 365$$

$$= 441319 \text{ smp/ tahun}$$

Total smp/tahun: $2674455 + 0 + 441319 = 3115774$
smp/tahun

Hasil perhitungan volume kendaraan pada jalan rencana (*flyover*) dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 Volume Kendaraan Pada Jalan Rencana (*Flyover*) dari Titik A (Barat)

VOLUME KENDARAAN PADA FLYOVER DARI TITIK A (Barat)								
Tahun	smp/jam				smp/ tahun			
	KR	KB	SM	Q TOTAL	KR	KB	SM	Q TOTAL
2017	806	0	133	939	2674455	0	441319	3115774
2018	860	0	142	1002	2853637	0	471182	3324819
2019	916	0	151	1067	3039455	0	501046	3540501
2020	972	0	160	1132	3225273	0	530910	3756183
2021	1028	0	170	1198	3411091	0	564091	3975182
2022	1085	0	179	1264	3600228	0	593955	4194183
2023	1141	0	188	1329	3786046	0	623819	4409865
2024	1197	0	198	1395	3971864	0	657000	4628864
2025	1253	0	207	1460	4157682	0	686864	4844546
2026	1310	0	216	1526	4346819	0	716728	5063547
2027	1366	0	225	1591	4532637	0	746591	5279228
2028	1422	0	234	1656	4718455	0	776455	5494910
2029	1478	0	244	1722	4904273	0	809637	5713910
2030	1535	0	253	1788	5093410	0	839500	5932910
2031	1591	0	262	1853	5279228	0	869364	6148592
2032	1647	0	272	1919	5465046	0	902546	6367592
2033	1703	0	281	1984	5650864	0	932410	6583274
2034	1760	0	290	2050	5840000	0	962273	6802273
2035	1816	0	299	2115	6025819	0	992137	7017956
2036	1872	0	309	2181	6211637	0	1025319	7236956
2037	1928	0	318	2246	6397455	0	1055182	7452637
2038	1985	0	327	2312	6586591	0	1085046	7671637
2039	2041	0	336	2377	6772410	0	1114910	7887320

Hasil volume kendaraan pada jalan rencana (*flyover*) di Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.3.2.5 Kondisi Eksisting *With Project*

Analisis kondisi lalu lintas *with project* adalah hasil perhitungan *forecasting* untuk menentukan kinerja jalan selama umur rencana 20 tahun setelah beroperasinya *flyover* pada Simpang Manahan.

Perhitungan *forecast* volume lalu lintas *with project* hampir sama dengan perhitungan volume kendaraan *without project*, namun volume kendaraan pada tahun pertama pada jalan eksisting harus dikalikan dengan proporsi perpindahan kendaraan ke *flyover*. Perhitungan juga berlaku pada perhitungan volume

kendaraan yang akan memilih melewati *flyover* dibandingkan jalan eksisting.

Untuk volume jalan eksisting *with project* didapatkan dari selisih jumlah kendaraan yang melewati jalan eksisting *without project* dan *flyover* rencana.

Berikut merupakan contoh perhitungan jalan eksisting *with project* dari arah Titik A

$$\text{KR} : 1189 - 806 = 383 \text{ smp/jam}$$

$$\text{KB} : 0 - 0 = 0 \text{ smp / jam}$$

$$\text{SM} : 196 - 142 = 63 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Total smp/tahun} : (446/11\%) \times 365 = 1964365 \text{ smp/tahun.}$$

Tabel 4.20 Volume Kendaraan Kondisi Jalan Eksisting With Project pada Titik A

Tahun	Titik A (Barat)							
	smp/jam				smp/ tahun			
	KR	KB	SM	Q TOTAL	KR	KB	SM	Q TOTAL
2017	383	0	63	446	1270864	0	209046	1479910
2018	408	0	67	475	1353819	0	222319	1576138
2019	435	0	71	506	1443410	0	235591	1679001
2020	462	0	76	538	1533000	0	252182	1785182
2021	489	0	80	569	1622591	0	265455	1888046
2022	515	0	84	599	1708864	0	278728	1987592
2023	542	0	89	631	1798455	0	295319	2093774
2024	569	0	93	662	1888046	0	308591	2196637
2025	596	0	97	693	1977637	0	321864	2299501
2026	622	0	102	724	2063910	0	338455	2402365
2027	649	0	107	756	2153500	0	355046	2508546
2028	676	0	111	787	2243091	0	368319	2611410
2029	703	0	115	818	2332682	0	381591	2714273
2030	729	0	120	849	2418955	0	398182	2817137
2031	756	0	124	880	2508546	0	411455	2920001
2032	783	0	128	911	2598137	0	424728	3022865
2033	810	0	133	943	2687728	0	441319	3129047
2034	836	0	137	973	2774000	0	454591	3228591
2035	863	0	142	1005	2863591	0	471182	3334773
2036	890	0	146	1036	2953182	0	484455	3437637
2037	917	0	150	1067	3042773	0	497728	3540501
2038	943	0	155	1098	3129046	0	514319	3643365
2039	970	0	159	1129	3218637	0	527591	3746228

Hasil volume kendaraan pada jalan eksisting (*with project*) di Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran 7.

4.3.2.6 Perhitungan Derajat Kejenuhan (Dj)

Perhitungan derajat kejenuhan dipergunakan untuk mengetahui perilaku lalu lintas di suatu simpang maupun ruas jalan. Derajat kejenuhan akan mempengaruhi faktor koreksi lalu lintas (kl) untuk perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) yaitu pada perhitungan bahan bakar. Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan rumus :

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

Dimana :

Dj = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

- a. Derajat Kejenuhan pada Bundaran Kondisi Eksisting *Without Project*

Derajat kejenuhan masing-masing bagian jalinan dapat dilihat pada tabel 4.21

Tabel 4.21 Derajat Kejenuhan Masing-masing Bagian Jalinan

Bagian Jalinan	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
AB	1829	3284,23	0,56
BD	1374	3079,90	0,45
DA	1098	3277,28	0,34
DS maks =			0,56

Derajat kejenuhan pada bundaran didefinisikan sebagai derajat kejenuhan bagian jalinan yang tertinggi yaitu 0,56

- b. Derajat Kejenuhan Kondisi Rencana
Sebagai contoh perhitungan Dj di Titik A pada Kondisi Rencana.

$$\begin{aligned} Dj &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{939}{2766} \\ &= 0,37 \end{aligned}$$

- c. Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting *With Project*
Sebagai contoh perhitungan Dj di Titik A pada Kondisi Eksisting *With Project*.

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

$$= \frac{446}{2540}$$

$$= 0,19$$

Berikut hasil analisis derajat kejenuhan jalan eksisting *without project*, eksisting *with project* dan rencana (*flyover*).

Tabel 4.22 Derajat Kejenuhan pada Bundaran Kondisi Without Project

Simpang Bundaran Manahan (Kondisi Without Project)			
Tahun	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (Dj)
2017	1829	3284	0,56
2018	1955	3284	0,60
2019	2084	3284	0,63
2020	2213	3284	0,67
2021	2342	3284	0,71
2022	2471	3284	0,75
2023	2600	3284	0,79
2024	2729	3284	0,83
2025	2858	3284	0,87
2026	2987	3284	0,91
2027	3116	3284	0,95
2028	3245	3284	0,99
2029	3374	3284	1,03
2030	3503	3284	1,07
2031	3632	3284	1,11
2032	3761	3284	1,15
2033	3890	3284	1,18
2034	4019	3284	1,22
2035	4148	3284	1,26
2036	4277	3284	1,30
2037	4406	3284	1,34
2038	4535	3284	1,38
2039	4664	3284	1,42

Tabel 4.23 Derajat Kejenuhan Kondisi Rencana (Flyover)

Kondisi Rencana (Flyover)											
Titik A (Barat)				Titik B (Utara)				Titik D (Selatan)			
Tahun	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (Dj)	Tahun	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (Dj)	Tahun	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (Dj)
2017	1027	2766	0,37	2017	446	1491	0,30	2017	432	2766	0,16
2018	1096	2766	0,40	2018	477	1491	0,32	2018	461	2859	0,16
2019	1167	2766	0,42	2019	508	1491	0,34	2019	492	2859	0,17
2020	1239	2766	0,45	2020	541	1491	0,36	2020	521	2859	0,18
2021	1310	2766	0,47	2021	572	1491	0,38	2021	553	2859	0,19
2022	1383	2766	0,50	2022	603	1491	0,40	2022	582	2859	0,20
2023	1454	2766	0,53	2023	636	1491	0,43	2023	613	2859	0,21
2024	1525	2766	0,55	2024	667	1491	0,45	2024	642	2859	0,22
2025	1597	2766	0,58	2025	700	1491	0,47	2025	673	2859	0,24
2026	1670	2766	0,60	2026	730	1491	0,49	2026	703	2859	0,25
2027	1741	2766	0,63	2027	763	1491	0,51	2027	733	2859	0,26
2028	1812	2766	0,66	2028	794	1491	0,53	2028	763	2859	0,27
2029	1884	2766	0,68	2029	826	1491	0,55	2029	794	2859	0,28
2030	1956	2766	0,71	2030	858	1491	0,58	2030	825	2859	0,29
2031	2027	2766	0,73	2031	889	1491	0,60	2031	854	2859	0,30
2032	2099	2766	0,76	2032	921	1491	0,62	2032	885	2859	0,31
2033	2170	2766	0,78	2033	953	1491	0,64	2033	915	2859	0,32
2034	2243	2766	0,81	2034	984	1491	0,66	2034	944	2859	0,33
2035	2314	2766	0,84	2035	1017	1491	0,68	2035	975	2859	0,34
2036	2385	2766	0,86	2036	1048	1491	0,70	2036	1006	2859	0,35
2037	2457	2766	0,89	2037	1080	1491	0,72	2037	1036	2859	0,36
2038	2530	2766	0,91	2038	1112	1491	0,75	2038	1065	2859	0,37
2039	2601	2766	0,94	2039	1142	1491	0,77	2039	1096	2859	0,38

Tabel 4.24 Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting *With Project*

Kondisi Eksisting With Project											
Titik A (Barat)				Titik B (Utara)				Titik D (Selatan)			
Tahun	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (Dj)	Tahun	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (Dj)	Tahun	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (Dj)
2017	488	2540	0,19	2017	226	1270	0,18	2017	310	1270	0,24
2018	520	2540	0,20	2018	241	1270	0,19	2018	332	1270	0,26
2019	554	2540	0,22	2019	258	1270	0,20	2019	353	1270	0,28
2020	588	2540	0,23	2020	274	1270	0,22	2020	376	1270	0,30
2021	623	2540	0,25	2021	291	1270	0,23	2021	397	1270	0,31
2022	656	2540	0,26	2022	307	1270	0,24	2022	419	1270	0,33
2023	690	2540	0,27	2023	322	1270	0,25	2023	440	1270	0,35
2024	725	2540	0,29	2024	339	1270	0,27	2024	464	1270	0,37
2025	759	2540	0,30	2025	355	1270	0,28	2025	485	1270	0,38
2026	792	2540	0,31	2026	372	1270	0,29	2026	506	1270	0,40
2027	826	2540	0,33	2027	387	1270	0,30	2027	529	1270	0,42
2028	861	2540	0,34	2028	404	1270	0,32	2028	551	1270	0,43
2029	895	2540	0,35	2029	420	1270	0,33	2029	572	1270	0,45
2030	929	2540	0,37	2030	436	1270	0,34	2030	593	1270	0,47
2031	963	2540	0,38	2031	453	1270	0,36	2031	616	1270	0,49
2032	997	2540	0,39	2032	469	1270	0,37	2032	637	1270	0,50
2033	1032	2540	0,41	2033	485	1270	0,38	2033	660	1270	0,52
2034	1065	2540	0,42	2034	501	1270	0,39	2034	682	1270	0,54
2035	1099	2540	0,43	2035	517	1270	0,41	2035	704	1270	0,55
2036	1134	2540	0,45	2036	534	1270	0,42	2036	725	1270	0,57
2037	1168	2540	0,46	2037	550	1270	0,43	2037	747	1270	0,59
2038	1201	2540	0,47	2038	565	1270	0,44	2038	770	1270	0,61
2039	1235	2540	0,49	2039	583	1270	0,46	2039	791	1270	0,62

4.3.2.7 Lama Waktu Penutupan Pintu Kereta

Untuk data lama waktu penutupan pintu kereta diperoleh dengan mencatat waktu pada saat perlintasan sebidang tertutup sempurna hingga palang pintu terbuka dengan satuan detik. Sedangkan untuk jadwal kereta api yang melintas didapatkan dari DIPO Stasiun Solo Balapan berupa jadwal keberangkatan dan kedatangan kereta api

Tabel 4.25 Data Jadwal Kereta Api Melintas dan Lama Waktu Penutupan Pintu Kereta Pada Jl. Adi Sucipto – Utara

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	Lama Tutup (menit)	Lama Tutup (detik)
Sri Tanjung	07.49	07.52	3,0	180
Argo Lawu	08.02	08.02	1,2	70,2
Prameks	08.25	08.27	3,0	180
Malioboro Express	08.39	08.40	1,3	78,6
Solo Expres	08.47	08.49	2,0	120
Kereta Barang	09.03	09.05	2,5	151,2
Prameks	09.13	09.15	2,1	126
Prameks	09.17	09.20	3,0	180
Bathara Kresna	09.25	09.29	4,0	240
Logawa	09.51	09.54	3,0	180
Bathara Kresna	10.00	10,02	2,0	120
Sidomukti	10,08	10,11	3,0	180
Prameks	10,15	10,18	3,0	180
Logawa	10.21	10.22	1,2	70,2
Argo Wilis	10.32	10.33	1,3	77,4
Prameks	10,47	10.50	3,0	180
Prameks	10.53	10.54	1,4	85,8
Prameks	10,08	10,11	3,0	180
Singasari	11.40	11,43	2,0	120
Prameks	11,53	11,56	3,0	180
Prameks	11.57	11.58	1,2	69,6

Tabel 4.26 Data Jadwal Kereta Api Melintas dan Lama Waktu Penutupan Pintu Kereta Pada Jl. Adi Sucipto – Utara (Lanjutan)

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	Lama Tutup (menit)	Lama Tutup (detik)
Bathara Kresna	11.59	12.00	1,4	82,2
Bathara Kresna	12.18	12.19	1,3	77,4
Prameks	12,22	12,24	2,0	120
Sidomukti	12.42	12.43	1,3	78
Sidomukti	12,43	12,45	2,0	120
Prambanan Expres	12.54	12.56	2,1	125,4
Prameks	13.12	13.15	1,4	83,4
Prameks	13,14	13,19	5,0	300
Prambanan Expres	13.17	13.18	2,5	148,2
Solo Expres	13,23	13,26	3,0	180
Prameks	13.28	13.30	4,5	271,8
Prameks	13,41	13,44	3,0	180
Singasari	13.54	13.55	4,3	256,8
Bathara Kresna	13,58	14,02	4,0	240
Prambanan Expres	14.00	14.03	2,2	129
Prameks	14,07	14,09	2,0	120
Prameks	14.10	14.12	1,5	87,6
Bengawan	14.30	14.32	2,0	120
Sancaka	14.36	14.38	1,3	79,8
Prameks	14.44	14.45	1,2	69,6
Logawa	15,28	15,32	4,0	240
Pasundan	15,39	15,42	3,0	180
Solo Expres	15,48	15,52	4,0	240
Pasundan	15.51	15.53	1,3	77,4
Prameks	15,57	15,59	2,0	120
Gaya Baru Malam Selatan	16,08	16,12	4,0	240
Prambanan Expres	16.12	16.13	1,1	67,2
Prameks	16,18	16,22	4,0	240
Solo Expres	18.00	18.01	1,3	77,4
Prameks	18.10	18.12	2,0	120
Prambanan Expres	18.26	18.28	2,0	121,2
Prameks	18,47	18,50	3,0	180

Sumber: DIPO Stasiun Solo Balapan

4.3.2.8 Konversi Satuan Kendaraan Ringan (SKR) Saat Kereta Melewati Perlintasan Sebidang

Pada perhitungan analisa lalu lintas dibutuhkan data volume kendaraan pada jam puncak per 15 menit. Karena data yang didapatkan sangatlah minim yaitu hanya volume jam puncak, maka dari itu dibutuhkan volume kendaraan sebelum Jl. Dr. Moewardi yang mempunyai jalan rel yang saling terhubung yaitu Jl. Slamet Riyadi. Selanjutnya, diperlukan konversi data volume kendaraan ringan dari satu siklus menjadi satuan kendaraan ringan per jam.

Konversi waktu dihitung dari jam yang diubah dalam detik yaitu 3600 detik kemudian dibagi dengan siklus waktu dari lama waktu penutupan palang perlintasan menjadi faktor kali konversi data skr dari skr per siklus menjadi skr per jam.

Contoh Perhitungan:

Pada Jl. Dr. Moewardi arah Utara (Eksisting *Without Project*), pukul 07.49 – 07.52 yaitu :

Volume jam puncak = 1024 skr/jam (Jl. Dr. Moewardi)

Berdasarkan volume kendaraan jam puncak per 15 menit pada Jl. Slamet Riyadi pukul 07.49 didapatkan nilai 252 skr/15 menit.

Volume jam puncak tertinggi pada Jl. Slamet riyadi pukul 07.49 – 18.47 adalah 619 skr/15 menit.

Hasil Kalibrasi untuk Jl. Dr. Moewardi pukul 07.49-07.52 (arah Utara):

$$\begin{aligned} \text{Volume jam puncak} &= \frac{252}{619} \times 1024 \\ &= 374 \text{ skr/15 menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu penutupan (r)} &= 3 \text{ menit} \\ &= 180 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor kali konversi} &= 3600 \text{ detik/siklus waktu} \\ &\text{penutupan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 3600/180 \\
 &= 20 \\
 \text{Volume per siklus} &= \frac{374}{15 \text{ menit}} = \frac{x}{3 \text{ menit}} \\
 &= 74,8 \sim 75 \text{ skr/siklus}
 \end{aligned}$$

Adapun data kalibrasi pada Jl. Slamet Riyadi kondisi eksisting *without project* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.27 Data Volume Jl. Slamet Riyadi Kondisi Eksisting Without Project (Utara)

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	skr/jam
Sri Tanjung	7,49	7,52	252
Prambanan Expres	8,25	8,27	337
Solo Expres	8,47	8,49	403
Prambanan Expres	9,17	9,2	403
Bathara Kresna	9,25	9,29	437
Hogawa	9,51	9,54	581
Bathara Kresna	10	10,02	611
Sidomukti	10,08	10,11	611
Prambanan Expres	10,15	10,18	691
Prambanan Expres	10,47	10,5	583
Prambanan Expres	11,07	11,12	617
Singa Sari	11,4	11,43	466
Prambanan Expres	11,53	11,56	421
Prambanan Expres	12,22	12,24	266
Sidomukti	12,43	12,45	284
Pasundan	13,05	13,1	214
Prambanan Expres	13,14	13,19	214
Solo Expres	13,23	13,26	235
Prambanan Expres	13,41	13,44	271
Bathara Kresna	13,58	14,02	257
Prambanan Expres	14,07	14,09	256
Bengawan	14,3	14,32	243
Logawa	15,28	15,32	297
Pasundan	15,39	15,42	281
Solo Expres	15,48	15,52	251
Prambanan Expres	15,57	15,59	251
Gaya Baru Malam Selatan	16,08	16,12	278
Prambanan Expres	16,18	16,22	296
Kahuripan	17,15	17,18	287
Prambanan Expres	17,23	17,26	287
Joglo Semar Kerto	17,46	17,49	282
Prambanan Expres	18,1	18,12	243
Prambanan Expres	18,2	18,22	184
Sri Tanjung	18,35	18,4	188
Prambanan Expres	18,47	18,5	203
MAX			691

Sumber: Perencanaan Pembangunan Flyover Purwosari, Solo Ditinjau Dari Segi Ekonomi Jalan Raya, 2019

Data kalibrasi pada Jl. Slamet Riyadi kondisi eksisting *without project* arah Selatan dapat dilihat pada Lampiran 8

Adapun hasil perhitungan volume per siklus dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.28 Hasil Perhitungan Volume per Siklus Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting Without Project (Utara)

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	Lama Tutup (menit)	Lama Tutup (detik)	Faktor kali konversi	skr/jam	skr/siklus
Sri Tanjung	07.49	07.52	3.0	180	20.0	374	75
Argo Lawu	08.02	08.02	1.2	70.2	51.3	873	69
Prameks	08.25	08.27	3.0	180	20.0	500	100
Malioboro Express	08.39	08.40	1.3	78.6	45.8	1097	96
Solo Expres	08.47	08.49	2.0	120	30.0	598	80
Kereta Barang	09.03	09.05	2.5	151.2	23.8	1195	201
Prameks	09.13	09.15	2.1	126	28.6	1195	168
Prameks	09.17	09.20	3.0	180	20.0	598	120
Bathara Kresna	09.25	09.29	4.0	240	15.0	648	173
Logawa	09.51	09.54	3.0	180	20.0	861	173
Bathara Kresna	10.00	10.02	2.0	120	30.0	906	121
Sidomukti	10.08	10.11	3.0	180	20.0	906	182
Prameks	10.15	10.18	3.0	180	20.0	1024	205
Logawa	10.21	10.22	1.2	70.2	51.3	1888	148
Argo Wilis	10.32	10.33	1.3	77.4	46.5	1888	163
Prameks	10.53	10.54	1.4	85.8	42.0	1779	170
Prameks	10.08	10.11	3.0	180	20.0	915	183
Singasari	11.40	11.43	2.0	120	30.0	691	93
Prameks	11.53	11.56	3.0	180	20.0	624	125
Prameks	11.57	11.58	1.2	69.6	51.7	1019	79
Sancaka	11.59	12.00	1.4	82.2	43.8	1019	94
Prameks	12.18	12.19	1.3	77.4	46.5	1019	88
Prameks	12.22	12.24	2.0	120	30.0	395	53
Ranggajati	12.42	12.43	1.3	78	46.2	816	71
Sidomukti	12.43	12.45	2.0	120	30.0	421	57
Pasundan	12.54	12.56	2.1	125.4	28.7	738	103
Kepala KA (Track & Brige)	13.12	13.15	1.4	83.4	43.2	635	59
Prameks - Sancaka	13.14	13.19	5.0	300	12.0	318	106
Solo Expres	13.17	13.18	2.5	148.2	24.3	666	110
Solo Expres	13.23	13.26	3.0	180	20.0	349	70
Kereta Barang	13.28	13.30	4.5	271.8	13.2	750	227
Prameks	13.41	13.44	3.0	180	20.0	402	81
Sancaka Tambahan	13.54	13.55	4.3	256.8	14.0	783	224
Bathara Kresna	13.58	14.02	4.0	240	15.0	381	102
Prameks & Bathara Kresna	14.00	14.03	2.2	129	27.9	761	110
Prameks	14.07	14.09	2.0	120	30.0	380	51
Bengawan	14.10	14.12	1.5	87.6	41.1	740	73
Bengawan	14.30	14.32	2.0	120	30.0	361	49
Kepala KA	14.36	14.38	1.3	79.8	45.1	801	72
Malioboro Express	14.44	14.45	1.2	69.6	51.7	801	62
Logawa	15.28	15.32	4.0	240	15.0	441	118
Pasundan	15.39	15.42	3.0	180	20.0	417	84
Solo Expres	15.48	15.52	4.0	240	15.0	372	100
Prameks	15.51	15.53	1.3	77.4	46.5	744	64
Prameks	15.57	15.59	2.0	120	30.0	372	50
Gaya Baru Malam Selatan	16.08	16.12	4.0	240	15.0	412	110
Prameks	16.12	16.13	1.1	67.2	53.6	851	64
Prameks	16.18	16.22	4.0	240	15.0	439	118
Prameks	18.00	18.01	1.3	77.4	46.5	779	67
Prameks	18.10	18.12	2.0	120	30.0	361	49
Sri Tanjung	18.26	18.28	2.0	121.2	29.7	552	75
Prameks	18.47	18.50	3.0	180	20.0	301	61

Hasil perhitungan volume per siklus pada Jl. Dr. Moewardi arah Selatan dapat dilihat pada Lampiran.

4.3.2.9 Analisa Antrian Kondisi Eksisting *Without Project*

Pada sub bab ini akan menghitung panjang antrian menggunakan *queueing analysis*. Pada perhitungan antrian menggunakan *queueing analysis* akan didapatkan TQ (durasi waktu antrian) dan QM (panjang antrian). Adapun rumus yang akan digunakan yaitu:

$$\text{TQ (durasi antrian)} = \frac{\mu \times r}{\mu - \lambda}$$

$$\text{QM (panjang antrian)} = \frac{\lambda \times r}{3600}$$

Keterangan:

μ = Tingkat pelayanan (Kapasitas jalan)

r = Waktu siklus

λ = Tingkat kedatangan (volume jam puncak)

Contoh perhitungan:

Pada Jl. Dr. Moewardi arah Utara, pukul 07.49 – 07.52
yaitu:

μ = 3080 skr/jam (kapasitas Jl. Dr. Moewardi, Tabel 4.16)

r = 180 detik

λ = 75 skr/jam

$$\begin{aligned} \text{TQ (durasi antrian)} &= \frac{3277,3 \times 180}{3277,3 - 75} \\ &= 184,22 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{QM (panjang antrian)} &= \frac{75 \times 180}{3600} \\ &= 15 \text{ skr} \end{aligned}$$

Dimana satuan kendaraan ringan diasumsikan sebagai kendaraan pribadi dengan panjang kendaraan yaitu 3 meter, sehingga panjang antrian:

$$\begin{aligned} QM &= 15 \text{ skr} \times 3 \\ &= 45 \text{ meter} \end{aligned}$$

Berikut hasil perhitungan panjang antrian dengan *Queueing analysis* tiap arah pada saat kereta api melewati perlintasan sebidang.

Tabel 4.29 Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting Without Project (Utara)

Pukul	r	μ	λ	Tq	Qm	Panjang Antrian
	(s)	(skr/jam)	(skr/jam)	detik	(kend)	(meter)
07.49	180	3080	75	184,5	15	45
08.02	70	3080	69	71,8	6	18
08.25	180	3080	100	186,0	20	60
08.39	79	3080	96	81,1	9	27
08.47	120	3080	80	123,2	11	33
09.03	151	3080	201	161,8	34	102
09.13	126	3080	168	133,3	24	72
09.17	180	3080	120	187,3	24	72
09.25	240	3080	173	254,3	47	141
09.51	180	3080	173	190,7	35	105
10.00	120	3080	121	124,9	17	51
10.08	180	3080	182	191,3	37	111
10.15	180	3080	205	192,8	41	123
10.21	70	3080	148	73,7	12	36
10.32	77	3080	163	81,7	15	45
10.53	86	3080	170	90,8	17	51
10.08	180	3080	183	191,4	37	111
11.40	120	3080	93	123,7	13	39
11.53	180	3080	125	187,6	25	75
11.57	70	3080	79	71,4	7	21
11.59	82	3080	94	84,8	9	27
12.18	77	3080	88	79,7	8	24
12.22	120	3080	53	122,1	8	24
12.42	78	3080	71	79,8	7	21
12.43	120	3080	57	122,3	8	24

Tabel 4.30 Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting Without Project (Utara) (Lanjutan)

Pukul	r	μ	λ	Tq	Qm	Panjang Antrian
	(s)	(skr/jam)	(skr/jam)	detik	(kend)	(meter)
12.54	125,4	3080	103	129,7	15	45
13.12	83,4	3080	59	85,0	6	18
13.14	300,0	3080	106	310,7	36	108
13.17	148,2	3080	110	153,7	19	57
13.23	180,0	3080	70	184,2	14	42
13.28	271,8	3080	227	293,4	69	207
13.41	180,0	3080	81	184,9	17	51
13.54	256,8	3080	224	276,9	64	192
13.58	240,0	3080	102	248,2	28	84
14.00	129,0	3080	110	133,8	16	48
14.07	120,0	3080	51	122,0	7	21
14.10	87,6	3080	73	89,7	8	24
14.30	120,0	3080	49	121,9	7	21
14.36	79,8	3080	72	81,7	7	21
14.44	69,6	3080	62	71,0	5	15
15.28	240,0	3080	118	249,6	32	96
15.39	180,0	3080	84	185,0	17	51
15.48	240,0	3080	100	248,1	27	81
15.51	77,4	3080	64	79,0	6	18
15.57	120,0	3080	50	122,0	7	21
16.08	240,0	3080	110	248,9	30	90
16.12	67,2	3080	64	68,6	5	15
16.18	240,0	3080	118	249,6	32	96
18.00	77,4	3080	67	79,1	6	18
18.10	120,0	3080	49	121,9	7	21
18.26	121,2	3080	75	124,2	11	33
18.47	180,0	3080	61	183,6	13	39

Hasil perhitungan panjang antrian kendaraan saat kereta melintas pada Jl. Dr. Moewardi arah Selatan kondisi eksisting *without project* dapat dilihat pada Lampiran.

4.3.2.10 Analisa Antrian Kondisi Eksisting *With Project*

Perhitungan panjang antrian pada kondisi eksisting *with project* sama dengan pada saat kondisi eksisting *without project* yang menggunakan metode *queueing analysis*.

Contoh Perhitungan:

Pada Jl. Dr. Moewardi arah Utara, pukul 07.49 – 07.52 yaitu:

Volume jam puncak = 226 skr/jam (Jl. Dr. Moewardi)

Berdasarkan volume kendaraan jam puncak per 15 menit pada Jl. Slamet Riyadi pukul 07.49 didapatkan nilai 17 skr/15 menit.

Volume jam puncak tertinggi pada Jl. Slamet riyadi pukul 07.49 – 18.47 adalah 46 skr/15 menit.

Hasil Kalibrasi untuk Jl. Dr. Moewardi pukul 07.49-07.52 (arah Utara):

$$\begin{aligned} \text{Volume jam puncak} &= \frac{17}{46} \times 226 \\ &= 84 \text{ skr/15 menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu penutupan (r)} &= 3 \text{ menit} \\ &= 180 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor kali konversi} &= 3600 \text{ detik/siklus waktu} \\ &\text{penutupan} \\ &= 3600/180 \\ &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume per siklus} &= \frac{84}{15 \text{ menit}} = \frac{x}{3 \text{ menit}} \\ &= 17 \text{ skr/siklus} \end{aligned}$$

Adapun data kalibrasi pada Jl. Slamet Riyadi kondisi eksisting *with project* dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.31 Data Volume Jl. Slamet Riyadi Kondisi Eksisting
Eksisting *With Project* (Utara)**

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	skr/jam
Sri Tanjung	7,49	7,52	17
Prambanan Ekspres	8,25	8,27	23
Solo Ekspres	8,47	8,49	28
Prambanan Ekspres	9,17	9,2	30
Bathara Kresna	9,25	9,29	30
Logawa	9,51	9,54	40
Bathara Kresna	10	10,02	41
Sidomukti	10,08	10,11	41
Prambanan Ekspres	10,15	10,18	46
Prambanan Ekspres	10,47	10,5	39
Prambanan Ekspres	11,07	11,12	41
Singa Sari	11,4	11,43	32
Prambanan Ekspres	11,53	11,56	29
Prambanan Ekspres	12,22	12,24	19
Sidomukti	12,43	12,45	20
Pasundan	13,05	13,1	16
Prambanan Ekspres	13,14	13,19	16
Solo Ekspres	13,23	13,26	17
Prambanan Ekspres	13,41	13,44	19
Bathara Kresna	13,58	14,02	19
Prambanan Ekspres	14,07	14,09	18
Bengawan	14,3	14,32	17
Logawa	15,28	15,32	21
Pasundan	15,39	15,42	20
Solo Ekspres	15,48	15,52	17
Prambanan Ekspres	15,57	15,59	17
Gaya Baru Malam Selatan	16,08	16,12	20
Prambanan Ekspres	16,18	16,22	20
Kahuripan	17,15	17,18	20
Prambanan Ekspres	17,23	17,26	20
Joglo Semar Kerto	17,46	17,49	20
Prambanan Ekspres	18,1	18,12	17
Prambanan Ekspres	18,2	18,22	14
Sri Tanjung	18,35	18,4	14
Prambanan Ekspres	18,47	18,5	15
MAX			46

*Sumber: Perencanaan Pembangunan Flyover Purwosari, Solo
Ditinjau Dari Segi Ekonomi Jalan Raya, 2019*

Adapun hasil perhitungan volume per siklus dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Volume per Siklus Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting *With Project* (Utara)

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	Lama Tutup (menit)	Lama Tutup (detik)	Faktor kali konversi	skr/jam	skr/siklus
Sri Tanjung	07.49	07.52	3,0	180	20,0	84	17
Argo Lawu	08.02	08.02	1,2	70	51,3	197	16
Prameks	08.25	08.27	3,0	180	20,0	113	23
Malioboro Express	08.39	08.40	1,3	79	45,8	251	22
Solo Expres	08.47	08.49	2,0	120	30,0	138	19
Kereta Barang	09.03	09.05	2,5	151	23,8	285	48
Prameks	09.13	09.15	2,1	126	28,6	285	40
Prameks	09.17	09.20	3,0	180	20,0	148	30
Bathara Kresna	09.25	09.29	4,0	240	15,0	148	40
Logawa	09.51	09.54	3,0	180	20,0	197	40
Bathara Kresna	10.00	10.02	2,0	120	30,0	202	27
Sidomukti	10.08	10.11	3,0	180	20,0	202	41
Prameks	10.15	10.18	3,0	180	20,0	226	46
Logawa	10.21	10.22	1,2	70	51,3	418	33
Argo Wilis	10.32	10.33	1,3	77	46,5	418	36
Prameks	10.53	10.54	1,4	86	42,0	192	19
Prameks	10.08	10.11	3,0	180	20,0	394	79
Singasari	11.40	11.43	2,0	120	30,0	202	27
Prameks	11.53	11.56	3,0	180	20,0	158	32
Prameks	11.57	11.58	1,2	70	51,7	143	12
Sancaka	11.59	12.00	1,4	82	43,8	236	22
Prameks	12.18	12.19	1,3	77	46,5	236	21
Prameks	12.22	12.24	2,0	120	30,0	236	32
Ranggajati	12.42	12.43	1,3	78	46,2	94	9
Sidomukti	12.43	12.45	2,0	120	30,0	192	26
Pasundan	12.54	12.56	2,1	125	28,7	99	14
Kepala KA (Track & Brige)	13.12	13.15	1,4	83	43,2	177	17
Prameks - Sancaka	13.14	13.19	5,0	300	12,0	158	53
Solo Expres	13.17	13.18	2,5	148	24,3	79	14
Solo Expres	13.23	13.26	3,0	180	20,0	163	33
Kereta Barang	13.28	13.30	4,5	272	13,2	84	26
Prameks	13.41	13.44	3,0	180	20,0	177	36
Sancaka Tambahan	13.54	13.55	4,3	257	14,0	94	27
Bathara Kresna	13.58	14.02	4,0	240	15,0	187	50
Prameks & Bathara Kresna	14.00	14.03	2,2	129	27,9	94	14
Prameks	14.07	14.09	2,0	120	30,0	182	25
Bengawan	14.10	14.12	1,5	88	41,1	89	9
Bengawan	14.30	14.32	2,0	120	30,0	15	2
Kepala KA	14.36	14.38	1,3	80	45,1	84	8
Malioboro Express	14.44	14.45	1,2	70	51,7	187	15
Logawa	15.28	15.32	4,0	240	15,0	187	50
Pasundan	15.39	15.42	3,0	180	20,0	104	21
Solo Expres	15.48	15.52	4,0	240	15,0	99	27
Prameks	15.51	15.53	1,3	77	46,5	84	8

**Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Volume per Siklus Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting *With Project* (Utara)
(Lanjutan)**

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	Lama Tutup (menit)	Lama Tutup (detik)	Faktor kali konversi	skr/jam	skr/siklus
Prameks	15,57	15,59	2,0	120	30,0	168	23
Gaya Baru Malam Selatan	16,08	16,12	4,0	240	15,0	84	23
Prameks	16,12	16,13	1,1	67,2	53,6	99	8
Prameks	16,18	16,22	4,0	240	15,0	197	53
Prameks	18,00	18,01	1,3	77,4	46,5	99	9
Prameks	18,10	18,12	2,0	120	30,0	182	25
Sri Tanjung	18,26	18,28	2,0	121,2	29,7	84	12
Prameks	18,47	18,50	3,0	180	20,0	138	28

Hasil perhitungan volume per siklus pada Jl. Dr. Moewardi arah Selatan kondisi eksisting *with project* dapat dilihat pada Lampiran 12.

Contoh perhitungan (lanjutan):

Pada Jl. Dr. Moewardi arah Utara, pukul 07.49 – 07.52 yaitu:

$$\mu = 1270 \text{ skr/jam (kapasitas Jl. Dr. Moewardi)}$$

$$r = 180 \text{ detik}$$

$$\lambda = 17 \text{ skr/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{TQ (durasi antrian)} &= \frac{1270 \times 180}{1270 - 17} \\ &= 182,44 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{QM (panjang antrian)} &= \frac{\lambda \times r}{3600} \\ &= \frac{17 \times 180}{3600} \\ &= 4 \text{ skr} \end{aligned}$$

Dimana satuan kendaraan ringan diasumsikan sebagai kendaraan pribadi dengan panjang kendaraan yaitu 3 meter, sehingga panjang antrian:

$$\text{QM} = 4 \text{ skr} \times 3$$

= 12 meter

Berikut hasil perhitungan panjang antrian dengan *Queueing analysis* pada arah Utara saat kereta api melewati perlintasan sebidang.

Tabel 4.34 Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting With Project (Utara)

Pukul	r	μ	λ	Tq	Qm	Panjang Antrian
	(s)	(skr/jam)	(skr/jam)	detik	(kend)	(meter)
07.49	180,0	1270	17	182,4	4	12
08.02	70,2	1270	16	71,1	2	6
08.25	180,0	1270	23	183,3	5	15
08.39	78,6	1270	22	80,0	2	6
08.47	120,0	1270	19	121,8	3	9
09.03	151,2	1270	48	157,1	9	27
09.13	126,0	1270	40	130,1	6	18
09.17	180,0	1270	30	184,4	6	18
09.25	240,0	1270	40	247,8	11	33
09.51	180,0	1270	40	185,9	8	24
10.00	120,0	1270	27	122,6	4	12
10.08	180,0	1270	41	186,0	9	27
10.15	180,0	1270	46	186,8	10	30
10.21	70,2	1270	33	72,1	3	9
10.32	77,4	1270	36	79,7	4	12
10.53	85,8	1270	19	87,1	2	6
10.08	180,0	1270	79	191,9	16	48
11.40	120,0	1270	27	122,6	4	12
11.53	180,0	1270	32	184,7	7	21
11.57	69,6	1270	12	70,3	1	3
11.59	82,2	1270	22	83,6	3	9
12.18	77,4	1270	21	78,7	2	6
12.22	120,0	1270	32	123,1	5	15
12.42	78,0	1270	9	78,6	1	3
12.43	120,0	1270	26	122,5	4	12
12.54	125,4	1270	14	126,8	2	6
13.12	83,4	1270	17	84,5	2	6
13.14	300,0	1270	53	313,1	18	54
13.17	148,2	1270	14	149,9	3	9
13.23	180,0	1270	33	184,8	7	21
13.28	271,8	1270	26	277,5	8	24
13.41	180,0	1270	36	185,3	8	24
13.54	256,8	1270	27	262,4	8	24
13.58	240,0	1270	50	249,8	14	42
14.00	129,0	1270	14	130,4	3	9
14.07	120,0	1270	25	122,4	4	12
14.10	87,6	1270	9	88,2	1	3
14.30	120,0	1270	2	120,2	1	3
14.36	79,8	1270	8	80,3	1	3

Tabel 4.35 Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting *With Project* (Utara) (Lanjutan)

Pukul	r	μ	λ	Tq	Qm	Panjang Antrian
	(s)	(skr/jam)	(skr/jam)	detik	(kend)	(meter)
14.44	69,6	1270	15	70,4	2	6
15.28	240,0	1270	50	249,8	14	42
15.39	180,0	1270	21	183,0	5	15
15.48	240,0	1270	27	245,2	8	24
15.51	77,4	1270	8	77,9	1	3
15.57	120,0	1270	23	122,2	4	12
16.08	240,0	1270	23	244,4	7	21
16.12	67,2	1270	8	67,6	1	3
16.18	240,0	1270	53	250,5	15	45
18.00	77,4	1270	9	78,0	1	3
18.10	120,0	1270	25	122,4	4	12
18.26	121,2	1270	12	122,4	2	6
18.47	180,0	1270	28	184,1	6	18

Hasil perhitungan panjang antrian kendaraan saat kereta melintas pada Jl. Dr. Moewardi arah Selatan kondisi eksisting *with project* dapat dilihat pada Lampiran 13.

4.3.2.11 Analisa Lama Tundaan

Tundaan berpengaruh pada saat perhitungan *travel time* dimana nilai *travel time* akan ditambah dengan lama tundaan pada masing-masing titik jalan pada jalan eksisting *without project* dan eksisting *with project* akibat perlintasan kereta api.

Hasil lama tundaan didapatkan berdasarkan nilai durasi waktu (TQ), namun tundaan tersebut hanya menunjukkan kendaraan berhenti saat kereta api melintas. Perhitungan tundaan dengan kondisi adanya perlintasan kereta api tidak hanya karena tundaan saat kereta api melintas, tetapi juga tundaan akibat lalu lintas untuk sampai ke perlintasan. Pehitungan untuk tundaan akibat lalu lintas didapatkan dengan perbandingan antara panjang antrian dengan kecepatan kendaraan saat memulai menyalakan kendaraan yang diasumsikan sebesar 15 m/s.

Contoh Perhitungan:

Lama tundaan pada Jl. Dr. Moewardi arah Utara kondisi eksisting *without project* pukul 07.49:

$$\begin{aligned} \text{Durasi waktu (TQ) (1)} &= 184,5 \text{ detik} \\ \text{Kecepatan (v)} &= 15 \text{ m/s (asumsi antara 10-20} \\ &\quad \text{m/s)} \\ \text{Panjang antrian} &= 45 \text{ m} \\ \text{Durasi waktu akibat perlintasan kereta (TQ) (2)} &= \text{jarak / kecepatan} \\ &= 45/15 \\ &= 3 \text{ detik} \\ \text{Total tundaan} &= (\text{TQ 1}) + (\text{TQ 2}) \\ &= 184,5 + 3 \\ &= 187,5 \text{ detik} \end{aligned}$$

Untuk nilai lama tundaan terbesar pada Jl. Dr. Moewardi arah Utara yaitu sebesar 317,9 detik.

Berikut hasil perhitungan lama tundaan pada kondisi eksisting *without project* dan eksisting *with project* arah Utara:

**Tabel 4.36 Lama Tundaan Kondisi Eksisting Without Project
(Utara)**

Pukul	Tq	Panjang Antrian (meter)	Kecepatan kend m/s	Total Tundaan detik
	detik			
07.49	184,5	45	15	187,5
08.02	71,8	18	15	73,0
08.25	186,0	60	15	190,0
08.39	81,1	27	15	82,9
08.47	123,2	33	15	125,4
09.03	161,8	102	15	168,6
09.13	133,3	72	15	138,1
09.17	187,3	72	15	192,1
09.25	254,3	141	15	263,7
09.51	190,7	105	15	197,7
10.00	124,9	51	15	128,3
10.08	191,3	111	15	198,7
10.15	192,8	123	15	201,0
10.21	73,7	36	15	76,1
10.32	81,7	45	15	84,7
10.53	90,8	51	15	94,2
10.08	191,4	111	15	198,8
11.40	123,7	39	15	126,3
11.53	187,6	75	15	192,6
11.57	71,4	21	15	72,8
11.59	84,8	27	15	86,6
12.18	79,7	24	15	81,3
12.22	122,1	24	15	123,7
12.42	79,8	21	15	81,2
12.43	122,3	24	15	123,9
12.54	129,7	45	15	132,7
13.12	85,0	18	15	86,2
13.14	310,7	108	15	317,9
13.17	153,7	57	15	157,5
13.23	184,2	42	15	187,0
13.28	293,4	207	15	307,2
13.41	184,9	51	15	188,3
13.54	276,9	192	15	289,7
13.58	248,2	84	15	253,8

**Tabel 4.37 Lama Tundaan Kondisi Eksisting *Without Project*
(Utara) (Lanjutan)**

Pukul	Tq	Panjang Antrian	Kecepatan kend	Total Tundaan
	detik	(meter)	m/s	detik
14.00	133,8	48	15	137,0
14.07	122,0	21	15	123,4
14.10	89,7	24	15	91,3
14.30	121,9	21	15	123,3
14.36	81,7	21	15	83,1
14.44	71,0	15	15	72,0
15.28	249,6	96	15	256,0
15.39	185,0	51	15	188,4
15.48	248,1	81	15	253,5
15.51	79,0	18	15	80,2
15.57	122,0	21	15	123,4
16.08	248,9	90	15	254,9
16.12	68,6	15	15	69,6
16.18	249,6	96	15	256,0
18.00	79,1	18	15	80,3
18.10	121,9	21	15	123,3
18.26	124,2	33	15	126,4
18.47	183,6	39	15	186,2
MAX				317,9

**Tabel 4.38 Lama Tundaan Kondisi Eksisting *With Project*
(Utara)**

Pukul	Tq	Panjang Antrian	Kecepatan kend	Total Tundaan
	detik	(meter)	m/s	detik
07.49	182,4	12	15	17,3
08.02	71,1	6	15	16,1
08.25	183,3	15	15	23,3
08.39	80,0	6	15	22,1
08.47	121,8	9	15	19,2
09.03	157,1	27	15	48,6
09.13	130,1	18	15	40,4
09.17	184,4	18	15	30,4
09.25	247,8	33	15	40,7
09.51	185,9	24	15	40,5
10.00	122,6	12	15	27,3
10.08	186,0	27	15	41,6
10.15	186,8	30	15	46,7
10.21	72,1	9	15	33,2
10.32	79,7	12	15	36,3
10.53	87,1	6	15	19,1
10.08	191,9	48	15	80,1
11.40	122,6	12	15	27,3
11.53	184,7	21	15	32,5
11.57	70,3	3	15	12,1

Tabel 4.39 Lama Tundaan Kondisi Eksisting *With Project* (Utara) (Lanjutan)

Pukul	Tq	Panjang Antrian	Kecepatan	Total Tundaan
	detik	(meter)	kend m/s	detik
11.59	83,6	9	15	22,2
12.18	78,7	6	15	21,1
12.22	123,1	15	15	32,3
12.42	78,6	3	15	9,1
12.43	122,5	12	15	26,3
12.54	126,8	6	15	14,1
13.12	84,5	6	15	17,1
13.14	313,1	54	15	54,2
13.17	149,9	9	15	14,2
13.23	184,8	21	15	33,5
13.28	277,5	24	15	26,5
13.41	185,3	24	15	36,5
13.54	262,4	24	15	27,5
13.58	249,8	42	15	50,9
14.00	130,4	9	15	14,2
14.07	122,4	12	15	25,3
14.10	88,2	3	15	9,1
14.30	120,2	3	15	2,1
14.36	80,3	3	15	8,1
14.44	70,4	6	15	15,1
15.28	249,8	42	15	50,9
15.39	183,0	15	15	21,3
15.48	245,2	24	15	27,5
15.51	77,9	3	15	8,1
15.57	122,2	12	15	23,3
16.08	244,4	21	15	23,5
16.12	67,6	3	15	8,1
16.18	250,5	45	15	54,0
18.00	78,0	3	15	9,1
18.10	122,4	12	15	25,3
18.26	122,4	6	15	12,1
18.47	184,1	18	15	28,4
MAX				80,1

Hasil perhitungan lama tundaan pada arah Selatan kondisi eksisting *without project* dan *with project* dapat dilihat pada Lampiran 14.

Maka, didapatkan hasil lama tundaan terbesar pada arah Utara dan Selatan di tiap kondisi jalan yaitu:

- a. Kondisi Eksisting *Without Project*
 - Arah Utara = 317,9 detik
 - Arah Selatan = 316,4 detik
- b. Kondisi Eksisting *With Project*
 - Arah Utara = 80,1 detik
 - Arah Selatan = 104,4 detik

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI

Dalam perencanaan pembangunan *flyover* pada Simpang Manahan Kota Surakarta perlu dilakukannya analisis kelayakan untuk mengetahui apakah pembangunan *flyover* ini dianggap layak atau tidak untuk dibangun dari segi ekonomi. Parameter yang digunakan untuk mengukur kelayakan proyek tersebut adalah perbandingan antara biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan dengan keuntungan yang akan terjadi setelah *flyover* dibangun, ditinjau dari segi ekonomi jalan raya.

5.1 Analisis Kelayakan Ekonomi

Perhitungan kelayakan dari segi ekonomi dibutuhkan untuk menyatakan apakah suatu proyek layak untuk dibangun atau tidak. Analisis kelayakan ekonomi dapat dilihat dari penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) serta penghematan nilai waktu yang terjadi. Dalam mengukur suatu kelayakan ekonomi, beberapa variable yang dibutuhkan adalah penghematan BOK, *saving time value*, biaya investasi dan biaya perawatan tiap tahunnya, serta inflasi yang terjadi. Dari hasil perhitungan akan didapatkan seberapa besar keuntungan serta kerugiannya selama umur rencana yaitu 20 tahun. Kemudian dilakukan perhitungan BCR (*Benefit Cost Ratio*) dan NPV (*Net Present Value*).

5.1.1 Kecepatan Tempuh

Nilai kecepatan tempuh sangat berpengaruh dalam perhitungan Biaya Operasional Kendaraan yang besarnya ditentukan berdasarkan nilai derajat kejenuhan (D_j) dan kecepatan arus bebas (V_B). Berikut adalah contoh perhitungan kecepatan tempuh pada Titik A.

- a. Menentukan V_{BD} pada tiap jenis kendaraan

Tipe jalan : 6/2T

Tipe jalan	V_{BD} , km/jam			Rata-rata semua kendaraan
	KR	KB	SM	
6/2 T atau 3/1	61	52	48	57
4/2T atau 2/1	57	50	47	55
2/2TT	44	40	40	42

Gambar 5.1 Kecepatan Arus Bebas Dasar (VBD)

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (Jalan Perkotaan)

- b. Menentukan lebar jalur efektif, L_o
Lebar lajur = 3 m : $VBL = -4$
- c. $VBD + VBL$ pada KR = $61 - 4 = 57$ km/jam
- d. Menentukan hambatan samping (FV_{BHS})
Hambatan samping = Sedang
 L_{be} = 1,5 m
 FV_{BHS} = 1,0

Tipe jalan	KHS	FV_{BHS}			
		L_{be} (m)			
		< 0,5 m	1,0 m	1,5 m	> 2 m
4/2T	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
2/2TT	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Atau Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
Jalan satu-arah	Sedang	0,90	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Gambar 5.2 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping (FV_{BHS})

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (Jalan Perkotaan)

- e. Menentukan ukuran kota (FV_{UK})
Ukuran kota = 0,52 juta jiwa
 FV_{UK} = 0,95
- f. Menentukan kecepatan arus bebas (V_B)
 $V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{UK}$

$$= 57 \times 1 \times 0,95$$

$$= 54,15 \text{ km/jam} \sim 55 \text{ km/jam}$$

Tabel 5.1 Kecepatan Arus Bebas Kondisi Eksisting *Without Project* pada Titik A

Jenis Kendaraan	Kec. Arus Bebas Dasar (VBD) (km/jam)	Lebar jalur (VBL)	VBD + VBL (km/jam)	Faktor Penyesuaian		Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)	Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)
				Hambatan Samping (FVbhs)	Ukuran Kota (FVBUK)		
KR	61	-4	57	1	0,95	54,15	55
KB	52	-4	48	1	0,95	45,6	46
SM	48	-4	44	1	0,95	41,8	42
Rata-rata						47,2	48,0

Tabel 5.2 Kecepatan Arus Bebas Kondisi Rencana (*Flyover*) pada Titik A

Jenis Kendaraan	Kec. Arus Bebas Dasar (VBD)	Lebar jalur (VBL)	VBD + VBL (km/jam)	Faktor Penyesuaian		Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)	Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)
				Hambatan Samping (FVbhs)	Ukuran Kota (FVBUK)		
KR	44	3	47	0,9	0,95	40,185	41
KB	40	3	43	0,9	0,95	36,765	37
SM	40	3	43	0,9	0,95	36,765	37
Rata-rata						37,905	38

Tabel 5.3 Kecepatan Arus Bebas Kondisi Eksisting *With Project* pada Titik A

Jenis Kendaraan	Kec. Arus Bebas Dasar (VBD)	Lebar jalur (VBL)	VBD + VBL (km/jam)	Faktor Penyesuaian		Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)	Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)
				Hambatan Samping (FVbhs)	Ukuran Kota (FVBUK)		
KR	57	-4	53	0,9	0,95	45,32	46
KB	50	-4	46	0,9	0,95	39,33	40
SM	47	-4	43	0,9	0,95	36,77	37
Rata-rata						40,47	41

Hasil kecepatan arus bebas pada semua kondisi di Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran 15.

g. Menentukan Kecepatan Tempuh (V_T)

Perhitungan kecepatan tempuh didapatkan dengan cara plot hasil V_B dengan D_j menggunakan grafik hubungan antara V_T dengan D_j .

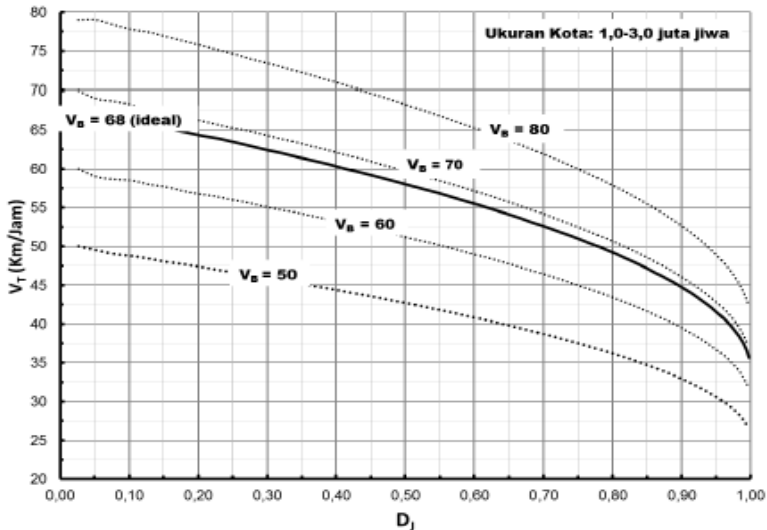
Contoh perhitungan kecepatan tempuh pada Titik A dengan kondisi eksisting *without project*.

Kendaraan Ringan (KR):

$$V_B = 55 \text{ km/jam}$$

$$D_j = 0,56$$

$$V_T = 45,9 \text{ km/jam}$$



Gambar 5.3 Grafik Hubungan V_T dengan D_j pada Tipe Jalan 4/2T, 6/2T

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (Jalan Perkotaan)

Berikut adalah rekap hasil perhitungan nilai kecepatan tempuh (V_T) pada jalan kondisi eksisting *without project*, rencana (*flyover*) dan eksisting *with project*.

Tabel 5.4 Rekap Hasil Kecepatan Tempuh Pada Tiap Kondisi Jalan di Titik A

TITIK A (Barat)														
Eksisting Without Project					Rencana (Flyover)					Eksisting With Project				
Tahun	Derajat Kejuhunan (DS)	Kend. Ringan (KR)	Kend. Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)	Tahun	Derajat Kejuhunan (DS)	Kend. Ringan (KR)	Kend. Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)	Tahun	Derajat Kejuhunan (DS)	Kend. Ringan (KR)	Kend. Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)
2017	0,56	45,9	42,4	49,1	2017	0,45	37,3	33,9	33,9	2017	0,34	42,5	40,6	35,9
2018	0,60	44,4	40,9	46,9	2018	0,48	36,5	33,2	33,2	2018	0,36	42,0	40,0	35,5
2019	0,63	43,3	39,8	45,3	2019	0,51	35,8	32,5	32,5	2019	0,38	41,4	39,5	35,1
2020	0,67	41,8	38,3	43,1	2020	0,54	35,0	31,8	31,8	2020	0,41	40,6	38,6	34,5
2021	0,71	40,2	36,8	41,0	2021	0,57	34,3	31,1	31,1	2021	0,43	40,1	38,0	34,1
2022	0,75	38,7	35,4	38,8	2022	0,61	33,3	30,1	30,1	2022	0,46	39,3	37,2	33,5
2023	0,79	37,2	33,9	36,6	2023	0,64	32,5	29,4	29,4	2023	0,48	38,7	36,6	33,1
2024	0,83	35,7	32,4	34,4	2024	0,67	31,8	28,7	28,7	2024	0,51	37,9	35,8	32,5
2025	0,87	34,2	30,9	32,3	2025	0,70	31,0	28,0	28,0	2025	0,53	37,4	35,2	32,1
2026	0,91	32,7	29,4	30,1	2026	0,73	30,3	27,3	27,3	2026	0,56	36,6	34,3	31,5
2027	0,95	31,2	28,0	27,9	2027	0,77	29,3	26,4	26,4	2027	0,58	36,1	33,8	31,1
2028	0,99	29,7	26,5	25,7	2028	0,80	28,5	25,7	25,7	2028	0,61	35,2	32,9	30,5
2029	1,03	29,3	26,1	25,2	2029	0,83	27,8	25,0	25,0	2029	0,63	34,7	32,3	30,1
2030	1,07	29,3	26,1	25,2	2030	0,86	27,0	24,3	24,3	2030	0,66	33,9	31,5	29,5
2031	1,11	29,3	26,1	25,2	2031	0,89	26,3	23,6	23,6	2031	0,68	33,4	30,9	29,1
2032	1,15	29,3	26,1	25,2	2032	0,93	25,3	22,6	22,6	2032	0,71	32,6	30,0	28,5
2033	1,18	29,3	26,1	25,2	2033	0,96	24,5	21,9	21,9	2033	0,73	32,0	29,5	28,1
2034	1,22	29,3	26,1	25,2	2034	0,99	23,8	21,2	21,2	2034	0,76	31,2	28,6	27,5
2035	1,26	29,3	26,1	25,2	2035	1,02	23,5	21,0	21,0	2035	0,78	30,7	28,1	27,1
2036	1,30	29,3	26,1	25,2	2036	1,06	23,5	21,0	21,0	2036	0,81	29,9	27,2	26,5
2037	1,34	29,3	26,1	25,2	2037	1,09	23,5	21,0	21,0	2037	0,83	29,3	26,6	26,1
2038	1,38	29,3	26,1	25,2	2038	1,12	23,5	21,0	21,0	2038	0,86	28,5	25,8	25,5
2039	1,42	29,3	26,1	25,2	2039	1,15	23,5	21,0	21,0	2039	0,88	28,0	25,2	25,1

Rekap hasil kecepatan tempuh (V_T) pada setiap kondisi di Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran 16.

5.1.2 Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya operasional kendaraan adalah penjumlahan antara biaya bergerak dan biaya diam. Metode yang digunakan dalam perhitungan BOK dalam tugas akhir ini adalah metode Jasa Marga. Biaya operasional kendaraan dipengaruhi oleh komponen yang ada pada masing- masing kendaran dari golongan yang berbeda serta kecepatan yang dapat ditempuh pada masing- masing kondisi. Berikut merupakan perkiraan harga komponen masing- masing kendaraan untuk masing- masing golongan.

- Golongan I
 - Toyota Calya 1.2 G M/T : Rp 153.400.000
 - Bahan Bakar Pertalite : Rp 7.650
 - Oli Mesin Oli Shell Helix eco 5W-30 (Untuk LCGC) : Rp 300.000
 - Ban Bridgestone Ecopia EP150 175/65 R14 (standar Calya) : Rp 509.000,00 x 4 ban
 - : Rp 2.036.000
 - Biaya Mekanik : Rp 20.000
- Golongan IIA
 - Isuzu ELF NLR 55TX : Rp 258.400.000
 - Bahan Bakar Solar : Rp 5.150
 - Oli Total Quartz 9000SM 5W30 : Rp 120.000
 - Ban Bridestone 7.50 - 15 12PR SMR (D15) : Rp 1.265.000,00 x 4 ban
 - : Rp 5.060.000
 - Biaya Mekanik : Rp 20.000
- Golongan IIB
 - Hino New Dutro 130 HD Mixer : Rp 341.500.000
 - Bahan Bakar Solar : Rp 5.150
 - Oli MOBIL Multipurpose ATF Dexron III : Rp 99.000
 - Ban Bridgestone Mighty Rib N 7.50 - 16 14PR Nylon (D16)

: Rp 1.425.000,00 x 6 ban
 : Rp 8.550.000
 Biaya Mekanik : Rp 20.000

Biaya operasional kendaraan dihitung setiap 1000 km yang dihitung menggunakan rumus pada setiap komponen berdasarkan golongan dan kecepatan kendaraan. Berikut ini adalah contoh perhitungan BOK untuk jalan eksisting *without project* pada Titik A.

5.1.2.1 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi BBM dasar dalam liter per 1000 km

Kecepatan tempuh Titik A (*Without Project*) = 45,9 km/jam

Berikut merupakan faktor koreksi untuk menghitung konsumsi BBM (Rp/1000 km).

Tabel 5.5 Faktor Koreksi Konsumsi Bahan Bakar Dasar Kendaraan

Faktor	Batasan	Nilai
Koreksi Kelandaian Negatif (kk)	$G < -5\%$	-0,337
	$-5\% \leq G < 0\%$	-0,158
Koreksi Kelandaian Positif (kk)	$0\% \leq G < 5\%$	0,4
	$G \geq 5\%$	0,82
Koreksi Lalu Lintas (kl)	$0 \leq DS < 0.6$	0,05
	$0.6 \leq DS < 0.8$	0,185
	$DS \geq 0.8$	0,253
Koreksi Kerataan (kr)	$< 3\text{m/km}$	0,035
	$\geq 3\text{m/km}$	0,085

(Sumber : Tamin, 2008)

$$\begin{aligned}
 \text{Gol I} &= 0,0284V^2 - 3,0644V + 141,68 \\
 &= 0,0284 \times (45,9^2) - 3,0644 \times (45,9) + 141,68 \\
 &= 60,857 \text{ liter/1000 km}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gol IIA} &= 2,26533 \times \text{Konsumsi BBM dasar Gol I} \\ &= 2,26533 \times 60,857 \\ &= 137,862 \text{ liter/1000 km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gol IIB} &= 2,90805 \times \text{Konsumsi BBM dasar Gol I} \\ &= 2,90805 \times 60,857 \\ &= 176,976 \text{ liter/1000 km}\end{aligned}$$

Konsumsi BBM (Rp/1000km) :

Konsumsi BBM Dasar \times Harga Bahan Bakar \times
[1+(kk+kl+kr)]

$$\begin{aligned}\text{Gol I} &= 60,857 \times 7.650 \times 1,485 \\ &= \text{Rp}691.356 /1000 \text{ km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gol IIA} &= 137,862 \times 5.150 \times 1,485 \\ &= \text{Rp}1.054.336 /1000 \text{ km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gol IIB} &= 176,976 \times 5.150 \times 1,485 \\ &= \text{Rp}1.353.472 /1000 \text{ km}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK pada konsumsi bahan bakar kondisi jalan eksisting dan rencana di Titik A, Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran.

5.1.2.2 Konsumsi Pelumas

Konsumsi pelumas = Konsumsi pelumas dasar \times Faktor koreksi \times harga pelumas.

Tabel 5.6 Konsumsi Pelumas Dasar

Kecepatan	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
10 - 20	0,0032	0,0060	0,0049
20 - 30	0,0030	0,0057	0,0046
30 - 40	0,0028	0,0055	0,0044
40 - 50	0,0027	0,0054	0,0043
50 - 60	0,0027	0,0054	0,0043
60 - 70	0,0029	0,0055	0,0044
70 - 80	0,0031	0,0057	0,0046
80 - 90	0,0033	0,0060	0,0049
90 - 100	0,0035	0,0064	0,0053
100 - 110	0,0038	0,0070	0,0059

(Sumber : Tamin,2008)

$$\begin{aligned}\text{Gol I} &= 0,0027 \times 1,5 \times 300.000 \\ &= \text{Rp } 1.215.000 /1000 \text{ km} \\ \text{Gol IIA} &= 0,0054 \times 1,5 \times 120.000 \\ &= \text{Rp } 972.000 /1000 \text{ km} \\ \text{Gol IIB} &= 0,0043 \times 1,5 \times 99.000 \\ &= \text{Rp } 638.550 /1000 \text{ km}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK pada konsumsi pelumas kondisi jalan eksisting dan rencana di Titik A, Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran.

5.1.2.3 Konsumsi Ban

Pemakaian Ban per 1000 km

$$\begin{aligned}\text{Gol I} = Y &= 0,0008848V - 0,0045333 \\ &= 0,0008848 \times (45,9) - 0,0045333 \\ &= 0,0360790/1000 \text{ km} \\ \text{Gol IIA} = Y &= 0,0012356V - 0,0064667 \\ &= 0,0012356 \times (42,4) - 0,0064667 \\ &= 0,0459227/1000 \text{ km} \\ \text{Gol IIB} = Y &= 0,0015553V - 0,005933 \\ &= 0,0015553 \times (42,4) - 0,005933 \\ &= 0,0600117/1000 \text{ km} \\ Y' &= Y * \text{harga ban (Rp / 1000 km)} \\ \text{Gol I} &= 0,0360790 \times 2.036.000 \\ &= \text{Rp}73.456,88 /1000 \text{ km} \\ \text{Gol IIA} &= 0,0459227 \times 5.060.200 \\ &= \text{Rp}232.369,06 /1000 \text{ km} \\ \text{Gol IIB} &= 0,0600117 \times 8.550.000 \\ &= \text{Rp}513.100,21 /1000 \text{ km}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK pada konsumsi ban kondisi jalan eksisting dan rencana di Titik A, Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran.

5.1.2.4 Pemeliharaan (Suku Cadang)

Pemakaian suku cadang per 1000 km (Y)

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

$$\begin{aligned}
 &= 0,0000064 \times (45,9) + 0,0005567 \\
 &= 0,0008505 \\
 \text{Gol IIA} = Y &= 0,0000332V + 0,0020891 \\
 &= 0,0000332 \times (42,4) + 0,002089 \\
 &= 0,0034968 \\
 \text{Gol IIB} = Y &= 0,0000191V + 0,0015400 \\
 &= 0,0000191 \times (42,4) + 0,0015400 \\
 &= 0,0023498 \\
 Y' = Y * \text{harga kendaraan (Rp / 1000 km)} \\
 \text{Gol I} &= 0,0008505 \times 153.400.000 \\
 &= \text{Rp}130.460,56 /1000 \text{ km} \\
 \text{Gol IIA} &= 0,0034968 \times 258.400.000 \\
 &= \text{Rp}903.567,95 /1000 \text{ km} \\
 \text{Gol IIB} &= 0,0023498 \times 341.500.000 \\
 &= \text{Rp}802.470,36 /1000 \text{ km}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK pada pemeliharaan (suku cadang) kondisi jalan eksisting dan rencana di Titik A, Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran.

5.1.2.5 Pemeliharaan (Mekanik)

$$\begin{aligned}
 \text{Gol} = Y &= 0,00362V + 0,36267 \\
 &= 0,00362 \times (45,9) + 0,36267 \\
 &= 0,52883 \\
 \text{Gol IIA} = Y &= 0,02311V + 1,97733 \\
 &= 0,02311 \times (42,4) + 1,97733 \\
 &= 2,95719 \\
 \text{Gol IIB} = Y &= 0,01511V + 1,21200 \\
 &= 0,01511 \times (42,4) + 1,212 \\
 &= 1,85266 \\
 Y' = Y * \text{upah kerja per jam (Rp / 1000 km)} \\
 \text{Gol I} &= 0,52883 \times 20.000 \\
 &= \text{Rp}10.576,56 /1000 \text{ km} \\
 \text{Gol IIA} &= 2,95719 \times 20.000 \\
 &= \text{Rp}59.143,88 /1000 \text{ km} \\
 \text{Gol IIB} &= 1,85266 \times 20.000
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp}37.053,28 / 1000 \text{ km}$$

Hasil perhitungan BOK pada pemeliharaan (mekanik) kondisi jalan eksisting dan rencana di Titik A, Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran.

5.1.2.6 Depresiasi

Depresiasi per 1000 km (Y)

$$\begin{aligned} \text{Gol I } = Y &= 1/(2,5v + 125) \\ &= 1/(2,5 (45,9) + 125) \\ &= 0,0041710 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol IIA } = Y &= 1/(9,0v + 450) \\ &= 1/(9,0 (42,4) + 450) \\ &= 0,0012025 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol IIB } = Y &= 1/(6,0v + 300) \\ &= 1/(6,0 (42,4) + 300) \\ &= 0,0018038 \end{aligned}$$

$Y' = Y * \text{setengah nilai kendaraan (Rp / 1000 km)}$

$$\begin{aligned} \text{Gol I} &= 0,0041710 \times \text{Rp } 153.400.000,00 \times 0,5 \\ &= \text{Rp}319.916,58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol IIA} &= 0,0012025 \times \text{Rp } 258.400.000,00 \times 0,5 \\ &= \text{Rp}92.231,84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol IIB} &= 0,0018038 \times \text{Rp } 341.500.000,00 \times 0,5 \\ &= \text{Rp}307.990,62 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK pada depresiasi kondisi jalan eksisting dan rencana di Titik A, Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran.

5.1.2.7 Bunga Modal

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

$$\begin{aligned} \text{Gol I} &= 0,22\% \times \text{Rp } 153.400.000,00 \\ &= \text{Rp } 337.480/1000\text{km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol IIA} &= 0,22\% \times \text{Rp } 258.400.000,00 \\ &= \text{Rp } 568.480/1000\text{km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol IIB} &= 0,22\% \times \text{Rp } 341.500.000,00 \\ &= \text{Rp } 751.300/1000\text{km} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK pada bunga modal kondisi jalan eksisting dan rencana di Titik A, Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran.

5.1.2.8 Asuransi

Asuransi per 1000 km (Y)

$$\begin{aligned}\text{Gol I} = Y &= 38 / (500v) \\ &= 38 / (500 (45,9)) \\ &= 0,0016558\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gol IIA} = Y &= 60 / (2571,42857v) \\ &= 60 / (2571,42857(42,4)) \\ &= 0,0005503\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gol IIB} = Y &= 61 / (1714,28571v) \\ &= 61 / (1714,28571(42,4)) \\ &= 0,0008392\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\text{Gol I} &= 0,0016558 \times \text{Rp } 153.400.000,00 \\ &= \text{Rp}253.995,64 / 1000 \text{ km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gol IIA} &= 0,0005503 \times \text{Rp } 258.400.000,00 \\ &= \text{Rp}142.201,26 / 1000 \text{ km}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Gol IIB} &= 0,0008392 \times \text{Rp } 341.500.000,00 \\ &= \text{Rp}286.596,90 / 1000 \text{ km}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan BOK pada asuransi kondisi jalan eksisting dan rencana di Titik A, Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran.

Berikut merupakan contoh perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada Titik A.

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada Titik A (*Without Project*):

Konsumsi Bahan Bakar + Pelumas + Ban + Pemeliharaan (Suku Cadang) + Pemeliharaan (Mekanik) + Depresiasi + Bunga Modal + Asuransi $\times 365 \times (\text{Jarak Tempuh}/1000) \times \text{Jumlah Kendaraan per Hari}$.

a. Golongan I

$$= \text{Rp}691.356 + \text{Rp } 1.215.000 + \text{Rp}73.456,88 + \text{Rp}130.460,56 + \text{Rp}10.576,56 + \text{Rp}319.916,58 + \text{Rp}337.480 + \text{Rp}253.995,64 \times 365 \times (0,35/1000) \times 15300$$

$$= \text{Rp}2.821.503$$

b. Golongan IIA

$$= \text{Rp}1.054.336 + \text{Rp } 972.000 + \text{Rp}232.369,06 + \text{Rp}903.567,95 + \text{Rp}59.143,88 + \text{Rp}92.231,84 + \text{Rp}568.480 + \text{Rp}142.201,26 \times 365 \times (0,145/1000) \times 0$$

$$= \text{Rp}3.900.295$$

c. Golongan IIB

$$= \text{Rp}1.353.472 + \text{Rp } 638.550 + \text{Rp}513.100,21 + \text{Rp}802.470,36 + \text{Rp}37.053,28 + \text{Rp}307.990,62 + \text{Rp}751.300 + \text{Rp}286.596,90 \times 365 \times (0,35/1000) \times 0$$

$$= \text{Rp}4.440.549$$

Untuk perhitungan BOK kondisi jalan eksisting *with project* dan kondisi jalan rencana (*flyover*) dilakukan dengan cara yang sama.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada masing masing golongan dengan kecepatan yang sudah ditentukan, maka didapatkan hasil perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) sebagai berikut.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan BOK pada Titik A Kondisi Jalan Eksisting Without Project

Titik A (Jl. Adi Sucipto)								
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK	
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B		
2017	45,9	42,4	42,4	Rp 2.821.503	Rp 3.900.295	Rp 4.440.549	Rp	11.162.347
2018	44,4	40,9	40,9	Rp 2.832.704	Rp 3.892.870	Rp 4.433.862	Rp	11.159.436
2019	43,3	39,8	39,8	Rp 2.906.746	Rp 4.004.899	Rp 4.571.644	Rp	11.483.289
2020	41,8	38,3	38,3	Rp 2.922.006	Rp 4.003.120	Rp 4.572.454	Rp	11.497.580
2021	40,2	36,8	36,8	Rp 2.939.143	Rp 4.003.901	Rp 4.576.705	Rp	11.519.749
2022	38,7	35,4	35,4	Rp 3.003.178	Rp 4.007.251	Rp 4.584.421	Rp	11.594.850
2023	37,2	33,9	33,9	Rp 3.024.132	Rp 4.013.183	Rp 4.595.632	Rp	11.632.947
2024	35,7	32,4	32,4	Rp 3.047.032	Rp 4.021.710	Rp 4.610.368	Rp	11.679.111
2025	34,2	30,9	30,9	Rp 3.071.907	Rp 4.032.849	Rp 4.628.668	Rp	11.733.423
2026	32,7	29,4	29,4	Rp 3.098.788	Rp 4.082.617	Rp 4.680.272	Rp	11.861.678
2027	31,2	28,0	28,0	Rp 3.127.714	Rp 4.099.038	Rp 4.705.833	Rp	11.932.585

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan BOK pada Titik A Kondisi Jalan Eksisting *Without Project* (Lanjutan)

Titik A (Utara)							
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2028	29,7	26,5	26,5	Rp 3.248.729	Rp 4.118.138	Rp 4.735.109	Rp 12.101.976
2029	29,3	26,1	26,1	Rp 3.257.381	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.123.733
2030	29,3	26,1	26,1	Rp 3.258.135	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.124.487
2031	29,3	26,1	26,1	Rp 3.258.890	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.125.242
2032	29,3	26,1	26,1	Rp 3.259.645	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.125.996
2033	29,3	26,1	26,1	Rp 3.260.399	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.126.751
2034	29,3	26,1	26,1	Rp 3.261.154	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.127.505
2035	29,3	26,1	26,1	Rp 3.261.908	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.128.260
2036	29,3	26,1	26,1	Rp 3.262.663	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.129.014
2037	29,3	26,1	26,1	Rp 3.263.417	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.129.769
2038	29,3	26,1	26,1	Rp 3.264.172	Rp 4.123.335	Rp 4.743.016	Rp 12.130.524
2039	29,3	26,1	26,1	Rp 2.927.446	Rp 3.554.855	Rp 3.991.716	Rp 10.474.018
TOTAL							Rp 271.104.272

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan BOK pada Titik A Kondisi Jalan Rencana (*Flyover*)

Titik A (Utara)							
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	37,0	33,0	33,0	Rp 2.949.928	Rp 3.899.639	Rp 4.452.099	Rp 11.301.666
2018	36,4	32,4	32,4	Rp 2.958.569	Rp 3.902.550	Rp 4.457.270	Rp 11.318.388
2019	36,0	32,1	32,1	Rp 2.964.675	Rp 3.904.703	Rp 4.461.006	Rp 11.330.384
2020	35,4	31,5	31,5	Rp 2.973.824	Rp 3.908.253	Rp 4.467.047	Rp 11.349.125
2021	35,0	31,2	31,2	Rp 2.980.259	Rp 3.910.834	Rp 4.471.366	Rp 11.362.459
2022	34,4	30,6	30,6	Rp 2.989.914	Rp 3.915.026	Rp 4.478.284	Rp 11.383.225
2023	33,8	30,1	30,1	Rp 2.999.861	Rp 3.919.606	Rp 4.485.731	Rp 11.405.198
2024	33,4	29,7	29,7	Rp 3.006.831	Rp 3.958.874	Rp 4.520.690	Rp 11.486.395
2025	32,8	29,1	29,1	Rp 3.017.284	Rp 3.964.101	Rp 4.529.025	Rp 11.510.409
2026	32,4	28,8	28,8	Rp 3.099.224	Rp 4.081.603	Rp 4.680.967	Rp 11.861.795
2027	31,8	28,2	28,2	Rp 3.110.968	Rp 4.088.667	Rp 4.691.719	Rp 11.891.353
2028	31,1	27,7	27,7	Rp 3.123.045	Rp 4.096.155	Rp 4.703.053	Rp 11.922.253
2029	30,7	27,3	27,3	Rp 3.131.453	Rp 4.101.384	Rp 4.710.936	Rp 11.943.772
2030	30,1	26,7	26,7	Rp 3.144.100	Rp 4.109.584	Rp 4.723.250	Rp 11.976.935
2031	29,7	26,4	26,4	Rp 3.242.885	Rp 4.115.289	Rp 4.731.789	Rp 12.089.964
2032	29,1	25,8	25,8	Rp 3.256.095	Rp 4.124.206	Rp 4.745.095	Rp 12.125.396
2033	28,7	25,4	25,4	Rp 3.265.264	Rp 4.130.391	Rp 4.754.298	Rp 12.149.953
2034	28,1	24,9	24,9	Rp 3.279.064	Rp 4.140.029	Rp 4.768.605	Rp 12.187.699
2035	27,5	24,3	24,3	Rp 3.293.209	Rp 4.150.105	Rp 4.783.521	Rp 12.226.834
2036	27,1	24,0	24,0	Rp 3.303.008	Rp 4.157.065	Rp 4.793.804	Rp 12.253.877
2037	26,5	23,4	23,4	Rp 3.317.753	Rp 4.167.872	Rp 4.809.744	Rp 12.295.370
2038	26,1	23,1	23,1	Rp 3.327.965	Rp 4.175.323	Rp 4.820.717	Rp 12.324.005
2039	25,5	22,5	22,5	Rp 3.005.845	Rp 3.618.391	Rp 4.086.398	Rp 10.710.633
TOTAL							Rp 270.407.089

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan BOK pada Titik A Kondisi Jalan Eksisting *With Project*

Titik A (Utara)							
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	44,0	38,1	38,1	Rp 2.827.653	Rp 3.875.914	Rp 4.409.639	Rp 11.113.206
2018	43,8	38,0	38,0	Rp 2.829.086	Rp 3.875.697	Rp 4.409.634	Rp 11.114.416
2019	43,5	37,7	37,7	Rp 2.831.797	Rp 3.875.334	Rp 4.409.718	Rp 11.116.849
2020	43,4	37,6	37,6	Rp 2.833.301	Rp 3.875.188	Rp 4.409.809	Rp 11.118.298
2021	43,1	37,3	37,3	Rp 2.836.118	Rp 3.874.969	Rp 4.410.085	Rp 11.121.173
2022	42,9	37,2	37,2	Rp 2.837.667	Rp 3.874.896	Rp 4.410.272	Rp 11.122.835
2023	42,8	37,1	37,1	Rp 2.839.243	Rp 3.874.847	Rp 4.410.490	Rp 11.124.580
2024	42,5	36,8	36,8	Rp 2.842.203	Rp 3.874.820	Rp 4.411.023	Rp 11.128.046
2025	42,3	36,7	36,7	Rp 2.843.833	Rp 3.874.843	Rp 4.411.338	Rp 11.130.013
2026	42,2	36,6	36,6	Rp 2.845.471	Rp 3.874.890	Rp 4.411.684	Rp 11.132.045
2027	41,9	36,3	36,3	Rp 2.848.575	Rp 3.875.055	Rp 4.412.474	Rp 11.136.104
2028	41,7	36,2	36,2	Rp 2.850.276	Rp 3.875.174	Rp 4.412.917	Rp 11.138.368
2029	41,5	36,1	36,1	Rp 2.851.996	Rp 3.875.317	Rp 4.413.393	Rp 11.140.706
2030	41,2	35,8	35,8	Rp 2.855.234	Rp 3.875.676	Rp 4.414.440	Rp 11.145.350
2031	41,1	35,7	35,7	Rp 2.857.008	Rp 3.875.891	Rp 4.415.012	Rp 11.147.911
2032	40,9	35,6	35,6	Rp 2.858.800	Rp 3.876.131	Rp 4.415.616	Rp 11.150.546
2033	40,6	35,3	35,3	Rp 2.862.192	Rp 3.876.682	Rp 4.416.921	Rp 11.155.795
2034	40,5	35,2	35,2	Rp 2.864.029	Rp 3.876.994	Rp 4.417.622	Rp 11.158.645
2035	40,3	35,1	35,1	Rp 2.865.893	Rp 3.877.330	Rp 4.418.355	Rp 11.161.579
2036	40,0	34,8	34,8	Rp 2.869.431	Rp 3.878.075	Rp 4.419.919	Rp 11.167.425
2037	39,9	34,7	34,7	Rp 2.916.350	Rp 3.878.483	Rp 4.420.750	Rp 11.215.583
2038	39,7	34,6	34,6	Rp 2.918.278	Rp 3.878.916	Rp 4.421.613	Rp 11.218.806
2039	39,4	34,3	34,3	Rp 2.584.482	Rp 3.311.374	Rp 3.672.135	Rp 9.567.991
TOTAL							Rp 254.726.273

Hasil perhitungan BOK di Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran 17.

Rekap hasil perhitungan BOK pada tiap kondisi jalan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Eksisting *Without Project*

TOTAL BOK JALAN EKSISTING							
Tahun	TOTAL BOK (Rp)						
	Gol I		Gol II A		Gol II B		TOTAL BOK
2017	Rp	8.581.564	Rp	11.701.827	Rp	13.326.631	
2018	Rp	8.607.741	Rp	11.695.667	Rp	13.324.272	Rp 33.627.679
2019	Rp	8.697.431	Rp	11.827.850	Rp	13.482.419	Rp 34.007.700
2020	Rp	8.731.757	Rp	11.828.687	Rp	13.490.017	Rp 34.050.461
2021	Rp	8.765.972	Rp	11.833.527	Rp	13.502.374	Rp 34.101.873

Tabel 5.12 Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Eksisting *Without Project* (Lanjutan)

TOTAL BOK JALAN EKSISTING WITHOUT PROJECT								
Tahun	TOTAL BOK (Rp)							
	Gol I		Gol II A		Gol II B			
TOTAL BOK								
2022	Rp	8.973.118	Rp	11.955.716	Rp	13.666.806	Rp	34.595.640
2023	Rp	9.013.674	Rp	12.005.242	Rp	13.720.534	Rp	34.739.450
2024	Rp	9.060.206	Rp	12.022.648	Rp	13.750.438	Rp	34.833.292
2025	Rp	9.106.214	Rp	12.043.415	Rp	13.784.303	Rp	34.933.932
2026	Rp	9.158.556	Rp	12.104.481	Rp	13.854.371	Rp	35.117.408
2027	Rp	9.305.190	Rp	12.136.059	Rp	13.903.428	Rp	35.344.677
2028	Rp	9.524.893	Rp	12.277.687	Rp	14.094.193	Rp	35.896.772
2029	Rp	9.558.575	Rp	12.297.750	Rp	14.124.736	Rp	35.981.061
2030	Rp	9.589.626	Rp	12.315.562	Rp	14.152.029	Rp	36.057.216
2031	Rp	9.617.061	Rp	12.332.556	Rp	14.177.603	Rp	36.127.220
2032	Rp	9.656.023	Rp	12.357.564	Rp	14.215.127	Rp	36.228.714
2033	Rp	9.685.316	Rp	12.412.933	Rp	14.273.704	Rp	36.371.953
2034	Rp	9.720.557	Rp	12.436.120	Rp	14.308.417	Rp	36.465.094
2035	Rp	9.738.721	Rp	12.447.157	Rp	14.325.149	Rp	36.511.027
2036	Rp	9.846.303	Rp	12.456.641	Rp	14.340.007	Rp	36.642.951
2037	Rp	9.858.801	Rp	12.463.406	Rp	14.350.546	Rp	36.672.752
2038	Rp	9.877.400	Rp	12.474.184	Rp	14.367.242	Rp	36.718.826
2039	Rp	8.878.144	Rp	10.776.385	Rp	12.125.102	Rp	31.779.630

Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Rencana (*Flyover*)

TOTAL BOK FLYOVER								
Tahun	TOTAL BOK (Rp)							
	Gol I		Gol II A		Gol II B			
TOTAL BOK								
2017	Rp	8.533.510	Rp	11.276.978	Rp	12.391.644	Rp	32.202.132
2018	Rp	8.544.488	Rp	11.279.305	Rp	12.398.464	Rp	32.222.257
2019	Rp	8.554.586	Rp	11.281.820	Rp	12.405.952	Rp	32.242.357
2020	Rp	8.567.758	Rp	11.285.801	Rp	12.415.859	Rp	32.269.418
2021	Rp	8.578.282	Rp	11.288.873	Rp	12.424.113	Rp	32.291.269
2022	Rp	8.592.068	Rp	11.293.637	Rp	12.435.080	Rp	32.320.785
2023	Rp	8.607.311	Rp	11.298.705	Rp	12.447.705	Rp	32.353.720
2024	Rp	8.618.518	Rp	11.338.710	Rp	12.486.945	Rp	32.444.173
2025	Rp	8.634.957	Rp	11.345.727	Rp	12.501.835	Rp	32.482.519
2026	Rp	8.721.255	Rp	11.482.120	Rp	12.673.116	Rp	32.876.491

**Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Rencana
(Flyover) (Lanjutan)**

TOTAL BOK FLYOVER					
Tahun	TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK	
	Gol I	Gol II A	Gol II B		
2027	Rp 8.737.406	Rp 11.490.144	Rp 12.688.470	Rp 32.916.021	
2028	Rp 8.753.940	Rp 11.498.654	Rp 12.704.488	Rp 32.957.082	
2029	Rp 8.766.862	Rp 11.504.984	Rp 12.717.151	Rp 32.988.997	
2030	Rp 8.785.315	Rp 11.514.417	Rp 12.735.671	Rp 33.035.402	
2031	Rp 8.888.724	Rp 11.521.381	Rp 12.749.235	Rp 33.159.340	
2032	Rp 8.972.560	Rp 11.632.215	Rp 12.896.768	Rp 33.501.543	
2033	Rp 8.986.636	Rp 11.640.074	Rp 12.911.535	Rp 33.538.245	
2034	Rp 9.005.387	Rp 11.651.452	Rp 12.931.511	Rp 33.588.350	
2035	Rp 9.024.536	Rp 11.663.343	Rp 12.952.190	Rp 33.640.069	
2036	Rp 9.084.400	Rp 11.672.203	Rp 12.968.352	Rp 33.724.955	
2037	Rp 9.104.255	Rp 11.684.985	Rp 12.990.266	Rp 33.779.507	
2038	Rp 9.121.137	Rp 11.694.916	Rp 13.009.162	Rp 33.825.216	
2039	Rp 8.129.293	Rp 10.003.180	Rp 10.778.472	Rp 28.910.946	

**Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan
Eksisting With Project**

TOTAL BOK JALAN EKSISTING WITH PROJECT					
Tahun	TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK	
	Gol I	Gol II A	Gol II B		
2017	Rp 8.436.280	Rp 11.649.054	Rp 13.245.928	Rp 33.331.263	
2018	Rp 8.440.993	Rp 11.647.100	Rp 13.244.505	Rp 33.332.599	
2019	Rp 8.447.068	Rp 11.645.116	Rp 13.243.327	Rp 33.335.511	
2020	Rp 8.452.602	Rp 11.642.226	Rp 13.240.943	Rp 33.335.771	
2021	Rp 8.457.579	Rp 11.640.708	Rp 13.240.079	Rp 33.338.366	
2022	Rp 8.462.737	Rp 11.639.336	Rp 13.239.433	Rp 33.341.506	
2023	Rp 8.467.999	Rp 11.638.103	Rp 13.238.975	Rp 33.345.076	
2024	Rp 8.475.391	Rp 11.635.883	Rp 13.237.771	Rp 33.349.045	
2025	Rp 8.479.382	Rp 11.634.883	Rp 13.237.305	Rp 33.351.569	
2026	Rp 8.484.953	Rp 11.634.069	Rp 13.237.416	Rp 33.356.438	
2027	Rp 8.492.074	Rp 11.633.490	Rp 13.238.117	Rp 33.363.682	
2028	Rp 8.497.005	Rp 11.631.759	Rp 13.236.971	Rp 33.365.736	

Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Total BOK pada Jalan Eksisting With Project (Lanjutan)

TOTAL BOK JALAN EKSISTING WITH PROJECT								
Tahun	TOTAL BOK (Rp)					TOTAL BOK		
	Gol I		Gol II A	Gol II B				
2029	Rp	8.502.887	Rp	11.631.366	Rp	13.237.637	Rp	33.371.890
2030	Rp	8.555.383	Rp	11.631.303	Rp	13.239.030	Rp	33.425.716
2031	Rp	8.562.289	Rp	11.630.293	Rp	13.239.161	Rp	33.431.743
2032	Rp	8.566.807	Rp	11.629.994	Rp	13.239.641	Rp	33.436.442
2033	Rp	8.574.688	Rp	11.630.440	Rp	13.241.729	Rp	33.446.856
2034	Rp	8.581.109	Rp	11.630.782	Rp	13.243.360	Rp	33.455.251
2035	Rp	8.586.708	Rp	11.629.957	Rp	13.243.434	Rp	33.460.099
2036	Rp	8.594.976	Rp	11.630.930	Rp	13.246.209	Rp	33.472.115
2037	Rp	8.646.722	Rp	11.631.684	Rp	13.248.426	Rp	33.526.831
2038	Rp	8.722.307	Rp	11.737.413	Rp	13.385.402	Rp	33.845.122
2039	Rp	7.717.717	Rp	10.032.362	Rp	11.133.464	Rp	28.883.543

5.1.3 Metode Nd Lea

Metode Nd Lea digunakan untuk mencari persentase pengaruh sepeda motor terhadap kendaraan (auto). Persentase ini nantinya akan dipergunakan sebagai penambahan biaya operasional kendaraan pada Golongan I. Berikut merupakan contoh perhitungan BOK akibat adanya sepeda motor pada Titik A untuk Golongan I.

$$KR = 1189 \text{ kendaraan/ jam}$$

$$SM = 1302 \text{ kendaraan/ jam}$$

$$\text{Kendaraan per 100 auto}$$

$$= 100 \times \frac{\text{Jumlah SM}}{\text{Jumlah KR}}$$

$$= 100 \times \frac{1302}{1189}$$

$$= 110 \text{ kendaran/ 100 auto}$$

$$\text{Penambahan BOK akibat sepeda motor}$$

$$= 110/180 \times 0,18$$

$$= 11 \%$$

$$\text{Kenaikan BOK}$$

$$= 11\% \times \text{Rp}2.821.503$$

$$= \text{Rp}308.965$$

Nilai Kenaikan BOK ini akan ditambahkan pada BOK Gol I yang akan dihitung selanjutnya. BOK ditambahkan pada Gol I karena satuan untuk mencari pengaruh sepeda motor yaitu per 100 auto. Berikut adalah hasil perhitungan penambahan BOK akibat pengaruh sepeda motor pada jalan eksisting *without project* dan *with project*.

Tabel 5.17 Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada Titik A Without Project

Titik A (Utara)						BOK SM
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100 auto	Total Mobil	%	
2017	1189	1302	110	1189	11%	Rp 308.965
2018	1268	1389	110	1268	11%	Rp 310.302
2019	1351	1480	110	1351	11%	Rp 318.430
2020	1434	1571	110	1434	11%	Rp 320.117
2021	1517	1662	110	1517	11%	Rp 322.008
2022	1600	1753	110	1600	11%	Rp 329.036
2023	1683	1844	110	1683	11%	Rp 331.343
2024	1766	1935	110	1766	11%	Rp 333.862
2025	1849	2026	110	1849	11%	Rp 336.597
2026	1932	2117	110	1932	11%	Rp 339.551
2027	2015	2208	110	2015	11%	Rp 342.729
2028	2098	2299	110	2098	11%	Rp 355.998
2029	2181	2390	110	2181	11%	Rp 356.953
2030	2264	2481	110	2264	11%	Rp 357.042
2031	2347	2572	110	2347	11%	Rp 357.131
2032	2430	2663	110	2430	11%	Rp 357.219
2033	2513	2754	110	2513	11%	Rp 357.308
2034	2596	2845	110	2596	11%	Rp 357.395
2035	2679	2936	110	2679	11%	Rp 357.483
2036	2762	3027	110	2762	11%	Rp 357.570
2037	2845	3118	110	2845	11%	Rp 357.657
2038	2928	3209	110	2928	11%	Rp 357.743
2039	3011	3300	110	3011	11%	Rp 320.843

**Tabel 5.18 Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada
Jalan Rencana (Flyover) di Titik A**

Titik A (Utara)						BOK SM
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100 auto	Total Mobil	%	
2017	806	883	110	806	11%	Rp 323.175
2018	860	942	110	860	11%	Rp 324.068
2019	916	1003	109	916	11%	Rp 324.626
2020	972	1065	110	972	11%	Rp 325.837
2021	1028	1127	110	1028	11%	Rp 326.728
2022	1085	1188	109	1085	11%	Rp 327.376
2023	1141	1250	110	1141	11%	Rp 328.645
2024	1197	1312	110	1197	11%	Rp 329.572
2025	1253	1373	110	1253	11%	Rp 330.626
2026	1310	1435	110	1310	11%	Rp 339.496
2027	1366	1497	110	1366	11%	Rp 340.932
2028	1422	1558	110	1422	11%	Rp 342.174
2029	1478	1620	110	1478	11%	Rp 343.232
2030	1535	1682	110	1535	11%	Rp 344.521
2031	1591	1743	110	1591	11%	Rp 355.271
2032	1647	1805	110	1647	11%	Rp 356.847
2033	1703	1867	110	1703	11%	Rp 357.972
2034	1760	1928	110	1760	11%	Rp 359.208
2035	1816	1990	110	1816	11%	Rp 360.876
2036	1872	2052	110	1872	11%	Rp 362.061
2037	1928	2113	110	1928	11%	Rp 363.612
2038	1985	2175	110	1985	11%	Rp 364.652
2039	2041	2237	110	2041	11%	Rp 366.440

Tabel 5.19 Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada Titik A *With Project*

Titik A (Utara)						BOK SM
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100 auto	Total Mobil	%	
2017	383	419	109	383	11%	Rp 309.344
2018	408	447	110	408	11%	Rp 309.951
2019	435	477	110	435	11%	Rp 310.521
2020	462	506	110	462	11%	Rp 310.314
2021	489	535	109	489	11%	Rp 310.291
2022	515	565	110	515	11%	Rp 311.317
2023	542	594	110	542	11%	Rp 311.164
2024	569	623	109	569	11%	Rp 311.194
2025	596	653	110	596	11%	Rp 311.581
2026	622	682	110	622	11%	Rp 311.995
2027	649	711	110	649	11%	Rp 312.070
2028	676	741	110	676	11%	Rp 312.434
2029	703	770	110	703	11%	Rp 312.381
2030	729	799	110	729	11%	Rp 312.940
2031	756	829	110	756	11%	Rp 313.288
2032	783	858	110	783	11%	Rp 313.263
2033	810	887	110	810	11%	Rp 313.428
2034	836	917	110	836	11%	Rp 314.152
2035	863	946	110	863	11%	Rp 314.152
2036	890	975	110	890	11%	Rp 314.348
2037	917	1005	110	917	11%	Rp 319.622
2038	943	1034	110	943	11%	Rp 319.989
2039	970	1063	110	970	11%	Rp 320.211

Hasil penambahan BOK akibat sepeda motor di Titik B dan Titik D dapat dilihat pada Lampiran 18.

Saving BOK didapatkan dari hasil perhitungan total BOK jalan eksisting *without project* – total BOK jalan eksisting *with project* (jalan eksisting *with project* + *flyover*). Hasil perhitungan *saving* BOK sebelum adanya penambahan akibat sepeda motor dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.20 Nilai Penghematan (Saving) BOK Sebelum Adanya Penambahan Akibat Sepeda Motor

SELISIH BOK WITHOUT & WITH PROJECT					
Tahun	TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK	
	Gol I	Gol II A	Gol II B		
2017	Rp (8.388.227)	Rp (11.224.206)	Rp (12.310.941)	Rp (31.923.374)	
2018	Rp (8.377.741)	Rp (11.230.738)	Rp (12.318.697)	Rp (31.927.176)	
2019	Rp (8.304.222)	Rp (11.099.086)	Rp (12.166.860)	Rp (31.570.168)	
2020	Rp (8.288.602)	Rp (11.099.340)	Rp (12.166.785)	Rp (31.554.728)	
2021	Rp (8.269.889)	Rp (11.096.055)	Rp (12.161.827)	Rp (31.527.771)	
2022	Rp (8.081.686)	Rp (10.977.257)	Rp (12.007.708)	Rp (31.066.651)	
2023	Rp (8.061.635)	Rp (10.931.565)	Rp (11.966.146)	Rp (30.959.346)	
2024	Rp (8.033.702)	Rp (10.951.945)	Rp (11.974.279)	Rp (30.959.926)	
2025	Rp (8.008.125)	Rp (10.937.194)	Rp (11.954.847)	Rp (30.900.166)	
2026	Rp (8.047.652)	Rp (11.011.708)	Rp (12.056.161)	Rp (31.115.521)	
2027	Rp (7.924.290)	Rp (10.987.576)	Rp (12.023.151)	Rp (30.935.016)	
2028	Rp (7.726.053)	Rp (10.852.726)	Rp (11.847.267)	Rp (30.426.045)	
2029	Rp (7.711.175)	Rp (10.838.599)	Rp (11.830.052)	Rp (30.379.826)	
2030	Rp (7.751.072)	Rp (10.830.158)	Rp (11.822.681)	Rp (30.403.911)	
2031	Rp (7.833.952)	Rp (10.819.118)	Rp (11.810.792)	Rp (30.463.862)	
2032	Rp (7.883.344)	Rp (10.904.645)	Rp (11.921.282)	Rp (30.709.271)	
2033	Rp (7.876.008)	Rp (10.857.581)	Rp (11.879.561)	Rp (30.613.149)	
2034	Rp (7.865.940)	Rp (10.846.114)	Rp (11.866.463)	Rp (30.578.517)	
2035	Rp (7.872.522)	Rp (10.846.143)	Rp (11.870.475)	Rp (30.589.140)	
2036	Rp (7.833.073)	Rp (10.846.492)	Rp (11.874.553)	Rp (30.554.118)	
2037	Rp (7.892.176)	Rp (10.853.263)	Rp (11.888.145)	Rp (30.633.585)	
2038	Rp (7.966.044)	Rp (10.958.145)	Rp (12.027.322)	Rp (30.951.511)	
2039	Rp (7.981.306)	Rp (10.964.597)	Rp (12.040.735)	Rp (30.986.638)	

5.1.4 Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Setelah Adanya Penambahan Sepeda Motor

Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) adalah hasil perbandingan BOK sebelum adanya *flyover* (*Without project*) dengan BOK setelah adanya *flyover* (*With project*), dimana diharapkan adanya penghematan biaya operasional kendaraan setelah adanya *flyover* tersebut.

BOK golongan I harus ditambahkan dengan pengaruh sepeda motor per 100 auto yang telah dianalisis sebelumnya.

Tabel 5.21 Total BOK Setelah Penambahan Sepeda Motor pada Keadaan Eksisting *Without Project*

TOTAL BOK JALAN EKSISTING								
Tahun	TOTAL BOK (Rp)							
	Gol I		Gol II A		Gol II B		TOTAL BOK	
2017	Rp	10.270.318	Rp	11.701.818	Rp	13.326.631		Rp
2018	Rp	10.300.548	Rp	11.695.658	Rp	13.324.272	Rp	35.320.477
2019	Rp	10.402.042	Rp	11.827.841	Rp	13.482.419	Rp	35.712.302
2020	Rp	10.442.499	Rp	11.828.669	Rp	13.489.999	Rp	35.761.166
2021	Rp	10.482.678	Rp	11.833.518	Rp	13.502.356	Rp	35.818.551
2022	Rp	10.731.902	Rp	11.955.697	Rp	13.666.806	Rp	36.354.405
2023	Rp	10.779.512	Rp	12.005.224	Rp	13.720.516	Rp	36.505.252
2024	Rp	10.834.195	Rp	12.022.629	Rp	13.750.420	Rp	36.607.244
2025	Rp	10.888.087	Rp	12.043.397	Rp	13.784.283	Rp	36.715.767
2026	Rp	10.949.476	Rp	12.104.463	Rp	13.854.353	Rp	36.908.292
2027	Rp	11.130.293	Rp	12.136.032	Rp	13.903.410	Rp	37.169.735
2028	Rp	11.384.785	Rp	12.277.660	Rp	14.094.175	Rp	37.756.620
2029	Rp	11.425.543	Rp	12.297.723	Rp	14.124.718	Rp	37.847.984
2030	Rp	11.463.942	Rp	12.315.525	Rp	14.151.993	Rp	37.931.460
2031	Rp	11.498.003	Rp	12.332.528	Rp	14.177.567	Rp	38.008.098
2032	Rp	11.546.385	Rp	12.357.527	Rp	14.215.109	Rp	38.119.021
2033	Rp	11.582.772	Rp	12.412.896	Rp	14.273.666	Rp	38.269.334
2034	Rp	11.626.386	Rp	12.436.084	Rp	14.308.379	Rp	38.370.850
2035	Rp	11.648.631	Rp	12.447.121	Rp	14.325.113	Rp	38.420.865
2036	Rp	11.778.649	Rp	12.456.605	Rp	14.339.971	Rp	38.575.225
2037	Rp	11.793.674	Rp	12.463.361	Rp	14.350.510	Rp	38.607.545
2038	Rp	11.816.081	Rp	12.474.139	Rp	14.367.206	Rp	38.657.426
2039	Rp	11.831.941	Rp	12.481.779	Rp	14.378.966	Rp	38.692.685

Tabel 5.22 Total BOK Setelah Penambahan Sepeda Motor pada Keadaan *Flyover*

TOTAL BOK FLYOVER								
Tahun	TOTAL BOK (Rp)							
	Gol I		Gol II A		Gol II B		TOTAL BOK	
2017	Rp	10.187.298	Rp	11.276.969	Rp	12.391.644		Rp
2018	Rp	10.199.694	Rp	11.279.296	Rp	12.398.464	Rp	33.877.454
2019	Rp	10.208.743	Rp	11.281.811	Rp	12.405.952	Rp	33.896.506
2020	Rp	10.226.726	Rp	11.285.783	Rp	12.415.841	Rp	33.928.350
2021	Rp	10.236.837	Rp	11.288.864	Rp	12.424.104	Rp	33.949.806
2022	Rp	10.253.037	Rp	11.293.627	Rp	12.435.080	Rp	33.981.744
2023	Rp	10.269.601	Rp	11.298.687	Rp	12.447.696	Rp	34.015.984
2024	Rp	10.284.903	Rp	11.338.700	Rp	12.486.927	Rp	34.110.531
2025	Rp	10.302.609	Rp	11.345.709	Rp	12.501.825	Rp	34.150.143
2026	Rp	10.399.463	Rp	11.482.111	Rp	12.673.098	Rp	34.554.672
2027	Rp	10.417.701	Rp	11.490.126	Rp	12.688.452	Rp	34.596.280
2028	Rp	10.437.133	Rp	11.498.636	Rp	12.704.479	Rp	34.640.248
2029	Rp	10.450.659	Rp	11.504.966	Rp	12.717.142	Rp	34.672.766
2030	Rp	10.472.950	Rp	11.514.389	Rp	12.735.653	Rp	34.722.991
2031	Rp	10.588.418	Rp	11.521.362	Rp	12.749.207	Rp	34.858.987
2032	Rp	10.692.619	Rp	11.632.196	Rp	12.896.759	Rp	35.221.574
2033	Rp	10.708.166	Rp	11.640.037	Rp	12.911.516	Rp	35.259.719
2034	Rp	10.729.544	Rp	11.651.435	Rp	12.931.483	Rp	35.312.462
2035	Rp	10.752.058	Rp	11.663.316	Rp	12.952.172	Rp	35.367.546
2036	Rp	10.825.621	Rp	11.672.185	Rp	12.968.316	Rp	35.466.121
2037	Rp	10.848.312	Rp	11.684.958	Rp	12.990.248	Rp	35.523.519
2038	Rp	10.868.064	Rp	11.694.889	Rp	13.009.144	Rp	35.572.097
2039	Rp	10.892.194	Rp	11.708.592	Rp	13.032.354	Rp	35.633.141

Tabel 5.23 Total BOK Setelah Penambahan Sepeda Motor pada Keadaan Eksisting With Project

TOTAL BOK JALAN EKSISTING WITH PROJECT								
Tahun	TOTAL BOK (Rp)							
	Gol I		Gol II A		Gol II B		TOTAL BOK	
2017	Rp	10.087.234	Rp	11.649.054	Rp	13.245.928		Rp
2018	Rp	10.091.041	Rp	11.647.100	Rp	13.244.505	Rp	34.982.647
2019	Rp	10.102.545	Rp	11.645.116	Rp	13.243.327	Rp	34.990.988
2020	Rp	10.103.703	Rp	11.642.226	Rp	13.240.943	Rp	34.986.872
2021	Rp	10.112.866	Rp	11.640.708	Rp	13.240.079	Rp	34.993.653
2022	Rp	10.117.541	Rp	11.639.327	Rp	13.239.433	Rp	34.996.301
2023	Rp	10.125.292	Rp	11.638.103	Rp	13.238.966	Rp	35.002.360
2024	Rp	10.130.125	Rp	11.635.874	Rp	13.237.771	Rp	35.003.770
2025	Rp	10.136.783	Rp	11.634.883	Rp	13.237.305	Rp	35.008.970
2026	Rp	10.141.833	Rp	11.634.060	Rp	13.237.416	Rp	35.013.309
2027	Rp	10.150.997	Rp	11.633.481	Rp	13.238.108	Rp	35.022.587
2028	Rp	10.155.424	Rp	11.631.750	Rp	13.236.962	Rp	35.024.137
2029	Rp	10.164.797	Rp	11.631.357	Rp	13.237.628	Rp	35.033.781
2030	Rp	10.225.947	Rp	11.631.294	Rp	13.239.021	Rp	35.096.262
2031	Rp	10.234.246	Rp	11.630.284	Rp	13.239.152	Rp	35.103.682
2032	Rp	10.239.016	Rp	11.629.976	Rp	13.239.632	Rp	35.108.624
2033	Rp	10.249.370	Rp	11.630.440	Rp	13.241.711	Rp	35.121.521
2034	Rp	10.257.390	Rp	11.630.763	Rp	13.243.360	Rp	35.131.513
2035	Rp	10.262.899	Rp	11.629.948	Rp	13.243.416	Rp	35.136.263
2036	Rp	10.273.605	Rp	11.630.912	Rp	13.246.209	Rp	35.150.725
2037	Rp	10.331.367	Rp	11.631.666	Rp	13.248.407	Rp	35.211.440
2038	Rp	10.422.679	Rp	11.737.395	Rp	13.385.384	Rp	35.545.458
2039	Rp	10.430.635	Rp	11.737.784	Rp	13.387.346	Rp	35.555.765

Saving BOK didapatkan dari hasil perhitungan total BOK jalan eksisting *without project* – total BOK jalan eksisting *with project* (jalan eksisting *with project* + *flyover*). Hasil perhitungan *saving* BOK keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5.24 berikut.

Tabel 5.24 Nilai Penghematan BOK Setelah Adanya Penambahan Akibat Sepeda Motor

SELISIH BOK WITHOUT & WITH PROJECT					
Tahun	TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK	
	Gol I	Gol II A	Gol II B		
2017	Rp (10.004.215)	Rp (11.224.206)	Rp (12.310.941)	Rp (33.539.362)	
2018	Rp (9.990.188)	Rp (11.230.738)	Rp (12.318.697)	Rp (33.539.623)	
2019	Rp (9.909.246)	Rp (11.099.086)	Rp (12.166.860)	Rp (33.175.191)	
2020	Rp (9.887.930)	Rp (11.099.340)	Rp (12.166.785)	Rp (33.154.055)	
2021	Rp (9.867.025)	Rp (11.096.055)	Rp (12.161.827)	Rp (33.124.907)	
2022	Rp (9.638.676)	Rp (10.977.257)	Rp (12.007.708)	Rp (32.623.641)	
2023	Rp (9.615.381)	Rp (10.931.565)	Rp (11.966.146)	Rp (32.513.092)	
2024	Rp (9.580.833)	Rp (10.951.945)	Rp (11.974.279)	Rp (32.507.056)	
2025	Rp (9.551.305)	Rp (10.937.194)	Rp (11.954.847)	Rp (32.443.347)	
2026	Rp (9.591.819)	Rp (11.011.708)	Rp (12.056.161)	Rp (32.659.688)	
2027	Rp (9.438.405)	Rp (10.987.576)	Rp (12.023.151)	Rp (32.449.132)	
2028	Rp (9.207.772)	Rp (10.852.726)	Rp (11.847.267)	Rp (31.907.765)	
2029	Rp (9.189.912)	Rp (10.838.599)	Rp (11.830.052)	Rp (31.858.563)	
2030	Rp (9.234.955)	Rp (10.830.158)	Rp (11.822.681)	Rp (31.887.794)	
2031	Rp (9.324.660)	Rp (10.819.118)	Rp (11.810.792)	Rp (31.954.571)	
2032	Rp (9.385.250)	Rp (10.904.645)	Rp (11.921.282)	Rp (32.211.176)	
2033	Rp (9.374.764)	Rp (10.857.581)	Rp (11.879.561)	Rp (32.111.906)	
2034	Rp (9.360.548)	Rp (10.846.114)	Rp (11.866.463)	Rp (32.073.125)	
2035	Rp (9.366.325)	Rp (10.846.143)	Rp (11.870.475)	Rp (32.082.943)	
2036	Rp (9.320.577)	Rp (10.846.492)	Rp (11.874.553)	Rp (32.041.622)	
2037	Rp (9.386.005)	Rp (10.853.263)	Rp (11.888.145)	Rp (32.127.414)	
2038	Rp (9.474.662)	Rp (10.958.145)	Rp (12.027.322)	Rp (32.460.129)	
2039	Rp (9.490.889)	Rp (10.964.597)	Rp (12.040.735)	Rp (32.496.220)	

5.1.5 Penghematan Nilai Waktu

Nilai waktu merupakan jumlah uang yang harus dikeluarkan pengemudi kendaraan untuk menghemat waktu tempuh yang diperlukan. Nilai waktu ditentukan berdasarkan jenis kendaraan serta lokasi jalan tersebut. Nilai waktu yang digunakan pada perhitungan Tugas Akhir ini adalah nilai waktu menurut PT. Jasa Marga (1990- 1996) formula Herbert Mohring. Nilai waktu mempunyai nilai yang berbeda setiap tahunnya dan selalu akan mengalami kenaikan. Untuk menghitung nilai waktu per tahunnya

digunakan kenaikan inflasi sebesar 3,16% yang didapatkan dari kenaikan inflasi rata- rata tiap tahunnya.

Tabel 5.25 Rata-rata Kenaikan Inflasi

TINGKAT INFLASI BANK INDONESIA Maret 2018 - Maret 2019	
Sep-17	3,72%
Oktober 2017	3,58%
Nov-17	3,30%
Desember 2017	3,61%
Januari 2018	3,25%
Februari 2018	3,18%
Maret 2018	3,40%
Apr-18	3,41%
Mei 2018	3,23%
Juni 2018	3,12%
Juli 2018	3,18%
Agustus 2018	3,20%
Sep-18	2,88%
Oktober 2018	3,16%
Nov-18	3,23%
Desember 2018	3,13%
Januari 2019	2,82%
Februari 2019	2,57%
Maret 2019	2,48%
Apr-19	2,83%
RATA-RATA INFLASI	3,16%

sumber : <http://www.bi.go.id/id/moneter/inflasi/data/Default.aspx>

Selanjutnya akan dihitung *travel time*, nilai waktu serta nilai kalibrasi.

Berikut merupakan contoh perhitungan *travel time* pada Titik A

Panjang jalan eksisting:

Titik A = 0,350 m

Titik B = 0,145 m

Titik D = 0,350 m

Panjang jalan rencana:

Titik A = 0,350 m

Titik B = 0,145 m

Titik D = 0,350 m

Travel time = (jarak/ kecepatan) + tundaan

Gol I = (0,35 / 45,9) + (317,9/3600) = 0,09574 jam

Gol IIA = (0,145 / 42,4) + (317,9/3600) = 0,09637 jam

Gol IIB = (0,35 / 42,4) + (317,9/3600) = 0,09637 jam

**Tabel 5.26 Total *Travel Time* Jalam Eksisting dari Titik A
(Without Project)**

Titik A (Utara)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2017	45,9	42,4	42,4	0,09593	0,09656	0,09656
2018	44,4	40,9	40,9	0,09619	0,09686	0,09686
2019	43,3	39,8	39,8	0,09639	0,09710	0,09710
2020	41,8	38,3	38,3	0,09669	0,09744	0,09744
2021	40,2	36,8	36,8	0,09700	0,09780	0,09780
2022	38,7	35,4	35,4	0,09734	0,09820	0,09820
2023	37,2	33,9	33,9	0,09771	0,09863	0,09863
2024	35,7	32,4	32,4	0,09810	0,09911	0,09911
2025	34,2	30,9	30,9	0,09854	0,09962	0,09962
2026	32,7	29,4	29,4	0,09901	0,10019	0,10019
2027	31,2	28,0	28,0	0,09953	0,10082	0,10082
2028	29,7	26,5	26,5	0,10010	0,10153	0,10153
2029	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2030	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2031	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2032	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2033	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2034	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2035	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2036	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2037	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2038	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171
2039	29,3	26,1	26,1	0,10025	0,10171	0,10171

**Tabel 5.27 Total Travel Time Jalam Eksisting dari Titik A
(Flyover)**

Titik A (Utara)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2017	37,0	33,0	33,0	0,00946	0,01061	0,01061
2018	36,4	32,4	32,4	0,00962	0,01079	0,01079
2019	36,0	32,1	32,1	0,00972	0,01091	0,01091
2020	35,4	31,5	31,5	0,00989	0,01110	0,01110
2021	35,0	31,2	31,2	0,01001	0,01123	0,01123
2022	34,4	30,6	30,6	0,01018	0,01144	0,01144
2023	33,8	30,1	30,1	0,01036	0,01165	0,01165
2024	33,4	29,7	29,7	0,01049	0,01179	0,01179
2025	32,8	29,1	29,1	0,01068	0,01201	0,01201
2026	32,4	28,8	28,8	0,01082	0,01217	0,01217
2027	31,8	28,2	28,2	0,01102	0,01241	0,01241
2028	31,1	27,7	27,7	0,01124	0,01265	0,01265
2029	30,7	27,3	27,3	0,01138	0,01283	0,01283
2030	30,1	26,7	26,7	0,01161	0,01309	0,01309
2031	29,7	26,4	26,4	0,01177	0,01327	0,01327
2032	29,1	25,8	25,8	0,01201	0,01356	0,01356
2033	28,7	25,4	25,4	0,01218	0,01375	0,01375
2034	28,1	24,9	24,9	0,01245	0,01406	0,01406
2035	27,5	24,3	24,3	0,01272	0,01438	0,01438
2036	27,1	24,0	24,0	0,01291	0,01460	0,01460
2037	26,5	23,4	23,4	0,01320	0,01494	0,01494
2038	26,1	23,1	23,1	0,01341	0,01518	0,01518
2039	25,5	22,5	22,5	0,01373	0,01556	0,01556

**Tabel 5.28 Total Travel Time Jalam Eksisting dari Titik A
(With Project)**

Titik A (Utara)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2017	44,0	38,1	38,1	0,03020	0,03143	0,03143
2018	43,8	38,0	38,0	0,03022	0,03146	0,03146
2019	43,5	37,7	37,7	0,03028	0,03152	0,03152
2020	43,4	37,6	37,6	0,03031	0,03155	0,03155

**Tabel 5.29 Total Travel Time Jalan Eksisting dari Titik A
(With Project) (Lanjutan)**

Titik A (Utara)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2021	43,1	37,3	37,3	0,03037	0,03161	0,03161
2022	42,9	37,2	37,2	0,03039	0,03165	0,03165
2023	42,8	37,1	37,1	0,03042	0,03168	0,03168
2024	42,5	36,8	36,8	0,03048	0,03174	0,03174
2025	42,3	36,7	36,7	0,03051	0,03178	0,03178
2026	42,2	36,6	36,6	0,03054	0,03181	0,03181
2027	41,9	36,3	36,3	0,03060	0,03188	0,03188
2028	41,7	36,2	36,2	0,03063	0,03191	0,03191
2029	41,5	36,1	36,1	0,03067	0,03194	0,03194
2030	41,2	35,8	35,8	0,03073	0,03201	0,03201
2031	41,1	35,7	35,7	0,03076	0,03205	0,03205
2032	40,9	35,6	35,6	0,03079	0,03208	0,03208
2033	40,6	35,3	35,3	0,03086	0,03215	0,03215
2034	40,5	35,2	35,2	0,03089	0,03219	0,03219
2035	40,3	35,1	35,1	0,03092	0,03222	0,03222
2036	40,0	34,8	34,8	0,03099	0,03230	0,03230
2037	39,9	34,7	34,7	0,03102	0,03233	0,03233
2038	39,7	34,6	34,6	0,03106	0,03237	0,03237
2039	39,4	34,3	34,3	0,03112	0,03244	0,03244

Untuk menentukan nilai waktu tiap tahunnya, dibutuhkan nilai kalibrasi serta *time value*. *Time value* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *time value* dari PT. Jasa Marga (1990-1996). Penentuan nilai kalibrasi didapatkan dari hasil perbandingan antara harga dollar pada tahun 1996 dengan nilai dollar sekarang yaitu tahun 2019, sedangkan nilai waktu didapatkan dengan cara mengalikan faktor kalibrasi dengan nilai waktu dasar. Sebelum melakukan perhitungan nilai waktu pada tahun 2019, dilakukan perbandingan terlebih dahulu antara nilai waktu pada tahun 1996 dan tahun 2019. Kemudian nilai waktu terbesar digunakan pada perhitungan. Berikut ini adalah contoh perhitungan Nilai waktu pada tahun ke-0 yaitu tahun 2019 :

Nilai Kalibrasi

Tahun 1996 = Rp 2.306

Tahun 2019 = Rp 14.270

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kalibrasi} &= \text{Rp } 14.270 / \text{Rp } 2.306 \\ &= 6,19\end{aligned}$$

Nilai Waktu Dasar (perhitungan menggunakan gaji penumpang Kota Surakarta.

Contoh Perhitungan Sepeda Motor:

$$\begin{aligned}\text{Gaji Penumpang} &= \text{Rp}1.802.700 + (\text{Rp}1.802.700 \times \\ &5\%(\text{tunjangan gaji pokok})) \\ &= \text{Rp}1.892.835\end{aligned}$$

Gaji penumpangan per jenis golongan:

$$\text{Gol I} = \text{Rp}4.200.000$$

$$\text{Gol IIA} = \text{Rp}2.625.000$$

$$\text{Gol IIB} = \text{Rp}2.625.000$$

$$\begin{aligned}\text{SM} &= \text{Rp}1.892.835 / (8 \text{ jam kerja} * 25 \text{ hari kerja}) \\ &= \text{Rp}9.464 / \text{jam} / \text{kendaraan}\end{aligned}$$

$$\text{Gol I} = \text{Rp}21.000 / \text{jam} / \text{kendaraan}$$

$$\text{Gol IIA} = \text{Rp}13.125 / \text{jam} / \text{kendaraan}$$

$$\text{Gol IIB} = \text{Rp}13.125 / \text{jam} / \text{kendaraan}$$

Nilai Waktu Dasar Tahun 1996 = Nilai Waktu Dasar Tahun 1996 \times nilai K (0.52)

$$\text{SM} = \text{Rp}9.464 \times 0,52 = \text{Rp}4.921$$

$$\text{Gol I} = \text{Rp}21.000 \times 0,52 = \text{Rp}10.920$$

$$\text{Gol IIA} = \text{Rp}13.125 \times 0,52 = \text{Rp}6.825$$

$$\text{Gol IIB} = \text{Rp}13.125 \times 0,52 = \text{Rp}6.825$$

Nilai Waktu Dasar Tahun 2019 = Nilai Waktu Dasar Tahun 2019 \times Nilai Kalibrasi

$$\text{SM} = \text{Rp}9.464 \times 6,19 = \text{Rp}30.454$$

$$\text{Gol I} = \text{Rp}21.000 \times 6,19 = \text{Rp}67.575$$

$$\text{Gol IIA} = \text{Rp}13.125 \times 6,19 = \text{Rp}42.234$$

$$\text{Gol IIB} = \text{Rp}13.125 \times 6,19 = \text{Rp}42.234$$

Nilai Waktu Minimum Tahun 1996

Nilai waktu minimum yang digunakan adalah nilai waktu minimum selain Jakarta

SM	= Rp 6.000
Gol I	= Rp 6.000
Gol IIA	= Rp 9.051
Gol IIB	= Rp 6.723

Nilai Waktu Minimum Tahun 2019 = Nilai Waktu Minimum Tahun 1996 \times Nilai Kalibrasi

SM	= Rp 6.000 \times 6,19	= Rp 37.129
Gol I	= Rp 6.000 \times 6,19	= Rp 37.129
Gol IIA	= Rp 9.051 \times 6,19	= Rp 56.009
Gol IIB	= Rp 6.723 \times 6,19	= Rp 41.603

Dari hasil perhitung diatas kemudian dicari nilai tertinggi antara nilai waktu dasar tahun 2019 dengan nilai waktu minimum tahun 2019 tiap golongan sehingga didapatkan :

Nilai Waktu Tahun 2019

SM	= Rp37.129
Gol I	= Rp67.575
Gol IIA	= Rp56.009
Gol IIB	= Rp42.234

$$i = (1 + \text{tingkat inflasi})^{(\text{tahun ke-n})}$$

$$= (1 + 0,0316)^0$$

$$= 1,0000$$

Inflasi Nilai Waktu = Nilai Waktu Tahun 2019 \times i

SM	= Rp37.129 \times 1,0000	= Rp37.129
Gol I	= Rp67.575 \times 1,0000	= Rp67.575
Gol IIA	= Rp56.009 \times 1,0000	= Rp56.009
Gol IIB	= Rp42.234 \times 1,0000	= Rp42.234

Hasil perhitungan hingga 20 tahun kedepan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.30 Nilai Waktu Dasar Tahun 1996 dan 2019

Tahun	Nilai Waktu Dasar Tahun 1996 (Rp/jam/kendaraan)				Nilai Waktu Dasar Tahun 2019 (Rp/jam/kendaraan)			
	SM	Gol I	Gol II A	Gol II B	SM	Gol I	Gol II A	Gol II B
2017	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2018	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2019	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2020	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2021	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2022	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2023	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2024	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2025	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2026	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2027	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2028	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2029	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2030	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2031	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2032	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2033	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2034	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2035	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2036	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2037	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2038	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234
2039	Rp 4.921	Rp 10.920	Rp 6.825	Rp 6.825	Rp 30.454	Rp 67.575	Rp 42.234	Rp 42.234

Tabel 5.32 Nilai Waktu Tahun 2019 yang Dipilih

Nilai Waktu Tahun 2019 (Rp/jam/kendaraan)			
SM	Gol I	Gol II A	Gol II B
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234

Tabel 5.33 Inflasi Nilai Waktu

Tahun Ke - n	$i = 3,16\%(F/P;i\%,n)$	INFLASI NILAI WAKTU (Rp/jam/kendaraan)			
	$(1+0.0316)^n$	SM	Gol I	Gol II A	Gol II B
0	1,0000	Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
0	1,0000	Rp 37.129	Rp 67.575	Rp 56.009	Rp 42.234
1	1,0316	Rp 38.304	Rp 69.713	Rp 57.782	Rp 43.571
2	1,0643	Rp 39.516	Rp 71.919	Rp 59.610	Rp 44.949
3	1,0980	Rp 40.766	Rp 74.195	Rp 61.496	Rp 46.372
4	1,1327	Rp 42.056	Rp 76.542	Rp 63.442	Rp 47.839

Tabel 5.34 Inflasi Nilai Waktu (Lanjutan)

Tahun Ke - n	$i = 3,16\%(F/P, i\%, n)$	INFLASI NILAI WAKTU (Rp/jam/kendaraan)			
	$(1+0.0316)^n$	SM	Gol I	Gol II A	Gol II B
5	1,1685	Rp 43.387	Rp 78.964	Rp 65.449	Rp 49.352
6	1,2055	Rp 44.759	Rp 81.462	Rp 67.520	Rp 50.914
7	1,2436	Rp 46.176	Rp 84.040	Rp 69.656	Rp 52.525
8	1,2830	Rp 47.637	Rp 86.699	Rp 71.860	Rp 54.187
9	1,3236	Rp 49.144	Rp 89.442	Rp 74.134	Rp 55.901
10	1,3655	Rp 50.699	Rp 92.272	Rp 76.479	Rp 57.670
11	1,4087	Rp 52.303	Rp 95.191	Rp 78.899	Rp 59.495
12	1,4532	Rp 53.958	Rp 98.203	Rp 81.395	Rp 61.377
13	1,4992	Rp 55.665	Rp 101.310	Rp 83.971	Rp 63.319
14	1,5467	Rp 57.426	Rp 104.516	Rp 86.627	Rp 65.322
15	1,5956	Rp 59.243	Rp 107.823	Rp 89.368	Rp 67.389
16	1,6461	Rp 61.118	Rp 111.234	Rp 92.196	Rp 69.521
17	1,6982	Rp 63.051	Rp 114.754	Rp 95.113	Rp 71.721
18	1,7519	Rp 65.046	Rp 118.384	Rp 98.122	Rp 73.990
19	1,8073	Rp 67.104	Rp 122.130	Rp 101.227	Rp 76.331
20	1,8645	Rp 69.228	Rp 125.994	Rp 104.430	Rp 78.746
21	1,9235	Rp 71.418	Rp 129.981	Rp 107.734	Rp 81.238

Dari hasil perhitungan nilai waktu didapatkan hasil pada kondisi eksisting *without project*, *with project*, dan kondisi rencana (*flyover*) seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 5.35 Nilai Waktu Kondisi Eksisting Without Project

Tahun	TOTAL NILAI WAKTU JALAN EKSISTING (Rp)				TOTAL NILAI WAKTU
	SM	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	Rp 3.270.571.214	Rp 132.191.489.191	Rp 432.149.349	Rp 167.336.943	Rp 136.061.546.697
2018	Rp 3.495.610.149	Rp 141.399.314.002	Rp 538.230.541	Rp 247.044.181	Rp 145.680.198.873
2019	Rp 3.846.420.426	Rp 155.771.522.712	Rp 719.370.876	Rp 337.321.250	Rp 160.674.635.264
2020	Rp 4.222.930.764	Rp 171.028.920.544	Rp 856.280.727	Rp 433.600.246	Rp 176.541.732.280
2021	Rp 4.619.967.323	Rp 187.118.183.542	Rp 1.059.701.619	Rp 535.967.587	Rp 193.333.820.071
2022	Rp 5.032.248.247	Rp 204.182.111.697	Rp 1.216.401.270	Rp 735.807.861	Rp 211.166.569.075
2023	Rp 5.470.688.242	Rp 222.145.893.818	Rp 1.389.227.917	Rp 854.726.922	Rp 229.860.536.898
2024	Rp 5.939.824.058	Rp 241.176.070.582	Rp 1.630.318.327	Rp 981.329.925	Rp 249.727.542.893
2025	Rp 6.434.147.979	Rp 261.227.675.479	Rp 1.827.103.651	Rp 1.115.584.108	Rp 270.604.511.216
2026	Rp 6.948.004.786	Rp 282.479.913.303	Rp 2.097.791.214	Rp 1.270.107.472	Rp 292.795.816.774
2027	Rp 7.495.577.696	Rp 304.916.489.856	Rp 2.314.168.571	Rp 1.529.882.919	Rp 316.256.119.041
2028	Rp 8.080.769.768	Rp 328.675.499.031	Rp 2.544.257.724	Rp 1.695.727.493	Rp 340.996.254.016

Tabel 5.36 Nilai Waktu Kondisi Eksisting *Without Project*
(lanjutan)

Tahun	TOTAL NILAI WAKTU JALAN EKSISTING (Rp)				TOTAL NILAI WAKTU
	SM	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2029	Rp 8.683.319.400	Rp 353.137.556.447	Rp 2.858.551.277	Rp 1.867.691.010	Rp 366.547.118.134
2030	Rp 9.303.592.091	Rp 378.785.460.813	Rp 3.111.386.084	Rp 2.048.770.615	Rp 393.249.209.602
2031	Rp 9.959.057.775	Rp 405.650.692.476	Rp 3.458.447.369	Rp 2.239.225.043	Rp 421.307.422.663
2032	Rp 10.659.397.436	Rp 434.104.775.450	Rp 3.752.651.609	Rp 2.568.628.807	Rp 451.085.453.301
2033	Rp 11.390.577.902	Rp 463.810.353.296	Rp 4.051.051.122	Rp 2.784.986.886	Rp 482.036.969.206
2034	Rp 12.149.879.285	Rp 495.190.146.759	Rp 4.467.139.529	Rp 3.014.311.127	Rp 514.821.476.700
2035	Rp 12.944.688.714	Rp 527.770.334.459	Rp 4.799.301.076	Rp 3.268.740.348	Rp 548.783.064.596
2036	Rp 13.787.510.941	Rp 562.034.714.023	Rp 5.245.553.406	Rp 3.521.327.445	Rp 584.589.105.815
2037	Rp 14.666.974.970	Rp 597.786.679.275	Rp 5.614.700.069	Rp 3.934.964.495	Rp 622.003.318.809
2038	Rp 15.580.505.751	Rp 635.528.358.629	Rp 6.005.568.023	Rp 4.219.795.080	Rp 661.334.227.483
2039	Rp 16.540.188.621	Rp 674.870.506.535	Rp 6.519.112.605	Rp 4.517.225.452	Rp 702.447.033.213

Tabel 5.37 Nilai Waktu Kondisi Rencana (*Flyover*)

Tahun	TOTAL NILAI WAKTU FLYOVER (Rp)				TOTAL NILAI WAKTU
	SM	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	Rp 159.797.408	Rp 6.539.717.694	Rp 17.563.899	Rp 6.990.015	Rp 6.564.271.608
2018	Rp 171.982.810	Rp 7.045.618.215	Rp 22.146.121	Rp 13.730.709	Rp 7.081.495.045
2019	Rp 190.291.433	Rp 7.810.402.845	Rp 32.230.954	Rp 17.745.839	Rp 7.860.379.638
2020	Rp 210.632.135	Rp 8.636.064.263	Rp 38.396.779	Rp 22.117.248	Rp 8.696.578.290
2021	Rp 231.442.625	Rp 9.504.829.220	Rp 49.905.364	Rp 26.760.288	Rp 9.581.494.873
2022	Rp 253.905.841	Rp 10.456.805.806	Rp 62.445.768	Rp 39.675.896	Rp 10.558.927.469
2023	Rp 278.727.097	Rp 11.478.587.195	Rp 65.770.245	Rp 45.499.754	Rp 11.589.857.194
2024	Rp 303.921.933	Rp 12.518.742.546	Rp 85.359.364	Rp 51.587.544	Rp 12.655.689.455
2025	Rp 332.440.664	Rp 13.692.850.869	Rp 89.835.298	Rp 62.796.618	Rp 13.845.482.785
2026	Rp 361.044.446	Rp 14.887.126.904	Rp 111.890.052	Rp 65.851.199	Rp 15.064.868.155
2027	Rp 392.591.840	Rp 16.197.031.314	Rp 123.195.051	Rp 83.230.968	Rp 16.403.457.334
2028	Rp 425.839.519	Rp 17.596.017.499	Rp 135.309.437	Rp 96.985.965	Rp 17.828.312.901
2029	Rp 461.276.544	Rp 19.038.308.323	Rp 154.776.471	Rp 106.206.824	Rp 19.299.291.618
2030	Rp 499.274.829	Rp 20.643.893.620	Rp 169.043.285	Rp 116.490.657	Rp 20.929.427.562
2031	Rp 537.891.640	Rp 22.269.774.589	Rp 191.176.342	Rp 127.011.889	Rp 22.587.962.820
2032	Rp 582.378.077	Rp 24.076.357.538	Rp 216.500.794	Rp 151.309.196	Rp 24.444.167.528
2033	Rp 626.135.733	Rp 25.926.135.818	Rp 225.508.562	Rp 163.825.826	Rp 26.315.470.206
2034	Rp 675.504.330	Rp 27.988.119.368	Rp 262.616.688	Rp 177.792.303	Rp 28.428.528.359
2035	Rp 728.255.795	Rp 30.181.992.328	Rp 273.668.175	Rp 200.315.066	Rp 30.655.975.568
2036	Rp 781.720.929	Rp 32.416.291.557	Rp 313.434.493	Rp 208.774.522	Rp 32.938.500.573
2037	Rp 842.323.490	Rp 34.910.769.203	Rp 337.858.045	Rp 240.749.131	Rp 35.489.376.379
2038	Rp 903.274.975	Rp 37.457.046.535	Rp 362.776.625	Rp 266.673.561	Rp 38.086.496.721
2039	Rp 971.531.438	Rp 40.296.329.964	Rp 401.409.166	Rp 287.372.219	Rp 40.985.111.350

Tabel 5.38 Nilai Waktu Kondisi Eksisting With Project

Tahun	TOTAL NILAI WAKTU JALAN EKSISTING (Rp)				TOTAL NILAI WAKTU
	SM	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	Rp 378.445.462	Rp 14.948.943.198	Rp 74.002.505	Rp 29.369.659	Rp 15.430.760.824
2018	Rp 403.915.555	Rp 15.960.265.835	Rp 91.633.341	Rp 42.634.360	Rp 16.498.449.091
2019	Rp 444.459.324	Rp 17.559.036.427	Rp 112.800.507	Rp 57.718.191	Rp 18.174.014.448
2020	Rp 487.144.788	Rp 19.286.509.261	Rp 135.243.327	Rp 73.740.561	Rp 19.982.637.937
2021	Rp 533.483.787	Rp 21.060.684.076	Rp 159.021.419	Rp 90.744.022	Rp 21.843.933.304
2022	Rp 580.915.805	Rp 22.930.678.842	Rp 164.246.949	Rp 108.789.014	Rp 23.784.630.609
2023	Rp 629.413.838	Rp 24.900.784.612	Rp 210.911.648	Rp 112.365.292	Rp 25.853.475.391
2024	Rp 683.802.969	Rp 27.037.298.704	Rp 217.946.090	Rp 148.267.320	Rp 28.087.315.083
2025	Rp 738.988.707	Rp 29.214.510.551	Rp 269.057.859	Rp 153.086.601	Rp 30.375.643.719
2026	Rp 795.682.064	Rp 31.515.223.829	Rp 277.912.813	Rp 192.416.960	Rp 32.781.235.666
2027	Rp 857.264.397	Rp 33.974.576.882	Rp 310.657.827	Rp 198.821.251	Rp 35.341.320.357
2028	Rp 925.005.806	Rp 36.541.991.364	Rp 345.062.095	Rp 223.607.343	Rp 38.035.666.608
2029	Rp 991.131.055	Rp 39.220.760.279	Rp 381.493.582	Rp 249.873.224	Rp 40.843.258.139
2030	Rp1.062.816.088	Rp 42.050.558.795	Rp 420.106.550	Rp 277.729.913	Rp 43.811.211.346
2031	Rp1.139.830.209	Rp 45.046.828.371	Rp 460.767.741	Rp 307.098.027	Rp 46.954.524.349
2032	Rp1.216.267.341	Rp 48.172.946.208	Rp 475.772.145	Rp 337.929.620	Rp 50.202.915.314
2033	Rp1.303.503.597	Rp 51.457.669.914	Rp 548.750.317	Rp 349.210.769	Rp 53.659.134.597
2034	Rp1.388.423.172	Rp 54.889.391.910	Rp 566.872.526	Rp 405.218.482	Rp 57.249.906.090
2035	Rp1.479.314.076	Rp 58.512.204.609	Rp 649.712.798	Rp 418.475.591	Rp 61.059.707.075
2036	Rp1.577.892.192	Rp 62.315.030.284	Rp 671.436.974	Rp 479.933.984	Rp 65.044.293.434
2037	Rp1.678.505.871	Rp 66.322.065.408	Rp 726.155.428	Rp 495.805.122	Rp 69.222.531.828
2038	Rp1.781.663.404	Rp 70.486.750.328	Rp 783.771.368	Rp 540.352.816	Rp 73.592.537.916
2039	Rp1.892.444.885	Rp 74.901.702.379	Rp 844.460.507	Rp 584.436.562	Rp 78.223.044.333

Penghematan nilai waktu adalah selisih dari nilai waktu sebelum pembangunan dengan nilai waktu setelah dibangunnya *flyover*. Contoh perhitungan penghematan nilai waktu dapat dilihat dibawah ini:

Penghematan Nilai Waktu = Nilai Waktu Eksisting *Without Project* - (Nilai Waktu Eksisting *With Project* + Nilai Waktu *Flyover*).

Total Nilai Waktu *Flyover* dan Eksisting *With Project*:

$$\begin{aligned} \text{SM} &= \text{Rp}159.797.408 + \text{Rp}378.445.462 \\ &= \text{Rp}538.242.870 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol I} &= \text{Rp}6.539.717.694 + \text{Rp}14.948.943.198 \\ &= \text{Rp}21.488.660.892 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol IIA} &= \text{Rp}17.563.899 + \text{Rp}74.002.505 \\ &= \text{Rp}91.566.404 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol IIB} &= \text{Rp}6.990.015 + \text{Rp}29.369.659 \\ &= \text{Rp}36.359.675 \end{aligned}$$

Total Penghematan Nilai Waktu:

SM = Rp3.270.571.214 – Rp538.242.870
= Rp2.732.328.344

Gol I = Rp21.488.660.892 – Rp132.191.489.191
= Rp110.702.828.299

Gol IIA = Rp91.566.404 – Rp432.149.349
= Rp340.582.945

Gol IIB = Rp36.359.675 – Rp167.336.943
= Rp130.977.268

Total Saving = Rp2.732.328.344 + Rp110.702.828.299
+ Rp340.582.945 + Rp130.977.268
= Rp113.906.716.856

Hasil penghematan nilai waktu pada kondisi *with project* dan total keseluruhan penghematan dapat dilihat pada tabel 5.39 dan 5.40 berikut:

Tabel 5.39 Total Penghematan Nilai Waktu pada Kondisi Rencana (Flyover) dan With Project

Tahun	JALAN EKSTING + FLYOVER (Rp)				TOTAL Nilai Waktu With Project
	SM	Gol I	Gol II	Gol III	
2017	Rp 538.242.870	Rp 21.488.660.892	Rp 91.566.404	Rp 36.359.675	Rp 22.154.829.841
2018	Rp 575.898.365	Rp 23.005.884.050	Rp 113.779.462	Rp 56.365.069	Rp 23.751.926.946
2019	Rp 634.750.756	Rp 25.369.439.272	Rp 145.031.461	Rp 75.464.030	Rp 26.224.685.519
2020	Rp 697.776.923	Rp 27.922.573.524	Rp 173.640.107	Rp 95.857.809	Rp 28.889.848.363
2021	Rp 764.926.412	Rp 30.565.513.297	Rp 208.926.783	Rp 117.504.310	Rp 31.656.870.802
2022	Rp 834.821.645	Rp 33.387.484.647	Rp 226.692.717	Rp 148.464.909	Rp 34.597.463.919
2023	Rp 908.140.935	Rp 36.379.371.807	Rp 276.681.893	Rp 157.865.047	Rp 37.722.059.682
2024	Rp 987.724.902	Rp 39.556.041.250	Rp 303.305.454	Rp 199.854.864	Rp 41.046.926.471
2025	Rp 1.071.429.371	Rp 42.907.361.421	Rp 358.893.157	Rp 215.883.219	Rp 44.553.567.168
2026	Rp 1.156.726.510	Rp 46.402.350.733	Rp 389.802.865	Rp 258.268.159	Rp 48.207.148.267
2027	Rp 1.249.856.237	Rp 50.171.608.197	Rp 433.852.878	Rp 282.052.220	Rp 52.137.369.531
2028	Rp 1.350.845.326	Rp 54.138.008.863	Rp 480.371.532	Rp 320.593.308	Rp 56.289.819.028
2029	Rp 1.452.407.599	Rp 58.259.068.602	Rp 536.270.052	Rp 356.080.048	Rp 60.603.826.301
2030	Rp 1.562.090.917	Rp 62.694.452.415	Rp 589.149.835	Rp 394.220.570	Rp 65.239.913.737
2031	Rp 1.677.721.850	Rp 67.316.602.961	Rp 651.944.083	Rp 434.109.916	Rp 70.080.378.809
2032	Rp 1.798.645.417	Rp 72.249.303.746	Rp 692.272.939	Rp 489.238.816	Rp 75.229.460.919
2033	Rp 1.929.639.330	Rp 77.383.805.732	Rp 774.258.879	Rp 513.036.594	Rp 80.600.740.536
2034	Rp 2.063.927.502	Rp 82.877.511.279	Rp 829.489.214	Rp 583.010.784	Rp 86.353.938.779
2035	Rp 2.207.569.871	Rp 88.694.196.937	Rp 923.380.973	Rp 618.790.657	Rp 92.443.938.438
2036	Rp 2.359.613.121	Rp 94.731.321.841	Rp 984.871.468	Rp 688.708.506	Rp 98.764.514.936
2037	Rp 2.520.829.361	Rp 101.232.834.611	Rp 1.064.013.473	Rp 736.554.253	Rp 105.554.231.698
2038	Rp 2.684.938.379	Rp 107.943.796.864	Rp 1.146.547.992	Rp 807.026.377	Rp 112.582.309.612
2039	Rp 2.863.976.323	Rp 115.198.032.343	Rp 1.245.869.673	Rp 871.808.781	Rp 120.179.687.120

Tabel 5.40 Total Penghematan Nilai Waktu

Tahun	PENGHEMATAN NILAI WAKTU (Rp)				TOTAL SAVING
	SM	Gol I	Gol II	Gol III	
2017	Rp 2.732.328.344	Rp 110.702.828.299	Rp 340.582.945	Rp 130.977.268	Rp 113.906.716.856
2018	Rp 2.919.711.784	Rp 118.393.429.952	Rp 424.451.080	Rp 190.679.111	Rp 121.928.271.927
2019	Rp 3.211.669.670	Rp 130.402.083.440	Rp 574.339.415	Rp 261.857.220	Rp 134.449.949.745
2020	Rp 3.525.153.840	Rp 143.106.347.020	Rp 682.640.620	Rp 337.742.437	Rp 147.651.883.918
2021	Rp 3.855.040.911	Rp 156.552.670.245	Rp 850.774.836	Rp 418.463.277	Rp 161.676.949.269
2022	Rp 4.197.426.601	Rp 170.794.627.050	Rp 989.708.553	Rp 587.342.952	Rp 176.569.105.156
2023	Rp 4.562.547.307	Rp 185.766.522.010	Rp 1.112.546.024	Rp 696.861.875	Rp 192.138.477.216
2024	Rp 4.952.099.156	Rp 201.620.029.332	Rp 1.327.012.874	Rp 781.475.061	Rp 208.680.616.423
2025	Rp 5.362.718.608	Rp 218.320.314.058	Rp 1.468.210.494	Rp 899.700.888	Rp 226.050.944.049
2026	Rp 5.791.278.276	Rp 236.077.562.570	Rp 1.707.988.349	Rp 1.011.839.312	Rp 244.588.668.507
2027	Rp 6.245.721.459	Rp 254.744.881.659	Rp 1.880.315.693	Rp 1.247.830.699	Rp 264.118.749.510
2028	Rp 6.729.924.442	Rp 274.537.490.168	Rp 2.063.886.192	Rp 1.375.134.185	Rp 284.706.434.988
2029	Rp 7.230.911.801	Rp 294.878.487.846	Rp 2.322.281.225	Rp 1.511.610.962	Rp 305.943.291.834
2030	Rp 7.741.501.174	Rp 316.091.008.398	Rp 2.522.236.249	Rp 1.654.550.045	Rp 328.009.295.865
2031	Rp 8.281.335.926	Rp 338.334.089.515	Rp 2.806.503.286	Rp 1.805.115.127	Rp 351.227.043.853
2032	Rp 8.860.752.019	Rp 361.855.471.704	Rp 3.060.378.670	Rp 2.079.389.990	Rp 375.855.992.382
2033	Rp 9.460.938.572	Rp 386.426.547.564	Rp 3.276.792.242	Rp 2.271.950.291	Rp 401.436.228.669
2034	Rp 10.085.951.783	Rp 412.312.635.480	Rp 3.637.650.315	Rp 2.431.300.343	Rp 428.467.537.920
2035	Rp 10.737.118.842	Rp 439.076.137.522	Rp 3.875.920.103	Rp 2.649.949.691	Rp 456.339.126.158
2036	Rp 11.427.897.820	Rp 467.303.392.182	Rp 4.260.681.938	Rp 2.832.618.939	Rp 485.824.590.879
2037	Rp 12.146.145.609	Rp 496.553.844.664	Rp 4.550.686.597	Rp 3.198.410.242	Rp 516.449.087.112
2038	Rp 12.895.567.372	Rp 527.584.561.765	Rp 4.859.020.030	Rp 3.412.768.703	Rp 548.751.917.871
2039	Rp 13.676.212.298	Rp 559.672.474.192	Rp 5.273.242.932	Rp 3.645.416.671	Rp 582.267.346.093

5.1.6 Biaya Pembangunan dan Pemeliharaan

Data biaya konstruksi atau pembangunan pada *Flyover* Manahan ini didapatkan dari kontraktor terkait yang akan menangani pengerjaan pembangunan *flyover* tersebut dengan total harga pekerjaan sebesar Rp 52.632.979.408. Rincian biaya pembangunan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.41 Biaya Konstruksi Flyover Manahan

No. Divisi	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	Rp 858.050.000
2	Drainase	-
3	Pekerjaan Tanah	Rp 273.332.911
4	Pelebaran Perkerasan dan Bahu Jalan	Rp 2.075.450.890
5	Perkerasan Non Aspal	Rp 2.944.514.847
6	Perkerasan Aspal	-
7	Struktur	Rp 41.291.203.113
8	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	-
9	Pekerjaan Harian	Rp 316.018.693
10	Pekerjaan Pemeliharaan Rutin	Rp 89.592.644
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		Rp 47.848.163.098
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		Rp 4.784.816.310
(C) Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)		Rp 52.632.979.408

Pehitungan biaya pembebasan lahan pada konstruksi *Flyover* Manahan dapat dilihat pada rincian berikut:

Harga tanah per meter : Rp. 4.800.000
 Harga bangunan per meter : Rp. 1.200.000
 Panjang *flyover* : 495 m
 Lebar *flyover* : 8 m
 Harga tanah : 495 m x 8 m x Rp 4.800.000
 : Rp 19.008.000.000
 Harga bangunan : 495 m x 8 m x Rp 1.200.000
 : Rp 4.752.000.000
 Total Pembebasan Lahan : Harga tanah + harga bangunan
 : Rp 19.008.000.000 + Rp
 4.752.000.000
 : Rp 23.760.000.000

Dalam umur rencana *flyover*, perlu dilakukan pemeliharaan tiap tahunnya. Pemeliharaan diasumsikan sebesar 5% dari harga pembangunan yaitu Rp 2.631.648.970,39. Biaya pembangunan mengalami peningkatan tiap tahunnya dikarenakan inflasi yang terjadi. Besarnya BI rate yang terjadi berdasarkan nilai inflasi Bank Indonesia sebesar 7,22%.

5.1.7 Analisis Nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Analisis kelayakan ekonomi pembangunan *Flyover* Manahan ini dapat dilihat dari nilai BCR. Analisis nilai BCR dilakukan dengan cara membandingkan biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan *flyover* tersebut termasuk biaya pemeliharannya (*cost*) dengan besarnya penghematan yang terjadi. Penghematan yang terjadi didapatkan dari penghematan BOK serta penghematan nilai waktu. Perhitungan mengenai analisis BCR adalah sebagai berikut :

Biaya Pembangunan	: Rp 52.632.979.408
Biaya Pembebasan Lahan	: Rp 23.760.000.000
Biaya Pemeliharaan	: Rp 2.631.648.970,39
Umur Rencana	: 20 tahun
Tingkat Suku Bunga	: 7,22%

Tingkat suku bunga didapatkan dari rata-rata BI Rate selama beberapa tahun. BI rate yang digunakan pada tugas akhir ini adalah BI rate pada bulan Februari 2015 hingga Juli 2016.

Present Worth Benefit adalah total penghematan biaya operasional kendaraan dan nilai waktu. *Present Worth Cost* adalah jumlah pengeluaran dari pembangunan serta pemeliharaan dalam waktu 20 tahun.

Biaya pemeliharaan dimulai pada tahun 2019 karena dianggap *flyover* baru akan beroperasi pada tahun tersebut. Biaya pemeliharaan akan meningkat tiap tahunnya mengikuti nilai inflasi. Berikut ini merupakan BI Rate tiap bulannya serta hasil perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR).

Tabel 5.42 BI Rate Per Bulan Tahun 2015-2016

BI RATE Februari 2015 - Juli 2016			
17 Februari 2015	7,50%	17 Nopember 2015	7,50%
17 Maret 2015	7,50%	17 Desember 2015	7,50%
14 April 2015	7,50%	14 Januari 2016	7,25%
19 Mei 2015	7,50%	18 Februari 2016	7,00%
18 Juni 2015	7,50%	17 Maret 2016	6,75%
14 Juli 2015	7,50%	21 April 2016	6,75%
18 Agustus 2015	7,50%	19 Mei 2016	6,75%
17 September 2015	7,50%	16 Juni 2016	6,50%
15 Oktober 2015	7,50%	21 Juli 2016	6,50%
RATE RATA-RATA			7,22%

sumber : <http://www.bi.go.id/id/moneter/bi-rate/data/Default.aspx>

Tabel 5.43 Total Cost Selama 20 tahun

Tahun Ke-	Tahun	Total Cost (Rp)		Total Cost (Rp)
		Biaya Pembangunan	Biaya Pemeliharaan	
0	2018	Rp 76.392.979.408		Rp 76.392.979.408
0	2019		Rp 2.631.648.970	Rp 2.631.648.970
1	2020		Rp 2.714.914.344	Rp 2.714.914.344
2	2021		Rp 2.800.814.234	Rp 2.800.814.234
3	2022		Rp 2.889.431.996	Rp 2.889.431.996
4	2023		Rp 2.980.853.624	Rp 2.980.853.624
5	2024		Rp 3.075.167.833	Rp 3.075.167.833
6	2025		Rp 3.172.466.143	Rp 3.172.466.143
7	2026		Rp 3.272.842.972	Rp 3.272.842.972
8	2027		Rp 3.376.395.724	Rp 3.376.395.724
9	2028		Rp 3.483.224.884	Rp 3.483.224.884
10	2029		Rp 3.593.434.120	Rp 3.593.434.120
11	2030		Rp 3.707.130.375	Rp 3.707.130.375
12	2031		Rp 3.824.423.980	Rp 3.824.423.980
13	2032		Rp 3.945.428.755	Rp 3.945.428.755
14	2033		Rp 4.070.262.121	Rp 4.070.262.121
15	2034		Rp 4.199.045.214	Rp 4.199.045.214
16	2035		Rp 4.331.903.005	Rp 4.331.903.005
17	2036		Rp 4.468.964.416	Rp 4.468.964.416
18	2037		Rp 4.610.362.450	Rp 4.610.362.450
19	2038		Rp 4.756.234.318	Rp 4.756.234.318
20	2039		Rp 4.906.721.572	Rp 4.906.721.572

Tabel 5.44 Total Benefit Selama 20 tahun

Tahun Ke	Benefit (Rp)		Total Benefit (Rp)
	Saving BOK	Saving Time Value	
0			
0	Rp (33.175.191)	Rp 121.928.271.927	Rp 121.895.096.736
1	Rp (33.154.055)	Rp 134.449.949.745	Rp 134.416.795.690
2	Rp (33.124.907)	Rp 147.651.883.918	Rp 147.618.759.011
3	Rp (32.623.641)	Rp 161.676.949.269	Rp 161.644.325.629
4	Rp (32.513.092)	Rp 176.569.105.156	Rp 176.536.592.064
5	Rp (32.507.056)	Rp 192.138.477.216	Rp 192.105.970.160
6	Rp (32.443.347)	Rp 208.680.616.423	Rp 208.648.173.076
7	Rp (32.659.688)	Rp 226.050.944.049	Rp 226.018.284.361
8	Rp (32.449.132)	Rp 244.588.668.507	Rp 244.556.219.375
9	Rp (31.907.765)	Rp 264.118.749.510	Rp 264.086.841.745
10	Rp (31.858.563)	Rp 284.706.434.988	Rp 284.674.576.424
11	Rp (31.887.794)	Rp 305.943.291.834	Rp 305.911.404.040
12	Rp (31.954.571)	Rp 328.009.295.865	Rp 327.977.341.294
13	Rp (32.211.176)	Rp 351.227.043.853	Rp 351.194.832.677
14	Rp (32.111.906)	Rp 375.855.992.382	Rp 375.823.880.476
15	Rp (32.073.125)	Rp 401.436.228.669	Rp 401.404.155.544
16	Rp (32.082.943)	Rp 428.467.537.920	Rp 428.435.454.977
17	Rp (32.041.622)	Rp 456.339.126.158	Rp 456.307.084.536
18	Rp (32.127.414)	Rp 485.824.590.879	Rp 485.792.463.465
19	Rp (32.460.129)	Rp 516.449.087.112	Rp 516.416.626.983
20	Rp (32.496.220)	Rp 548.751.917.871	Rp 548.719.421.650

Tabel 5.45 Nilai Benefit Cost Ratio (BCR)

Tahun Ke	$i = 7.22\%$	Present Worth Cost (Rp)	Present Worth Benefit (Rp)
	(P/F, $i\%, n$)		
0	1,00	Rp 76.392.979.408	
0	1,00	Rp 2.631.648.970	Rp 121.895.096.736
1	0,93	Rp 2.532.044.466	Rp 125.362.814.633
2	0,87	Rp 2.436.209.863	Rp 128.402.045.476
3	0,81	Rp 2.344.002.475	Rp 131.131.204.978
4	0,76	Rp 2.255.285.018	Rp 133.565.877.868
5	0,71	Rp 2.169.925.401	Rp 135.555.406.068
6	0,66	Rp 2.087.796.535	Rp 137.311.136.884
7	0,61	Rp 2.008.776.141	Rp 138.723.470.973

Tabel 5.46 Nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) (Lanjutan)

Tahun Ke	$i = 7.22\%$	Present Worth Cost (Rp)	Present Worth Benefit (Rp)
	(P/F, $i\%, n$)		
8	0,57	Rp 1.932.746.566	Rp 139.991.053.145
9	0,53	Rp 1.859.594.612	Rp 140.988.447.293
10	0,50	Rp 1.789.211.365	Rp 141.742.681.355
11	0,46	Rp 1.721.492.032	Rp 142.057.060.669
12	0,43	Rp 1.656.335.789	Rp 142.045.079.488
13	0,40	Rp 1.593.645.625	Rp 141.855.332.649
14	0,38	Rp 1.533.328.202	Rp 141.578.438.397
15	0,35	Rp 1.475.293.716	Rp 141.029.447.870
16	0,33	Rp 1.419.455.760	Rp 140.387.532.571
17	0,31	Rp 1.365.731.198	Rp 139.449.045.264
18	0,29	Rp 1.314.040.041	Rp 138.459.992.146
19	0,27	Rp 1.264.305.328	Rp 137.274.206.674
20	0,25	Rp 1.216.453.009	Rp 136.036.125.467
TOTAL		Rp 115.000.301.517	Rp 2.874.841.496.605
BCR		Rp	25 > 1 OK

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai BCR yaitu:

Total *Present Worth Cost* = Rp 115.000.301.517

Total *Present Worth Benefit* = Rp 2.874.841.496.605

$$\begin{aligned} \text{Benefit Cost Ratio (BCR)} &= \frac{\text{Benefit (B)}}{\text{Cost (C)}} \\ &= \frac{\text{Rp}2.874.841.496.605}{\text{Rp}115.000.301.517} \\ &= 25 \end{aligned}$$

Hasil yang didapatkan yaitu $BCR = 25 > 1$. Sesuai persyaratan nilai $BCR > 1$ maka pembangunan *flyover* ini dapat dikatakan layak secara ekonomi.

5.1.8 Analisis Nilai *Net Present Value* (NPV)

Sama halnya dengan analisis BCR, analisis NPV juga dipergunakan dalam meninjau kelayakan secara ekonomi. Bila BCR didapatkan hasil dari perbandingan antara *Present Worth Benefit* dengan *Present Worth Cost*, untuk nilai NPV didapatkan dari selisih *Benefit* dan *Cost*.

Nilai *Benefit* dan *Cost* yang digunakan sama seperti perhitungan BCR. Berikut adalah hasil perhitungan NPV:

Tabel 5.47 Perhitungan Nilai *Net Present Value* (NPV)

Tahun ke	Tahun	Total Cost	Total Benefit	$i = 7,22\%$
		(Rupiah/Tahun)	(Rupiah/Tahun)	(P/F, $i\%, n$)
0	2017	Rp 76.392.979.408		1,00
0	2018	Rp 2.631.648.970	Rp 121.895.096.736	1,00
1	2019	Rp 2.714.914.344	Rp 134.416.795.690	0,93
2	2020	Rp 2.800.814.234	Rp 147.618.759.011	0,87
3	2021	Rp 2.889.431.996	Rp 161.644.325.629	0,81
4	2022	Rp 2.980.853.624	Rp 176.536.592.064	0,76
5	2023	Rp 3.075.167.833	Rp 192.105.970.160	0,71
6	2024	Rp 3.172.466.143	Rp 208.648.173.076	0,66
7	2025	Rp 3.272.842.972	Rp 226.018.284.361	0,61
8	2026	Rp 3.376.395.724	Rp 244.556.219.375	0,57
9	2027	Rp 3.483.224.884	Rp 264.086.841.745	0,53
10	2028	Rp 3.593.434.120	Rp 284.674.576.424	0,50
11	2029	Rp 3.707.130.375	Rp 305.911.404.040	0,46
12	2030	Rp 3.824.423.980	Rp 327.977.341.294	0,43
13	2031	Rp 3.945.428.755	Rp 351.194.832.677	0,40
14	2032	Rp 4.070.262.121	Rp 375.823.880.476	0,38
15	2033	Rp 4.199.045.214	Rp 401.404.155.544	0,35
16	2034	Rp 4.331.903.005	Rp 428.435.454.977	0,33
17	2035	Rp 4.468.964.416	Rp 456.307.084.536	0,31
18	2036	Rp 4.610.362.450	Rp 485.792.463.465	0,29
19	2037	Rp 4.756.234.318	Rp 516.416.626.983	0,27
20	2038	Rp 4.906.721.572	Rp 548.719.421.650	0,25

**Tabel 5.48 Perhitungan Nilai *Net Present Value* (NPV)
(Lanjutan)**

Tahun ke-	Present Worth Cos	Present Worth Benefit	NPV Pertahun
	(Rupiah/Tahun)	(Rupiah/Tahun)	(Rupiah/Tahun)
0	Rp 76.392.979.408	Rp -	Rp (76.392.979.408)
0	Rp 2.631.648.970	Rp 121.895.096.736	Rp 119.263.447.766
1	Rp 2.532.044.466	Rp 125.362.814.633	Rp 122.830.770.167
2	Rp 2.436.209.863	Rp 128.402.045.476	Rp 125.965.835.614
3	Rp 2.344.002.475	Rp 131.131.204.978	Rp 128.787.202.503
4	Rp 2.255.285.018	Rp 133.565.877.868	Rp 131.310.592.851
5	Rp 2.169.925.401	Rp 135.555.406.068	Rp 133.385.480.667
6	Rp 2.087.796.535	Rp 137.311.136.884	Rp 135.223.340.348
7	Rp 2.008.776.141	Rp 138.723.470.973	Rp 136.714.694.832
8	Rp 1.932.746.566	Rp 139.991.053.145	Rp 138.058.306.579
9	Rp 1.859.594.612	Rp 140.988.447.293	Rp 139.128.852.681

**Tabel 5.49 Perhitungan Nilai *Net Present Value* (NPV)
(Lanjutan)**

Tahun ke-	Present Worth Cost	Present Worth Benefit	NPV Tahunan
	(Rupiah/Tahun)	(Rupiah/Tahun)	(Rupiah/Tahun)
10	Rp 1.789.211.365	Rp 141.742.681.355	Rp 139.953.469.990
11	Rp 1.721.492.032	Rp 142.057.060.669	Rp 140.335.568.637
12	Rp 1.656.335.789	Rp 142.045.079.488	Rp 140.388.743.699
13	Rp 1.593.645.625	Rp 141.855.332.649	Rp 140.261.687.025
14	Rp 1.533.328.202	Rp 141.578.438.397	Rp 140.045.110.195
15	Rp 1.475.293.716	Rp 141.029.447.870	Rp 139.554.154.154
16	Rp 1.419.455.760	Rp 140.387.532.571	Rp 138.968.076.812
17	Rp 1.365.731.198	Rp 139.449.045.264	Rp 138.083.314.067
18	Rp 1.314.040.041	Rp 138.459.992.146	Rp 137.145.952.105
19	Rp 1.264.305.328	Rp 137.274.206.674	Rp 136.009.901.347
20	Rp 1.216.453.009	Rp 136.036.125.467	Rp 134.819.672.459
TOTAL	Rp 115.000.301.517	Rp 2.874.841.496.605	Rp 2.759.841.195.088
NPV	Rp 2.759.841.195.088	> 0	

Dari hasil perhitungan didapatkan :

Total *Present Worth Cost* = Rp 115.000.301.517

Total *Present worth Benefit* = Rp2.759.841.195.088

Net Present Value (NPV) = Benefit – Cost

= Rp2.759.841.195.088 - Rp
115.000.301.517

= Rp2.759.841.195.088

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai NPV yaitu = Rp2.759.841.195.088 > 0. Sesuai dengan persyaratan, nilai NPV harus lebih besar > 0, maka pembangunan *flyover* ini dapat dikatakan layak secara ekonomi. Aliran *cashflow* kelayakan ekonomi dapat dilihat dalam Lampiran 20.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan perhitungan pada BAB IV dan BAB V sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kondisi karakteristik perlintasan sebelum adanya pembangunan *flyover* adalah adanya perlintasan sebidang antara jalan raya dan rel kereta api. Sedangkan sesudah adanya pembangunan *flyover* semua kendaraan yang melewati area perlintasan sebidang jalan raya dan jalur kereta api menjadi tidak sebidang. Dari hasil perhitungan yang sudah dianalisis, didapatkan nilai derajat kejenuhan (Dj) tertinggi pada kondisi eksisting *without project* di Simpang Bundaran Manahan tahun 2019 adalah 0,63.

Sedangkan pada kondisi rencana di tahun yang sama yaitu

Titik A = 0,42

Titik B = 0,34, dan

Titik D = 0,17

Untuk hasil derajat kejenuhan pada kondisi eksisting *with project* yaitu:

Titik A = 0,22

Titik B = 0,20

Titik D = 0,28

Maka, proyek pembangunan *flyover* Manahan dianggap mampu mengatasi kemacetan lalu lintas pada Simpang Manahan.

2. Berdasarkan perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dimana akan didapatkan perbandingan antara BOK sebelum adanya pembangunan *flyover* dengan BOK setelah adanya pembangunan *flyover*. Penghematan total biaya yang didapatkan pada kondisi eksisting *without project* tahun 2019 adalah Rp35.712.302, sedangkan pada kondisi *with project* adalah Rp68.887.494. Berdasarkan selisih BOK

without project dan *with project* pada tahun 2019 didapatkan hasil BOK adalah Rp(33.175.191)

Penghematan nilai waktu tahun 2019 kondisi *without project* adalah Rp160.674.635.264, dan pada kondisi *with project* adalah Rp26.224.685.519. Berdasarkan selisih nilai waktu *without project* dan *with project* didapatkan hasil Rp Rp134.449.949.745

3. Analisis kelayakan ekonomi dilakukan dengan perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR) serta nilai *Net Present Value* (NPV). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai BCR yaitu 25 ($BCR > 1$) serta nilai NPV yaitu Rp2.759.841.195.088 ($NPV > 0$), maka pembangunan *flyover* Manahan ini dapat dikatakan layak secara ekonomi.

6.2 Saran

Setelah melakukan analisis ekonomi, pembangunan *flyover* ini dapat dikatakan layak sehingga diharapkan pembangunan ini dapat mengatasi kemacetan serta kecelakan pada perlintasan sebidang dengan rel kereta api

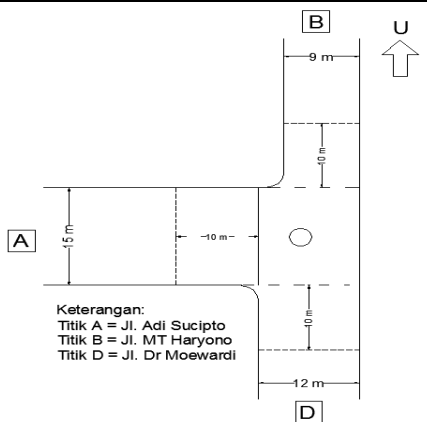
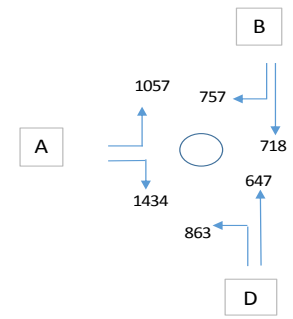
DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika Kota Surakarta. 2018. Jumlah Penduduk Di Kota Surakarta, <URL:<https://surakartakota.bps.go.id>>
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Yayasan Badan Penerbit Departemen Pekerjaan umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2014. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Departemen Pekerjaan Umum.
- Hasyati, L. (2015). Studi Kelayakan Pembangunan *Flyover* Jalan Akses Pelabuhan Teluk Lamong Ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi Jalan Raya. *Jurnal Teknik ITS, E-21*
- Hobbs, F.D. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Terjemahan oleh Suprpto. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Khisty, C.J. dan Lall, B.K. 2003. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid I (Edisi Ketiga)*. Erlangga. Jakarta
- Morlok. 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga. Jakarta
- ND LEA and Associates, Ltd. 1975. *Traffic and Economic Studies and Analyses*. USA.
- Praptono. (2013). Studi Kelayakan Pembangunan Flyover Perlintasan Jalan Raya dan Rel Kereta Api di Peterongan – Jombang Ditinjau dari Segi Ekonomi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Republik Indonesia. 2004. *Peraturan Pemerintah No.38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta: Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia.

- Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Pemerintah No.55 Tahun 2012 tentang Kendaraan*. Jakarta: Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia.
- Sari, I. (2016). *Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Flyover Pada Simpang Gejayan, Yogyakarta*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Sulaksono, Soni. 2001. *SI-374 Rekayasa Jalan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Tamin, O.Z. 2008. *Perencanaan Permodelan & Rekayasa Transportasi (Edisi Kedua)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hasil Analisis Volume Kendaraan Pada Simpang Manahan Tahun 2017

SIMPANG-3 TAK BERSINYAL		Tanggal: : 10/04/2019		Ditangani :								
1. Data Geometrik		Kota: : Surakarta		Provinsi : Jawa Tengah								
2. Data Arus Lalu Lintas		Jalan Mayor : Jl. MT Haryono dan Jl. Dr. Moewardi (B - D)										
Data Geometrik Simpang		Jalan Minor : Jl. Adi Sucipto (A)										
 <p style="font-size: small;">Keterangan: Titik A = Jl. Adi Sucipto Titik B = Jl. MT Haryono Titik D = Jl. Dr Moewardi</p>		 <p style="font-size: small;">Arus Pergerakan Lalu Lintas (kend/jam)</p>										
Arus Lalu lintas	KR, ekr = 1,0		KB, ekr = 1,2		SM, ekr = 0,25		qKB Total		Rasio Belok Kiri (RBKi)	Rasio Belok Kanan (RBKa)	qKTB	RB
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam				
Jalan Minor A	qBki	731	731	0	0	326	82	1057	813	0,54	8	
	qLRS											
	qBKa	458	458	0	0	976	244	1434	702	0,46	0	
qTotal Minor A, qmi		1189	1189	0	0	1302	326	2491	1515		8	0,00066
Arus Lalu lintas	KR, ekr = 1,0		KB, ekr = 1,2		SM, ekr = 0,25		qKB Total		Rasio Belok Kiri (RBKi)	Rasio Belok Kanan (RBKa)	qKTB	RB
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam				
Jalan Mayor B	qBki											
	qLRS	190	190	0	0	528	132	718	322		0	
	qBKa	210	210	3	4	544	136	757	350	0,52	0	
qTotal Mayor B, qma		400	400	3	4	1072	268	1475	672		0	0,000775
Arus Lalu lintas	KR, ekr = 1,0		KB, ekr = 0,35		SM, ekr = 0,25		qKB Total		Rasio Belok Kiri (RBKi)	Rasio Belok Kanan (RBKa)	qKTB	RB
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam				
Jalan Mayor D	qBki	288	288	1	2	574	144	863	434	0,58	0	
	qLRS	197	197	4	5	446	112	647	314		0	
	qBKa											
qTotal Mayor D, qma		485	485	5	7	1020	256	1510	748		0	0,000776
qTotal Mayor B+D		885	885	8	11	2092	524	2985	1420		0	
Mayor + minor (A+B+D)	qBki	1019	1019	1	2	900	226	1920	1247	0,42	8	
	qLRS	387	387	4	5	974	244	1365	636		0	
	qBKa	668	668	3	4	1520	380	2191	1052	0,36	0	
qTot = qmi+qma =		2074	2074	8	11	3394	850	5476	2935		8	0,000267
Rmi = qmi/qTOT = 0,4549												
RKTb = qKTB/qKB = 0,001												

**Lampiran 2 : Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang
Bundaran Manahan**

Tipe	Pendekat (kend/jam)								
	A (Barat)			B (Utara)			D (Selatan)		
	ST	LT	RT	ST	LT	RT	ST	LT	RT
KB		0	0	0		3	4	2	
KR		731	458	190		210	197	288	
SM		326	976	528		544	446	574	
UM		8	0	0		0	0	0	

**Lampiran 3 : Arus Lalu Lintas Simpang Bundaran Manahan
Pada Titik A**

Tahun	Titik A (Barat)									Total (smp/jam)
	ST			LT			RT			
	KR	KB	SM	KR	KB	SM	KR	KB	SM	
2017	0	0	0	731	0	82	458	0	244	1515
2018	0	0	0	780	0	88	489	0	261	1618
2019	0	0	0	831	0	94	521	0	278	1724
2020	0	0	0	882	0	100	553	0	295	1830
2021	0	0	0	933	0	106	585	0	312	1936
2022	0	0	0	984	0	112	617	0	329	2042
2023	0	0	0	1035	0	118	649	0	346	2148
2024	0	0	0	1086	0	124	681	0	363	2254
2025	0	0	0	1137	0	130	713	0	380	2360
2026	0	0	0	1188	0	136	745	0	397	2466
2027	0	0	0	1239	0	142	777	0	414	2572
2028	0	0	0	1290	0	148	809	0	431	2678
2029	0	0	0	1341	0	154	841	0	448	2784
2030	0	0	0	1392	0	160	873	0	465	2890
2031	0	0	0	1443	0	166	905	0	482	2996
2032	0	0	0	1494	0	172	937	0	499	3102
2033	0	0	0	1545	0	178	969	0	516	3208
2034	0	0	0	1596	0	184	1001	0	533	3314
2035	0	0	0	1647	0	190	1033	0	550	3420
2036	0	0	0	1698	0	196	1065	0	567	3526
2037	0	0	0	1749	0	202	1097	0	584	3632
2038	0	0	0	1800	0	208	1129	0	601	3738
2039	0	0	0	1851	0	214	1161	0	618	3844

Lampiran 3 : Arus Lalu Lintas Simpang Bundaran Manahan Pada Titik B

Tahun	Titik B (Utara)									Total (smp/jam)
	ST			LT			RT			
	KR	KB	SM	KR	KB	SM	KR	KB	SM	
2017	190	0	132	0	0	0	210	4	136	672
2018	203	0	141	0	0	0	224	5	146	719
2019	217	0	151	0	0	0	239	6	156	769
2020	231	0	161	0	0	0	254	7	166	819
2021	245	0	171	0	0	0	269	8	176	869
2022	259	0	181	0	0	0	284	9	186	919
2023	273	0	191	0	0	0	299	10	196	969
2024	287	0	201	0	0	0	314	11	206	1019
2025	301	0	211	0	0	0	329	12	216	1069
2026	315	0	221	0	0	0	344	13	226	1119
2027	329	0	231	0	0	0	359	14	236	1169
2028	343	0	241	0	0	0	374	15	246	1219
2029	357	0	251	0	0	0	389	16	256	1269
2030	371	0	261	0	0	0	404	17	266	1319
2031	385	0	271	0	0	0	419	18	276	1369
2032	399	0	281	0	0	0	434	19	286	1419
2033	413	0	291	0	0	0	449	20	296	1469
2034	427	0	301	0	0	0	464	21	306	1519
2035	441	0	311	0	0	0	479	22	316	1569
2036	455	0	321	0	0	0	494	23	326	1619
2037	469	0	331	0	0	0	509	24	336	1669
2038	483	0	341	0	0	0	524	25	346	1719
2039	497	0	351	0	0	0	539	26	356	1769

Lampiran 3 : Arus Lalu Lintas Simpang Bundaran Manahan Pada Titik D

Tahun	Titik D (Selatan)									Total (smp/jam)
	ST			LT			RT			
	KR	KB	SM	KR	KB	SM	KR	KB	SM	
2017	197	5	112	288	2	144	0	0	0	748
2018	211	6	120	308	3	154	0	0	0	802
2019	225	7	128	329	4	165	0	0	0	858
2020	239	8	136	350	5	176	0	0	0	914
2021	253	9	144	371	6	187	0	0	0	970
2022	267	10	152	392	7	198	0	0	0	1026
2023	281	11	160	413	8	209	0	0	0	1082
2024	295	12	168	434	9	220	0	0	0	1138
2025	309	13	176	455	10	231	0	0	0	1194
2026	323	14	184	476	11	242	0	0	0	1250
2027	337	15	192	497	12	253	0	0	0	1306
2028	351	16	200	518	13	264	0	0	0	1362
2029	365	17	208	539	14	275	0	0	0	1418
2030	379	18	216	560	15	286	0	0	0	1474
2031	393	19	224	581	16	297	0	0	0	1530
2032	407	20	232	602	17	308	0	0	0	1586
2033	421	21	240	623	18	319	0	0	0	1642
2034	435	22	248	644	19	330	0	0	0	1698
2035	449	23	256	665	20	341	0	0	0	1754
2036	463	24	264	686	21	352	0	0	0	1810
2037	477	25	272	707	22	363	0	0	0	1866
2038	491	26	280	728	23	374	0	0	0	1922
2039	505	27	288	749	24	385	0	0	0	1978

**Lampiran 4 : Volume Kendaraan Titik B Dengan Umur
Rencana 20 Tahun Kondisi Eksisting *Without Project***

Titik B (Utara)								
Tahun	KR	KB	SM	Total (smp/jam)	KR	KB	SM	Total (smp/tahun)
	smp/jam				smp/tahun			
2017	400	4	268	672	1327273	13273	889273	2229819
2018	427	5	287	719	1416864	16591	952319	2385774
2019	456	6	307	769	1513091	19910	1018682	2551683
2020	485	7	327	819	1609319	23228	1085046	2717593
2021	514	8	347	869	1705546	26546	1151410	2883502
2022	543	9	367	919	1801773	29864	1217773	3049410
2023	572	10	387	969	1898000	33182	1284137	3215319
2024	601	11	407	1019	1994228	36500	1350500	3381228
2025	630	12	427	1069	2090455	39819	1416864	3547138
2026	659	13	447	1119	2186682	43137	1483228	3713047
2027	688	14	467	1169	2282910	46455	1549591	3878956
2028	717	15	487	1219	2379137	49773	1615955	4044865
2029	746	16	507	1269	2475364	53091	1682319	4210774
2030	775	17	527	1319	2571591	56410	1748682	4376683
2031	804	18	547	1369	2667819	59728	1815046	4542593
2032	833	19	567	1419	2764046	63046	1881410	4708502
2033	862	20	587	1469	2860273	66364	1947773	4874410
2034	891	21	607	1519	2956500	69682	2014137	5040319
2035	920	22	627	1569	3052728	73000	2080500	5206228
2036	949	23	647	1619	3148955	76319	2146864	5372138
2037	978	24	667	1669	3245182	79637	2213228	5538047
2038	1007	25	687	1719	3341410	82955	2279591	5703956
2039	1036	26	707	1769	3437637	86273	2345955	5869865

**Lampiran 4 : Volume Kendaraan Titik B Dengan Umur
Rencana 20 Tahun Kondisi Eksisting *Without Project***

Titik D (Selatan)								
Tahun	KR	KB	SM	Total	KR	KB	SM	Total
	smp/jam			(smp/ja	smp/tahun			(smp/tahu
2017	485	7	256	748	1609319	23228	849455	2482002
2018	519	9	274	802	1722137	29864	909182	2661183
2019	554	11	293	858	1838273	36500	972228	2847001
2020	589	13	312	914	1954410	43137	1035273	3032820
2021	624	15	331	970	2070546	49773	1098319	3218638
2022	659	17	350	1026	2186682	56410	1161364	3404456
2023	694	19	369	1082	2302819	63046	1224410	3590275
2024	729	21	388	1138	2418955	69682	1287455	3776092
2025	764	23	407	1194	2535091	76319	1350500	3961910
2026	799	25	426	1250	2651228	82955	1413546	4147729
2027	834	27	445	1306	2767364	89591	1476591	4333546
2028	869	29	464	1362	2883500	96228	1539637	4519365
2029	904	31	483	1418	2999637	102864	1602682	4705183
2030	939	33	502	1474	3115773	109500	1665728	4891001
2031	974	35	521	1530	3231910	116137	1728773	5076820
2032	1009	37	540	1586	3348046	122773	1791819	5262638
2033	1044	39	559	1642	3464182	129410	1854864	5448456
2034	1079	41	578	1698	3580319	136046	1917910	5634275
2035	1114	43	597	1754	3696455	142682	1980955	5820092
2036	1149	45	616	1810	3812591	149319	2044000	6005910
2037	1184	47	635	1866	3928728	155955	2107046	6191729
2038	1219	49	654	1922	4044864	162591	2170091	6377546
2039	1254	51	673	1978	4161000	169228	2233137	6563365

**Lampiran 5 : Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Kondisi
Rencana Pada Titik B**

Titik B (Jl. MT. Haryono)		
Tipe Jalan (Co)	satu arah	1650
Lebar efektif (FCIj)	4,55 m	1,08
Pemisah arah (Fcpa)	50%-50%	1
Lebar bahu efektif	<0,5 m	0,89
Kelas Hambatan Samping (FChs)	Sedang	
Ukuran Kota (Fuk)	0,5 - 1 juta jiwa	0,94
Kapasitas Jalan (C)		1491

**Lampiran 5 : Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Kondisi
Rencana Pada Titik D**

Titik D (Jl. Dr. Moewardi)		
Tipe Jalan (Co)	2/2T	2900
Lebar efektif (FCIj)	8 m	1,14
Pemisah arah (Fcpa)	50%-50%	1
Lebar bahu efektif	<0,5 m	0,89
Kelas Hambatan Samping (FChs)	Sedang	
Ukuran Kota (Fuk)	0,5 - 1 juta jiwa	0,94
Kapasitas Jalan (C)		2766

**Lampiran 5 : Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Kondisi
Eksisting *With Project* Pada Titik A**

Titik A (Jl. Adi Sucipto)		
Tipe Jalan (Co)	2/1	3300
Lebar efektif (FCIj)	3	0,92
Pemisah arah (Fcpa)	50%-50%	1
Lebar bahu efektif	<0,5 m	0,89
Kelas Hambatan Samping (FChs)	Sedang	
Ukuran Kota (Fuk)	0,5 - 1 juta jiwa	0,94
Kapasitas Jalan (C)		2540

Lampiran 5 : Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Kondisi Eksisting With Project Pada Titik B

Titik B (Jl. MT. Haryono)		
Tipe Jalan (Co)	jalan satu arah	1650
Lebar efektif (FClj)	3	0,92
Pemisah arah (Fcpa)	50%-50%	1
Lebar bahu efektif	<0,5 m	0,89
Kelas Hambatan Samping (FChs)	Sedang	
Ukuran Kota (Fuk)	1 juta jiwa	0,94
Kapasitas Jalan (C)		1270

Lampiran 5 : Hasil Perhitungan Kapasitas Jalan Kondisi Eksisting With Project Pada Titik D

Titik D (Jl. Dr. Moewardi)		
Tipe Jalan (Co)	jalan satu arah	1650
Lebar efektif (FClj)	3	0,92
Pemisah arah (Fcpa)	50%-50%	1
Lebar bahu efektif	<0,5 m	0,89
Kelas Hambatan Samping (FChs)	Sedang	
Ukuran Kota (Fuk)	0,5 - 1 juta jiwa	0,94
Kapasitas Jalan (C)		1270

**Lampiran 6 : Volume Kendaraan Pada Jalan Rencana
(Flyover) dari Titik B**

VOLUME KENDARAAN PADA FLYOVER DARI TITIK B								
Tahun	smp/jam				smp/ tahun			
	KR	KB	SM	Q TOTAL	KR	KB	SM	Q TOTAL
2017	265	3	178	446	879319	9955	590637	1479911
2018	283	4	190	477	939046	13273	630455	1582774
2019	302	4	202	508	1002091	13273	670273	1685637
2020	320	6	215	541	1061819	19910	713410	1795139
2021	339	6	227	572	1124864	19910	753228	1898002
2022	357	7	239	603	1184591	23228	793046	2000865
2023	376	8	252	636	1247637	26546	836182	2110365
2024	394	8	265	667	1307364	26546	879319	2213229
2025	413	10	277	700	1370410	33182	919137	2322729
2026	431	10	289	730	1430137	33182	958955	2422274
2027	450	11	302	763	1493182	36500	1002091	2531773
2028	468	12	314	794	1552910	39819	1041910	2634639
2029	487	12	327	826	1615955	39819	1085046	2740820
2030	505	14	339	858	1675682	46455	1124864	2847001
2031	524	14	351	889	1738728	46455	1164682	2949865
2032	542	15	364	921	1798455	49773	1207819	3056047
2033	561	16	376	953	1861500	53091	1247637	3162228
2034	580	16	388	984	1924546	53091	1287455	3265092
2035	598	18	401	1017	1984273	59728	1330591	3374592
2036	617	18	413	1048	2047319	59728	1370410	3477457
2037	635	19	426	1080	2107046	63046	1413546	3583638
2038	654	20	438	1112	2170091	66364	1453364	3689819
2039	672	20	450	1142	2229819	66364	1493182	3789365

**Lampiran 6 : Volume Kendaraan Pada Jalan Rencana
(Flyover) dari Titik D**

VOLUME KENDARAAN PADA FLYOVER DARI TITIK D								
Tahun	smp/jam				smp/ tahun			
	KR	KB	SM	Q TOTAL	KR	KB	SM	Q TOTAL
2017	282	2	148	432	935728	6637	491091	1433456
2018	301	2	158	461	998773	6637	524273	1529683
2019	321	2	169	492	1065137	6637	560773	1632547
2020	340	2	179	521	1128182	6637	593955	1728774
2021	360	3	190	553	1194546	9955	630455	1834956
2022	380	3	199	582	1260910	9955	660319	1931184
2023	400	3	210	613	1327273	9955	696819	2034047
2024	419	3	220	642	1390319	9955	730000	2130274
2025	439	3	231	673	1456682	9955	766500	2233137
2026	459	3	241	703	1523046	9955	799682	2332683
2027	478	4	251	733	1586091	13273	832864	2432228
2028	498	4	261	763	1652455	13273	866046	2531774
2029	518	4	272	794	1718819	13273	902546	2634638
2030	538	5	282	825	1785182	16591	935728	2737501
2031	557	5	292	854	1848228	16591	968910	2833729
2032	577	5	303	885	1914591	16591	1005410	2936592
2033	597	5	313	915	1980955	16591	1038591	3036137
2034	616	5	323	944	2044000	16591	1071773	3132364
2035	636	6	333	975	2110364	19910	1104955	3235229
2036	656	6	344	1006	2176728	19910	1141455	3338093
2037	676	6	354	1036	2243091	19910	1174637	3437638
2038	695	6	364	1065	2306137	19910	1207819	3533866
2039	715	6	375	1096	2372500	19910	1244319	3636729

Lampiran 7 : Volume Kendaraan Kondisi Jalan Eksisting *With Project* pada Titik B

Tahun	Titik B (Jl. MT. Haryono)							
	smp/jam				smp/ tahun			
	KR	KB	SM	Q TOTAL	KR	KB	SM	Q TOTAL
2017	135	1	90	226	447955	3319	298637	749911
2018	144	1	96	241	477819	3319	318546	799684
2019	153	2	103	258	507682	6637	341773	856092
2020	163	2	109	274	540864	6637	361682	909183
2021	172	3	116	291	570728	9955	384910	965593
2022	182	3	122	307	603910	9955	404819	1018684
2023	191	3	128	322	633773	9955	424728	1068456
2024	201	4	134	339	666955	13273	444637	1124865
2025	210	4	141	355	696819	13273	467864	1177956
2026	220	5	147	372	730000	16591	487773	1234364
2027	229	5	153	387	759864	16591	507682	1284137
2028	239	5	160	404	793046	16591	530910	1340547
2029	248	6	166	420	822910	19910	550819	1393639
2030	258	6	172	436	856091	19910	570728	1446729
2031	267	7	179	453	885955	23228	593955	1503138
2032	277	7	185	469	919137	23228	613864	1556229
2033	286	7	192	485	949000	23228	637091	1609319
2034	295	8	198	501	978864	26546	657000	1662410
2035	305	8	204	517	1012046	26546	676910	1715502
2036	314	9	211	534	1041910	29864	700137	1771911
2037	324	9	217	550	1075091	29864	720046	1825001
2038	333	9	223	565	1104955	29864	739955	1874774
2039	343	10	230	583	1138137	33182	763182	1934501

Lampiran 7: Volume Kendaraan Kondisi Jalan Eksisting *With Project* pada Titik D

Tahun	Titik D (Jl. Dr. Moewardi)							
	smp/jam				smp/ tahun			
	KR	KB	SM	Q TOTAL	KR	KB	SM	Q TOTAL
2017	203	0	107	310	673591	0	355046	1028637
2018	217	1	114	332	720046	3319	378273	1101638
2019	231	1	121	353	766500	3319	401500	1171319
2020	246	1	129	376	816273	3319	428046	1247638
2021	260	1	136	397	862728	3319	451273	1317320
2022	274	1	144	419	909182	3319	477819	1390320
2023	288	1	151	440	955637	3319	501046	1460002
2024	303	2	159	464	1005410	6637	527591	1539638
2025	317	2	166	485	1051864	6637	550819	1609320
2026	331	2	173	506	1098319	6637	574046	1679002
2027	346	2	181	529	1148091	6637	600591	1755319
2028	360	2	189	551	1194546	6637	627137	1828320
2029	374	2	196	572	1241000	6637	650364	1898001
2030	388	2	203	593	1287455	6637	673591	1967683
2031	403	2	211	616	1337228	6637	700137	2044002
2032	417	2	218	637	1383682	6637	723364	2113683
2033	431	3	226	660	1430137	9955	749910	2190002
2034	446	3	233	682	1479910	9955	773137	2263002
2035	460	3	241	704	1526364	9955	799682	2336001
2036	474	3	248	725	1572819	9955	822910	2405684
2037	488	3	256	747	1619273	9955	849455	2478683
2038	503	4	263	770	1669046	13273	872682	2555001
2039	517	4	270	791	1715500	13273	895910	2624683

Lampiran 8 : **Data Volume Jl. Slamet Riyadi Eksisting Without Project (Selatan)**

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	skr/jam
Sri Tanjung	7,49	7,52	241
Prambanan Expres	8,25	8,27	360
Solo Expres	8,47	8,49	441
Prambanan Expres	9,17	9,2	494
Bathara Kresna	9,25	9,29	494
Hogawa	9,51	9,54	550
Bathara Kresna	10	10,02	511
Sidomukti	10,08	10,11	511
Prambanan Expres	10,15	10,18	424
Prambanan Expres	10,47	10,5	446
Prambanan Expres	11,07	11,12	482
Singa Sari	11,4	11,43	467
Prambanan Expres	11,53	11,56	447
Prambanan Expres	12,22	12,24	369
Sidomukti	12,43	12,45	319
Pasundan	13,05	13,1	223
Prambanan Expres	13,14	13,19	223
Solo Expres	13,23	13,26	277
Prambanan Expres	13,41	13,44	169
Bathara Kresna	13,58	14,02	135
Prambanan Expres	14,07	14,09	125
Bengawan	14,3	14,32	241
Logawa	15,28	15,32	147
Pasundan	15,39	15,42	169
Solo Expres	15,48	15,52	135
Prambanan Expres	15,57	15,59	135
Gaya Baru Malam Selatan	16,08	16,12	125
Prambanan Expres	16,18	16,22	161
Kahuripan	17,15	17,18	309
Prambanan Expres	17,23	17,26	309
Joglo Semar Kerto	17,46	17,49	260
Prambanan Expres	18,1	18,12	275
Prambanan Expres	18,2	18,22	279
Sri Tanjung	18,35	18,4	230
Prambanan Expres	18,47	18,5	146
MAX			550

Lampiran 9 : Hasil Perhitungan Volume per Siklus Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting *Without Project* (Selatan)

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	Lama Tutup (menit)	Lama Tutup (detik)	Faktor kali konversi	skr/jam	skr/siklus
Sri Tanjung	07.49	07.52	3,0	180	20,0	328	66
Argo Lawu	08.02	08.02	1,2	70	51,3	818	64
Prameks	08.25	08.27	3,0	180	20,0	490	98
Malioboro Express	08.39	08.40	1,3	79	45,8	1090	96
Solo Expres	08.47	08.49	2,0	120	30,0	600	80
Kereta Barang	09.03	09.05	2,5	151	23,8	1272	214
Prameks	09.13	09.15	2,1	126	28,6	1272	179
Prameks	09.17	09.20	3,0	180	20,0	672	135
Bathara Kresna	09.25	09.29	4,0	240	15,0	672	180
Logawa	09.51	09.54	3,0	180	20,0	748	150
Bathara Kresna	10.00	10.02	2,0	120	30,0	695	93
Sidomukti	10.08	10.11	3,0	180	20,0	695	139
Prameks	10.15	10.18	3,0	180	20,0	577	116
Logawa	10.21	10.22	1,2	70	51,3	1184	93
Argo Wilis	10.32	10.33	1,3	77	46,5	1184	102
Prameks	10.53	10.54	1,4	86	42,0	1263	121
Prameks	10.08	10.11	3,0	180	20,0	656	132
Singasari	11.40	11.43	2,0	120	30,0	636	85
Prameks	11.53	11.56	3,0	180	20,0	608	122
Prameks	11.57	11.58	1,2	70	51,7	1110	86
Sancaka	11.59	12.00	1,4	82	43,8	1110	102
Prameks	12.18	12.19	1,3	77	46,5	1110	96
Prameks	12.22	12.24	2,0	120	30,0	502	67
Ranggajati	12.42	12.43	1,3	78	46,2	936	82
Sidomukti	12.43	12.45	2,0	120	30,0	434	58
Pasundan	12.54	12.56	2,1	125	28,7	738	103
Kepala KA (Track & Brige)	13.12	13.15	1,4	83	43,2	607	57
Prameks - Sancaka	13.14	13.19	5,0	300	12,0	304	102
Solo Expres	13.17	13.18	2,5	148	24,3	680	112
Solo Expres	13.23	13.26	3,0	180	20,0	377	76
Kereta Barang	13.28	13.30	4,5	272	13,2	607	184
Prameks	13.41	13.44	3,0	180	20,0	230	46
Sancaka Tambahan	13.54	13.55	4,3	257	14,0	414	119
Bathara Kresna	13.58	14.02	4,0	240	15,0	184	50
Prameks & Bathara Kresna	14.00	14.03	2,2	129	27,9	354	51
Prameks	14.07	14.09	2,0	120	30,0	170	23
Bengawan	14.10	14.12	1,5	88	41,1	498	49
Bengawan	14.30	14.32	2,0	120	30,0	328	44
Kepala KA	14.36	14.38	1,3	80	45,1	723	65
Malioboro Express	14.44	14.45	1,2	70	51,7	528	41
Logawa	15.28	15.32	4,0	240	15,0	200	54
Pasundan	15.39	15.42	3,0	180	20,0	230	46
Solo Expres	15.48	15.52	4,0	240	15,0	184	50
Prameks	15.51	15.53	1,3	77	46,5	368	32
Prameks	15.57	15.59	2,0	120	30,0	184	25
Gaya Baru Malam Selatan	16.08	16.12	4,0	240	15,0	170	46
Prameks	16.12	16.13	1,1	67	53,6	389	30
Prameks	16.18	16.22	4,0	240	15,0	219	59
Prameks	18.00	18.01	1,3	77	46,5	728	63
Prameks	18.10	18.12	2,0	120	30,0	374	50
Sri Tanjung	18.26	18.28	2,0	121	29,7	693	94
Prameks	18.47	18.50	3,0	180	20,0	199	40

**Lampiran 10 : Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api
Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting
Without Project (Selatan)**

Pukul	r	μ	λ	Tq	Qm	Panjang Antrian
	(s)	(skr/jam)	(skr/jam)	detik	(kend)	
07.49	180	3277,3	66	183,7	14	42
08.02	70	3277,3	64	71,6	5	15
08.25	180	3277,3	98	185,5	20	60
08.39	79	3277,3	96	81,0	9	27
08.47	120	3277,3	80	123,0	11	33
09.03	151	3277,3	214	161,8	36	108
09.13	126	3277,3	179	133,3	26	78
09.17	180	3277,3	135	187,7	27	81
09.25	240	3277,3	180	253,9	48	144
09.51	180	3277,3	150	188,6	30	90
10.00	120	3277,3	93	123,5	13	39
10.08	180	3277,3	139	188,0	28	84
10.15	180	3277,3	116	186,6	24	72
10.21	70	3277,3	93	72,3	8	24
10.32	77	3277,3	102	79,9	9	27
10.53	86	3277,3	121	89,1	12	36
10.08	180	3277,3	132	187,6	27	81
11.40	120	3277,3	85	123,2	12	36
11.53	180	3277,3	122	187,0	25	75
11.57	70	3277,3	86	71,5	7	21
11.59	82	3277,3	102	84,8	10	30
12.18	77	3277,3	96	79,7	9	27
12.22	120	3277,3	67	122,5	9	27
12.42	78	3277,3	82	80,0	8	24
12.43	120	3277,3	58	122,2	8	24
12.54	125	3277,3	103	129,5	15	45
13.12	83	3277,3	57	84,9	6	18
13.14	300	3277,3	102	309,6	34	102
13.17	148	3277,3	112	153,4	19	57
13.23	180	3277,3	76	184,3	16	48
13.28	272	3277,3	184	288,0	56	168
13.41	180	3277,3	46	182,6	10	30
13.54	257	3277,3	119	266,5	34	102
13.58	240	3277,3	50	243,7	14	42
14.00	129	3277,3	51	131,0	8	24
14.07	120	3277,3	23	120,8	4	12
14.10	88	3277,3	49	88,9	5	15
14.30	120	3277,3	44	121,6	6	18
14.36	80	3277,3	65	81,4	6	18
14.44	70	3277,3	41	70,5	4	12
15.28	240	3277,3	54	244,0	15	45
15.39	180	3277,3	46	182,6	10	30
15.48	240	3277,3	50	243,7	14	42
15.51	77	3277,3	32	78,2	3	9
15.57	120	3277,3	25	120,9	4	12
16.08	240	3277,3	46	243,4	13	39
16.12	67	3277,3	30	67,8	3	9
16.18	240	3277,3	59	244,4	16	48
18.00	77	3277,3	63	78,9	6	18
18.10	120	3277,3	50	121,9	7	21
18.26	121	3277,3	94	124,8	13	39
18.47	180	3277,3	40	182,2	8	24

Lampiran 11 : **Data Volume Jl. Slamet Riyadi Eksisting With
Project (Selatan)**

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	skr/jam
Sri Tanjung	7,49	7,52	11
Prambanan Expres	8,25	8,27	27
Solo Expres	8,47	8,49	32
Prambanan Expres	9,17	9,2	36
Bathara Kresna	9,25	9,29	36
Hogawa	9,51	9,54	40
Bathara Kresna	10	10,02	38
Sidomukti	10,08	10,11	38
Prambanan Expres	10,15	10,18	31
Prambanan Expres	10,47	10,5	32
Prambanan Expres	11,07	11,12	34
Singa Sari	11,4	11,43	34
Prambanan Expres	11,53	11,56	33
Prambanan Expres	12,22	12,24	28
Sidomukti	12,43	12,45	24
Pasundan	13,05	13,1	17
Prambanan Expres	13,14	13,19	17
Solo Expres	13,23	13,26	21
Prambanan Expres	13,41	13,44	17
Bathara Kresna	13,58	14,02	17
Prambanan Expres	14,07	14,09	17
Bengawan	14,3	14,32	18
Logawa	15,28	15,32	12
Pasundan	15,39	15,42	13
Solo Expres	15,48	15,52	11
Prambanan Expres	15,57	15,59	11
Gaya Baru Malam Selatan	16,08	16,12	10
Prambanan Expres	16,18	16,22	13
Kahuripan	17,15	17,18	24
Prambanan Expres	17,23	17,26	24
Joglo Semar Kerto	17,46	17,49	19
Prambanan Expres	18,1	18,12	21
Prambanan Expres	18,2	18,22	21
Sri Tanjung	18,35	18,4	18
Prambanan Expres	18,47	18,5	11
MAX			40

Lampiran 12 : Hasil Perhitungan Volume per Siklus Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting With Project (Selatan)

Nama Kereta Api	Jam Tutup	Jam Buka	Lama Tutup (menit)	Lama Tutup (detik)	Faktor kali konversi	skr/jam	skr/siklus
Sri Tanjung	07.49	07.52	3,0	180	20	86	18
Argo Lawu	08.02	08.02	1,2	70	51	295	24
Prameks	08.25	08.27	3,0	180	20	210	42
Maloboro Express	08.39	08.40	1,3	79	46	458	40
Solo Expres	08.47	08.49	2,0	120	30	248	34
Kereta Barang	09.03	09.05	2,5	151	24	527	89
Prameks	09.13	09.15	2,1	126	29	527	74
Prameks	09.17	09.20	3,0	180	20	279	56
Bathara Kresna	09.25	09.29	4,0	240	15	279	75
Logawa	09.51	09.54	3,0	180	20	310	62
Bathara Kresna	10.00	10.02	2,0	120	30	295	40
Sidomukti	10.08	10.11	3,0	180	20	295	59
Prameks	10.15	10.18	3,0	180	20	241	49
Logawa	10.21	10.22	1,2	70	51	489	39
Argo Wilis	10.32	10.33	1,3	77	47	489	43
Prameks	10.53	10.54	1,4	86	42	248	24
Prameks	10.08	10.11	3,0	180	20	512	103
Singasari	11.40	11.43	2,0	120	30	264	36
Prameks	11.53	11.56	3,0	180	20	264	53
Prameks	11.57	11.58	1,2	70	52	256	20
Sancaka	11.59	12.00	1,4	82	44	473	44
Prameks	12.18	12.19	1,3	77	47	473	41
Prameks	12.22	12.24	2,0	120	30	473	64
Ranggajati	12.42	12.43	1,3	78	46	217	19
Sidomukti	12.43	12.45	2,0	120	30	403	54
Pasundan	12.54	12.56	2,1	125	29	186	26
Kepala KA (Track & Brige)	13.12	13.15	1,4	83	43	318	30
Prameks - Sancaka	13.14	13.19	5,0	300	12	264	88
Solo Expres	13.17	13.18	2,5	148	24	132	22
Solo Expres	13.23	13.26	3,0	180	20	295	59
Kereta Barang	13.28	13.30	4,5	272	13	163	50
Prameks	13.41	13.44	3,0	180	20	295	59
Sancaka Tambahan	13.54	13.55	4,3	257	14	132	38
Bathara Kresna	13.58	14.02	4,0	240	15	264	71
Prameks & Bathara Kresna	14.00	14.03	2,2	129	28	132	19
Prameks	14.07	14.09	2,0	120	30	264	36
Bengawan	14.10	14.12	1,5	88	41	132	13
Bengawan	14.30	14.32	2,0	120	30	272	37
Kepala KA	14.36	14.38	1,3	80	45	140	13
Maloboro Express	14.44	14.45	1,2	70	52	233	19
Logawa	15.28	15.32	4,0	240	15	233	63
Pasundan	15.39	15.42	3,0	180	20	93	19
Solo Expres	15.48	15.52	4,0	240	15	101	27
Prameks	15.51	15.53	1,3	77	47	86	8
Prameks	15.57	15.59	2,0	120	30	171	23
Gaya Baru Malam Selatan	16.08	16.12	4,0	240	15	86	23
Prameks	16.12	16.13	1,1	67	54	78	6
Prameks	16.18	16.22	4,0	240	15	179	48
Prameks	18.00	18.01	1,3	77	47	101	9
Prameks	18.10	18.12	2,0	120	30	310	42
Sri Tanjung	18.26	18.28	2,0	121	30	163	22
Prameks	18.47	18.50	3,0	180	20	303	61

Lampiran 13 : **Panjang Antrian Kendaraan Saat Kereta Api Melewati Persimpangan Jl. Dr. Moewardi Kondisi Eksisting With Project (Selatan)**

Pukul	r	μ	λ	Tq	Qm	Panjang Antrian
	(s)	(skr/jam)	(skr/jam)	detik	(kend)	(meter)
07.49	180,0	1270	18	182,6	4	12
08.02	70,2	1270	24	71,6	2	6
08.25	180,0	1270	42	186,2	9	27
08.39	78,6	1270	40	81,2	4	12
08.47	120,0	1270	34	123,3	5	15
09.03	151,2	1270	89	162,6	15	45
09.13	126,0	1270	74	133,8	11	33
09.17	180,0	1270	56	188,3	12	36
09.25	240,0	1270	75	255,1	20	60
09.51	180,0	1270	62	189,2	13	39
10.00	120,0	1270	40	123,9	6	18
10.08	180,0	1270	59	188,8	12	36
10,15	180,0	1270	49	187,2	10	30
10.21	70,2	1270	39	72,4	4	12
10.32	77,4	1270	43	80,1	4	12
10.53	85,8	1270	24	87,5	3	9
10,08	180,0	1270	103	195,9	21	63
11.40	120,0	1270	36	123,5	5	15
11,53	180,0	1270	53	187,8	11	33
11.57	69,6	1270	20	70,7	2	6
11.59	82,2	1270	44	85,2	5	15
12.18	77,4	1270	41	80,0	4	12
12,22	120,0	1270	64	126,4	9	27
12.42	78,0	1270	19	79,2	2	6
12,43	120,0	1270	54	125,3	8	24
12.54	125,4	1270	26	128,0	4	12
13.12	83,4	1270	30	85,4	3	9
13,14	300,0	1270	88	322,3	30	90
13.17	148,2	1270	22	150,8	4	12
13,23	180,0	1270	59	188,8	12	36
13.28	271,8	1270	50	282,9	16	48
13,41	180,0	1270	59	188,8	12	36
13.54	256,8	1270	38	264,7	11	33
13,58	240,0	1270	71	254,2	19	57
14.00	129,0	1270	19	131,0	3	9
14,07	120,0	1270	36	123,5	5	15
14.10	87,6	1270	13	88,5	2	6
14.30	120,0	1270	37	123,6	5	15
14.36	79,8	1270	13	80,6	2	6
14.44	69,6	1270	19	70,7	2	6
15,28	240,0	1270	63	252,5	17	51
15,39	180,0	1270	19	182,7	4	12
15,48	240,0	1270	27	245,2	8	24
15.51	77,4	1270	8	77,9	1	3
15,57	120,0	1270	23	122,2	4	12
16,08	240,0	1270	23	244,4	7	21
16.12	67,2	1270	6	67,5	1	3
16,18	240,0	1270	48	249,4	13	39
18.00	77,4	1270	9	78,0	1	3
18.10	120,0	1270	42	124,1	6	18
18.26	121,2	1270	22	123,3	3	9
18,47	180,0	1270	61	189,1	13	39

Lampiran 14 : Lama Tundaan Kondisi Eksisting *Without Project* (Selatan)

Pukul	Tq	Panjang Antrian	Kecepatan kend	Total Tundaan
	detik	(meter)	m/s	detik
07.49	183.7	184	15	186.5
08.02	71.6	72	15	72.6
08.25	185.5	186	15	189.5
08.39	81.0	81	15	82.8
08.47	123.0	123	15	125.2
09.03	161.8	162	15	169.0
09.13	133.3	133	15	138.5
09.17	187.7	188	15	193.1
09.25	253.9	254	15	263.5
09.51	188.6	189	15	194.6
10.00	123.5	124	15	126.1
10.08	188.0	188	15	193.6
10.15	186.6	187	15	191.4
10.21	72.3	72	15	73.9
10.32	79.9	80	15	81.7
10.53	89.1	89	15	91.5
10.08	187.6	188	15	193.0
11.40	123.2	123	15	125.6
11.53	187.0	187	15	192.0
11.57	71.5	71	15	72.9
11.59	84.8	85	15	86.8
12.18	79.7	80	15	81.5
12.22	122.5	123	15	124.3
12.42	80.0	80	15	81.6
12.43	122.2	122	15	123.8
12.54	129.5	129	15	132.5
13.12	84.9	85	15	86.1
13.14	309.6	310	15	316.4
13.17	153.4	153	15	157.2
13.23	184.3	184	15	187.5
13.28	288.0	288	15	299.2
13.41	182.6	183	15	184.6
13.54	266.5	266	15	273.3
13.58	243.7	244	15	246.5
14.00	131.0	131	15	132.6
14.07	120.8	121	15	121.6
14.10	88.9	89	15	89.9
14.30	121.6	122	15	122.8
14.36	81.4	81	15	82.6
14.44	70.5	70	15	71.3
15.28	244.0	244	15	247.0
15.39	182.6	183	15	184.6
15.48	243.7	244	15	246.5
15.51	78.2	78	15	78.8
15.57	120.9	121	15	121.7
16.08	243.4	243	15	246.0
16.12	67.8	68	15	68.4
16.18	244.4	244	15	247.6
18.00	78.9	79	15	80.1
18.10	121.9	122	15	123.3
18.26	124.8	125	15	127.4
18.47	182.2	182	15	183.8
MAX				316.4

Lampiran 14 : **Lama Tundaan Kondisi Eksisting *With Project***
(Selatan)

Pukul	Tq	Panjang Antrian (meter)	Kecapatan Kend.	Total Tundaan
	detik		m/s	detik
07.49	1826	12	15	18.3
08.02	71.6	6	15	24.1
08.25	1862	27	15	42.6
08.39	81.2	12	15	40.3
08.47	1233	15	15	34.3
09.03	1626	45	15	90.0
09.13	1338	33	15	74.7
09.17	1883	36	15	56.8
09.25	2551	60	15	76.3
09.51	1892	39	15	62.9
10.00	1239	18	15	40.4
10.08	1888	36	15	59.8
10.15	1872	30	15	49.7
10.21	72.4	12	15	39.3
10.32	80.1	12	15	43.3
10.53	87.5	9	15	24.2
10.08	1959	63	15	104.4
11.40	1235	15	15	36.3
11.53	1878	33	15	53.7
11.57	70.7	6	15	20.1
11.59	85.2	15	15	44.3
12.18	80.0	12	15	41.3
12.22	1264	27	15	64.6
12.42	79.2	6	15	19.1
12.43	1253	24	15	54.5
12.54	1280	12	15	26.3
13.12	85.4	9	15	30.2
13.14	3223	90	15	90.0
13.17	1508	12	15	22.3
13.23	1888	36	15	59.8
13.28	2829	48	15	51.1
13.41	1888	36	15	59.8
13.54	2647	33	15	38.7
13.58	2542	57	15	72.3
14.00	1310	9	15	19.2
14.07	1235	15	15	36.3
14.10	88.5	6	15	13.1
14.30	1236	15	15	37.3
14.36	80.6	6	15	13.1
14.44	70.7	6	15	19.1
15.28	2525	51	15	64.1
15.39	1827	12	15	19.3
15.48	2452	24	15	27.5
15.51	77.9	3	15	8.1
15.57	1222	12	15	23.3
16.08	2444	21	15	23.5
16.12	67.5	3	15	6.1
16.18	2494	39	15	48.9
18.00	78.0	3	15	9.1
18.10	1241	18	15	42.4
18.26	1233	9	15	22.2
18.47	1891	39	15	61.9
		MAX		104.4

**Lampiran 15 : Kecepatan Arus Bebas Kondisi Eksisting
Without Project pada Titik B**

Jenis Kendaraan	Kec. Arus Bebas Dasar (VBD)	Lebar jalur (VBL)	VBD + VBL (km/jam)	Faktor Penyesuaian		Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)	Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)
				Hambatan Samping (FVbhs)	Ukuran Kota (FVBUK)		
KR	44	4	48	0,93	0,95	42,408	43
KB	40	4	44	0,93	0,95	38,874	39
SM	40	4	44	0,93	0,95	38,874	39
Rata-rata						40,052	41

Lampiran 15 : Kecepatan Arus Bebas Kondisi Rencana pada Titik B

Jenis Kendaraan	Kec. Arus Bebas Dasar (VBD)	Lebar jalur (VBL)	VBD + VBL (km/jam)	Faktor Penyesuaian		Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)	Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)
				Hambatan Samping (FVbhs)	Ukuran Kota (FVBUK)		
KR	57	4	61	0,9	0,95	52,155	53
KB	50	4	54	0,9	0,95	46,17	47
SM	47	4	51	0,9	0,95	43,605	44
Rata-rata						47,310	48

Lampiran 15 : Kecepatan Arus Bebas Kondisi Eksisting With Project pada Titik B

Jenis Kendaraan	Kec. Arus Bebas Dasar (VBD)	Lebar jalur (VBL)	VBD + VBL (km/jam)	Faktor Penyesuaian		Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)	Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)
				Hambatan Samping (FVbhs)	Ukuran Kota (FVBUK)		
KR	57	4	61	0,9	0,95	52,155	53
KB	50	4	54	0,9	0,95	46,17	47
SM	47	4	51	0,9	0,95	43,605	44
Rata-rata						47,310	48

Lampiran 15 : Kecepatan Arus Bebas Kondisi Eksisting Without Project pada Titik D

Jenis Kendaraan	Kec. Arus Bebas Dasar (VBD) (km/jam)	Lebar jalur (VBL)	VBD + VBL (km/jam)	Faktor Penyesuaian		Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)	Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)
				Hambatan Samping (FVbhs)	Ukuran Kota (FVBUK)		
KR	57	-4	53	1	0,95	50,35	51
KB	50	-4	46	1	0,95	43,7	44
SM	47	-4	43	1	0,95	40,85	41
Rata-rata						44,967	45

Lampiran 15 : Kecepatan Arus Bebas Kondisi Rencana pada Titik D

Jenis Kendaraan	Kec. Arus Bebas Dasar (VBD) (km/jam)	Lebar jalur (VBL)	VBD + VBL (km/jam)	Faktor Penyesuaian		Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)	Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)
				Hambatan Samping (FVbhs)	Ukuran Kota (FVBUK)		
KR	44	3	47	0,9	0,95	40,185	41
KB	40	3	43	0,9	0,95	36,765	37
SM	40	3	43	0,9	0,95	36,765	37
Rata-rata						37,905	38

Lampiran 15 : Kecepatan Arus Bebas Kondisi Eksisting With Project pada Titik D

Jenis Kendaraan	Kec. Arus Bebas Dasar (VBD) (km/jam)	Lebar jalur (VBL)	VBD + VBL (km/jam)	Faktor Penyesuaian		Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)	Kec. Arus Bebas (VB) (km/jam)
				Hambatan Samping (FVbhs)	Ukuran Kota (FVBUK)		
KR	57	-4	53	0,9	0,95	45,315	46
KB	50	-4	46	0,9	0,95	39,33	40
SM	47	-4	43	0,9	0,95	36,765	37
Rata-rata						40,470	41

Lampiran 16 : Rekap Hasil Kecepatan Tempuh (Vt) pada Titik B

Titik B (Utara)														
Eksisting Without Project					Rencana (flyover)					Eksisting With Project				
Tahun	Derajat Kejenuhan (DS)	Kend. Ringan (KR)	Kend. Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)	Tahun	Derajat Kejenuhan (DS)	Kend. Ringan (KR)	Kend. Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)	Tahun	Derajat Kejenuhan (DS)	Kend. Ringan (KR)	Kend. Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)
2017	0,45	37,30	33,90	33,90	2017	0,30	44,50	43,00	40,80	2017	0,18	49,50	44,50	41,70
2018	0,48	36,55	33,20	33,20	2018	0,32	44,27	42,66	40,45	2018	0,19	49,35	44,36	41,57
2019	0,51	35,79	32,49	32,49	2019	0,34	44,05	42,31	40,09	2019	0,20	49,20	44,22	41,44
2020	0,54	35,04	31,79	31,79	2020	0,36	43,82	41,97	39,74	2020	0,22	48,90	43,94	41,17
2021	0,57	34,29	31,09	31,09	2021	0,38	43,60	41,62	39,39	2021	0,23	48,75	43,80	41,04
2022	0,61	33,29	30,15	30,15	2022	0,40	43,37	41,28	39,03	2022	0,24	48,60	43,66	40,91
2023	0,64	32,53	29,44	29,44	2023	0,43	43,03	40,76	38,50	2023	0,25	48,45	43,53	40,78
2024	0,67	31,78	28,74	28,74	2024	0,45	42,81	40,41	38,15	2024	0,27	48,15	43,25	40,51
2025	0,70	31,03	28,04	28,04	2025	0,47	42,58	40,07	37,80	2025	0,28	48,00	43,11	40,38
2026	0,73	30,27	27,33	27,33	2026	0,49	42,36	39,73	37,44	2026	0,29	47,85	42,97	40,25
2027	0,77	29,27	26,39	26,39	2027	0,51	42,13	39,38	37,09	2027	0,30	47,70	42,83	40,11
2028	0,80	28,52	25,69	25,69	2028	0,53	41,91	39,04	36,74	2028	0,32	47,40	42,55	39,85
2029	0,83	27,77	24,99	24,99	2029	0,55	41,68	38,69	36,39	2029	0,33	47,25	42,41	39,72
2030	0,86	27,01	24,28	24,28	2030	0,58	41,34	38,17	35,86	2030	0,34	47,10	42,27	39,59
2031	0,89	26,26	23,58	23,58	2031	0,60	41,12	37,83	35,50	2031	0,36	46,80	41,99	39,32
2032	0,93	25,26	22,64	22,64	2032	0,62	40,89	37,49	35,15	2032	0,37	46,65	41,85	39,19
2033	0,96	24,50	21,94	21,94	2033	0,64	40,67	37,14	34,80	2033	0,38	46,50	41,71	39,06
2034	0,99	23,75	21,23	21,23	2034	0,66	40,44	36,80	34,44	2034	0,39	46,35	41,58	38,93
2035	1,02	23,50	21,00	21,00	2035	0,68	40,21	36,45	34,09	2035	0,41	46,05	41,30	38,66
2036	1,06	23,50	21,00	21,00	2036	0,70	39,99	36,11	33,74	2036	0,42	45,90	41,16	38,53
2037	1,09	23,50	21,00	21,00	2037	0,72	39,76	35,76	33,38	2037	0,43	45,75	41,02	38,40
2038	1,12	23,50	21,00	21,00	2038	0,75	39,43	35,24	32,85	2038	0,44	45,60	40,88	38,26
2039	1,15	23,50	21,00	21,00	2039	0,77	39,20	34,90	32,50	2039	0,46	45,30	40,60	38,00

Lampiran 16 : Rekap Hasil Kecepatan Tempuh (Vt) pada Titik D

Titik D (Selatan)														
Eksisting Without Project					Rencana (flyover)					Eksisting With Project				
Tahun	Derajat Kejenuhan (DS)	Kend. Ringan (KR)	Kend. Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)	Tahun	Derajat Kejenuhan (DS)	Kend. Ringan (KR)	Kend. Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)	Tahun	Derajat Kejenuhan (DS)	Kend. Ringan (KR)	Kend. Berat (KB)	Sepeda Motor (SM)
2017	0,45	37,30	33,90	33,90	2017	0,16	39,60	35,40	35,40	2017	0,24	43,20	37,50	34,50
2018	0,48	36,55	33,20	33,20	2018	0,17	39,60	35,40	35,40	2018	0,26	42,90	37,23	34,25
2019	0,51	35,79	32,49	32,49	2019	0,18	39,48	35,28	35,28	2019	0,28	42,60	36,96	33,99
2020	0,54	35,04	31,79	31,79	2020	0,19	39,35	35,16	35,16	2020	0,30	42,30	36,69	33,74
2021	0,57	34,29	31,09	31,09	2021	0,20	39,23	35,05	35,05	2021	0,31	42,15	36,56	33,62
2022	0,61	33,29	30,15	30,15	2022	0,21	39,11	34,93	34,93	2022	0,33	41,85	36,29	33,36
2023	0,64	32,53	29,44	29,44	2023	0,22	38,99	34,81	34,81	2023	0,35	41,55	36,02	33,11
2024	0,67	31,78	28,74	28,74	2024	0,23	38,86	34,69	34,69	2024	0,37	41,25	35,76	32,86
2025	0,70	31,03	28,04	28,04	2025	0,24	38,62	34,45	34,45	2025	0,38	41,10	35,62	32,73
2026	0,73	30,27	27,33	27,33	2026	0,25	38,50	34,34	34,34	2026	0,40	40,80	35,35	32,48
2027	0,77	29,27	26,39	26,39	2027	0,27	38,37	34,22	34,22	2027	0,42	40,50	35,08	32,23
2028	0,80	28,52	25,69	25,69	2028	0,28	38,25	34,10	34,10	2028	0,43	40,35	34,95	32,10
2029	0,83	27,77	24,99	24,99	2029	0,29	38,13	33,98	33,98	2029	0,45	40,05	34,68	31,85
2030	0,86	27,01	24,28	24,28	2030	0,30	38,00	33,86	33,86	2030	0,47	39,75	34,41	31,59
2031	0,89	26,26	23,58	23,58	2031	0,31	37,88	33,75	33,75	2031	0,49	39,45	34,14	31,34
2032	0,93	25,26	22,64	22,64	2032	0,32	37,76	33,63	33,63	2032	0,50	39,30	34,01	31,22
2033	0,96	24,50	21,94	21,94	2033	0,33	37,64	33,51	33,51	2033	0,52	39,00	33,74	30,96
2034	0,99	23,75	21,23	21,23	2034	0,34	37,51	33,39	33,39	2034	0,54	38,70	33,47	30,71
2035	1,02	23,50	21,00	21,00	2035	0,35	37,39	33,27	33,27	2035	0,55	38,55	33,34	30,58
2036	1,06	23,50	21,00	21,00	2036	0,36	37,27	33,15	33,15	2036	0,57	38,25	33,07	30,33
2037	1,09	23,50	21,00	21,00	2037	0,37	37,15	33,04	33,04	2037	0,59	37,95	32,80	30,08
2038	1,12	23,50	21,00	21,00	2038	0,39	37,02	32,92	32,92	2038	0,61	37,65	32,53	29,83
2039	1,15	23,50	21,00	21,00	2039	0,40	36,90	32,80	32,80	2039	0,62	37,50	32,40	29,70

Lampiran 17: Hasil Perhitungan BOK pada Titik B Kondisi Jalan Eksisting *Without Project*

Titik B (Jl. MT. Haryono)							
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	37,3	33,9	33,9	Rp 2.918.919	Rp 3.893.446	Rp 4.432.113	Rp 11.244.478
2018	36,5	33,2	33,2	Rp 2.928.682	Rp 3.896.365	Rp 4.437.424	Rp 11.262.471
2019	35,8	32,5	32,5	Rp 2.938.888	Rp 3.899.873	Rp 4.443.518	Rp 11.282.279
2020	35,0	31,8	31,8	Rp 2.949.530	Rp 3.903.955	Rp 4.450.405	Rp 11.303.890
2021	34,3	31,1	31,1	Rp 2.960.611	Rp 3.908.619	Rp 4.458.070	Rp 11.327.300
2022	33,3	30,1	30,1	Rp 3.049.461	Rp 4.027.805	Rp 4.613.358	Rp 11.690.624
2023	32,5	29,4	29,4	Rp 3.062.504	Rp 4.071.250	Rp 4.654.399	Rp 11.788.153
2024	31,8	28,7	28,7	Rp 3.076.027	Rp 4.079.334	Rp 4.666.592	Rp 11.821.954
2025	31,0	28,0	28,0	Rp 3.090.035	Rp 4.088.056	Rp 4.679.652	Rp 11.857.744
2026	30,3	27,3	27,3	Rp 3.104.531	Rp 4.097.427	Rp 4.693.580	Rp 11.895.538
2027	29,3	26,4	26,4	Rp 3.214.539	Rp 4.110.906	Rp 4.713.515	Rp 12.038.960
2028	28,5	25,7	25,7	Rp 3.230.187	Rp 4.121.769	Rp 4.729.486	Rp 12.081.442
2029	27,8	25,0	25,0	Rp 3.246.335	Rp 4.133.288	Rp 4.746.341	Rp 12.125.964
2030	27,0	24,3	24,3	Rp 3.262.990	Rp 4.145.446	Rp 4.764.094	Rp 12.172.529
2031	26,3	23,6	23,6	Rp 3.280.155	Rp 4.158.254	Rp 4.782.731	Rp 12.221.140
2032	25,3	22,6	22,6	Rp 3.303.760	Rp 4.176.357	Rp 4.808.979	Rp 12.289.096
2033	24,5	21,9	21,9	Rp 3.322.137	Rp 4.190.695	Rp 4.829.737	Rp 12.342.570
2034	23,8	21,2	21,2	Rp 3.341.046	Rp 4.205.694	Rp 4.851.403	Rp 12.398.143
2035	23,5	21,0	21,0	Rp 3.347.637	Rp 4.210.848	Rp 4.858.836	Rp 12.417.321
2036	23,5	21,0	21,0	Rp 3.347.892	Rp 4.210.866	Rp 4.858.845	Rp 12.417.602
2037	23,5	21,0	21,0	Rp 3.348.146	Rp 4.210.875	Rp 4.858.863	Rp 12.417.884
2038	23,5	21,0	21,0	Rp 3.348.401	Rp 4.210.884	Rp 4.858.872	Rp 12.418.156
2039	23,5	21,0	21,0	Rp 3.011.175	Rp 3.642.422	Rp 4.107.581	Rp 10.761.178
TOTAL							Rp 273.576.415

Lampiran 17: Hasil Perhitungan BOK pada Titik B Kondisi Jalan Rencana

Titik B (Utara)							
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	44,5	43,0	43,0	Rp 2.732.233	Rp 3.674.083	Rp 3.923.385	Rp 10.329.702
2018	44,3	42,7	42,7	Rp 2.734.398	Rp 3.673.490	Rp 3.925.026	Rp 10.332.914
2019	44,0	42,3	42,3	Rp 2.736.609	Rp 3.672.969	Rp 3.926.732	Rp 10.336.310
2020	43,8	42,0	42,0	Rp 2.738.849	Rp 3.672.483	Rp 3.928.531	Rp 10.339.863
2021	43,6	41,6	41,6	Rp 2.741.135	Rp 3.672.060	Rp 3.930.387	Rp 10.343.582
2022	43,4	41,3	41,3	Rp 2.743.449	Rp 3.671.691	Rp 3.932.327	Rp 10.347.467
2023	43,0	40,8	40,8	Rp 2.746.918	Rp 3.671.233	Rp 3.935.374	Rp 10.353.525
2024	42,8	40,4	40,4	Rp 2.749.326	Rp 3.670.999	Rp 3.937.503	Rp 10.357.828
2025	42,6	40,1	40,1	Rp 2.751.780	Rp 3.670.809	Rp 3.939.709	Rp 10.362.298
2026	42,4	39,7	39,7	Rp 2.754.263	Rp 3.688.692	Rp 3.956.830	Rp 10.399.785
2027	42,1	39,4	39,4	Rp 2.756.793	Rp 3.688.610	Rp 3.959.196	Rp 10.404.598
2028	41,9	39,0	39,0	Rp 2.759.351	Rp 3.688.591	Rp 3.961.619	Rp 10.409.562
2029	41,7	38,7	38,7	Rp 2.761.956	Rp 3.688.627	Rp 3.964.128	Rp 10.414.711
2030	41,3	38,2	38,2	Rp 2.765.839	Rp 3.688.777	Rp 3.968.031	Rp 10.422.647
2031	41,1	37,8	37,8	Rp 2.768.538	Rp 3.688.940	Rp 3.970.732	Rp 10.428.210
2032	40,9	37,5	37,5	Rp 2.837.218	Rp 3.789.754	Rp 4.102.615	Rp 10.729.586
2033	40,7	37,1	37,1	Rp 2.840.168	Rp 3.790.300	Rp 4.105.821	Rp 10.736.288
2034	40,4	36,8	36,8	Rp 2.843.158	Rp 3.790.896	Rp 4.109.101	Rp 10.743.155
2035	40,2	36,5	36,5	Rp 2.846.180	Rp 3.791.560	Rp 4.112.455	Rp 10.750.195
2036	40,0	36,1	36,1	Rp 2.894.253	Rp 3.792.284	Rp 4.115.902	Rp 10.802.438
2037	39,8	35,8	35,8	Rp 2.897.357	Rp 3.793.067	Rp 4.119.433	Rp 10.809.857
2038	39,4	35,2	35,2	Rp 2.902.018	Rp 3.794.340	Rp 4.124.882	Rp 10.821.240
2039	39,2	34,9	34,9	Rp 2.567.745	Rp 3.226.801	Rp 3.377.315	Rp 9.171.861
TOTAL							Rp 240.147.624

Lampiran 17: Hasil Perhitungan BOK pada Titik B Kondisi Jalan Eksisting *With Project*

Titik B (Utara)								
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK	
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B		
2017	49,5	44,5	44,5	Rp 2.776.124	Rp 3.897.235	Rp 4.425.386	Rp	11.098.746
2018	49,4	44,4	44,4	Rp 2.776.719	Rp 3.895.938	Rp 4.423.931	Rp	11.096.588
2019	49,2	44,2	44,2	Rp 2.777.330	Rp 3.894.654	Rp 4.422.514	Rp	11.094.499
2020	48,9	43,9	43,9	Rp 2.778.528	Rp 3.892.164	Rp 4.419.754	Rp	11.090.446
2021	48,8	43,8	43,8	Rp 2.779.188	Rp 3.890.948	Rp 4.418.428	Rp	11.088.563
2022	48,6	43,7	43,7	Rp 2.779.873	Rp 3.889.764	Rp 4.417.123	Rp	11.086.759
2023	48,5	43,5	43,5	Rp 2.780.565	Rp 3.888.593	Rp 4.415.857	Rp	11.085.015
2024	48,2	43,2	43,2	Rp 2.781.925	Rp 3.886.321	Rp 4.413.397	Rp	11.081.642
2025	48,0	43,1	43,1	Rp 2.782.665	Rp 3.885.228	Rp 4.412.212	Rp	11.080.104
2026	47,9	43,0	43,0	Rp 2.783.431	Rp 3.884.148	Rp 4.411.066	Rp	11.078.645
2027	47,7	42,8	42,8	Rp 2.784.204	Rp 3.883.100	Rp 4.409.941	Rp	11.077.246
2028	47,4	42,6	42,6	Rp 2.785.727	Rp 3.881.055	Rp 4.407.792	Rp	11.074.573
2029	47,3	42,4	42,4	Rp 2.786.549	Rp 3.880.075	Rp 4.406.757	Rp	11.073.381
2030	47,1	42,3	42,3	Rp 2.787.396	Rp 3.879.109	Rp 4.405.762	Rp	11.072.267
2031	46,8	42,0	42,0	Rp 2.789.039	Rp 3.877.254	Rp 4.403.845	Rp	11.070.138
2032	46,7	41,9	41,9	Rp 2.789.936	Rp 3.876.356	Rp 4.402.940	Rp	11.069.232
2033	46,5	41,7	41,7	Rp 2.790.839	Rp 3.875.481	Rp 4.402.057	Rp	11.068.377
2034	46,4	41,6	41,6	Rp 2.791.759	Rp 3.874.638	Rp 4.401.203	Rp	11.067.600
2035	46,1	41,3	41,3	Rp 2.793.575	Rp 3.873.001	Rp 4.399.597	Rp	11.066.173
2036	45,9	41,2	41,2	Rp 2.794.544	Rp 3.872.226	Rp 4.398.834	Rp	11.065.604
2037	45,8	41,0	41,0	Rp 2.795.538	Rp 3.871.465	Rp 4.398.111	Rp	11.065.114
2038	45,6	40,9	40,9	Rp 2.796.540	Rp 3.870.735	Rp 4.397.409	Rp	11.064.684
2039	45,3	40,6	40,6	Rp 2.461.039	Rp 3.300.847	Rp 3.644.805	Rp	9.406.690
TOTAL							Rp	253.122.085

Lampiran 17: Hasil Perhitungan BOK pada Titik D Kondisi Jalan Eksisting *Without Project*

Titik D (Selatan)							
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	42,5	40,6	40,6	Rp 2.841.141	Rp 3.908.086	Rp 4.453.969	Rp 11.203.197
2018	42,0	40,0	40,0	Rp 2.846.354	Rp 3.906.432	Rp 4.452.986	Rp 11.205.772
2019	41,4	39,5	39,5	Rp 2.851.797	Rp 3.923.077	Rp 4.467.258	Rp 11.242.131
2020	40,6	38,6	38,6	Rp 2.860.221	Rp 3.921.611	Rp 4.467.159	Rp 11.248.991
2021	40,1	38,0	38,0	Rp 2.866.218	Rp 3.921.006	Rp 4.467.600	Rp 11.254.824
2022	39,3	37,2	37,2	Rp 2.920.480	Rp 3.920.660	Rp 4.469.026	Rp 11.310.166
2023	38,7	36,6	36,6	Rp 2.927.038	Rp 3.920.809	Rp 4.470.503	Rp 11.318.350
2024	37,9	35,8	35,8	Rp 2.937.146	Rp 3.921.604	Rp 4.473.477	Rp 11.332.227
2025	37,4	35,2	35,2	Rp 2.944.272	Rp 3.922.511	Rp 4.475.983	Rp 11.342.766
2026	36,6	34,3	34,3	Rp 2.955.236	Rp 3.924.437	Rp 4.480.519	Rp 11.360.192
2027	36,1	33,8	33,8	Rp 2.962.937	Rp 3.926.114	Rp 4.484.080	Rp 11.373.132
2028	35,2	32,9	32,9	Rp 3.045.977	Rp 4.037.780	Rp 4.629.598	Rp 11.713.354
2029	34,7	32,3	32,3	Rp 3.054.858	Rp 4.041.127	Rp 4.635.379	Rp 11.731.364
2030	33,9	31,5	31,5	Rp 3.068.501	Rp 4.046.781	Rp 4.644.919	Rp 11.760.200
2031	33,4	30,9	30,9	Rp 3.078.017	Rp 4.050.966	Rp 4.651.856	Rp 11.780.838
2032	32,6	30,0	30,0	Rp 3.092.618	Rp 4.057.872	Rp 4.663.132	Rp 11.813.622
2033	32,0	29,5	29,5	Rp 3.102.780	Rp 4.098.902	Rp 4.700.951	Rp 11.902.632
2034	31,2	28,6	28,6	Rp 3.118.357	Rp 4.107.090	Rp 4.713.998	Rp 11.939.446
2035	30,7	28,1	28,1	Rp 3.129.176	Rp 4.112.974	Rp 4.723.297	Rp 11.965.446
2036	29,9	27,2	27,2	Rp 3.235.749	Rp 4.122.440	Rp 4.738.146	Rp 12.096.335
2037	29,3	26,6	26,6	Rp 3.247.237	Rp 4.129.195	Rp 4.748.667	Rp 12.125.100
2038	28,5	25,8	25,8	Rp 3.264.827	Rp 4.139.965	Rp 4.765.354	Rp 12.170.146
2039	28,0	25,2	25,2	Rp 2.939.522	Rp 3.579.108	Rp 4.025.805	Rp 10.544.435
TOTAL							Rp 265.734.666

Lampiran 17: Hasil Perhitungan BOK pada Titik D Kondisi Jalan Rencana

Titik D (Selatan)							
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	39,6	35,4	35,4	Rp 2.851.349	Rp 3.703.246	Rp 4.016.159	Rp 10.570.755
2018	39,6	35,4	35,4	Rp 2.851.531	Rp 3.703.255	Rp 4.016.168	Rp 10.570.954
2019	39,5	35,3	35,3	Rp 2.853.320	Rp 3.704.148	Rp 4.018.214	Rp 10.575.682
2020	39,4	35,2	35,2	Rp 2.855.112	Rp 3.705.056	Rp 4.020.272	Rp 10.580.439
2021	39,2	35,0	35,0	Rp 2.856.925	Rp 3.705.970	Rp 4.022.360	Rp 10.585.255
2022	39,1	34,9	34,9	Rp 2.858.750	Rp 3.706.910	Rp 4.024.469	Rp 10.590.128
2023	39,0	34,8	34,8	Rp 2.860.586	Rp 3.707.857	Rp 4.026.591	Rp 10.595.033
2024	38,9	34,7	34,7	Rp 2.862.425	Rp 3.708.836	Rp 4.028.743	Rp 10.600.004
2025	38,6	34,5	34,5	Rp 2.865.966	Rp 3.710.807	Rp 4.033.102	Rp 10.609.875
2026	38,5	34,3	34,3	Rp 2.867.850	Rp 3.711.825	Rp 4.035.310	Rp 10.614.984
2027	38,4	34,2	34,2	Rp 2.869.736	Rp 3.712.850	Rp 4.037.547	Rp 10.620.133
2028	38,3	34,1	34,1	Rp 2.871.644	Rp 3.713.899	Rp 4.039.806	Rp 10.625.349
2029	38,1	34,0	34,0	Rp 2.873.563	Rp 3.714.964	Rp 4.042.087	Rp 10.630.614
2030	38,0	33,9	33,9	Rp 2.875.494	Rp 3.716.045	Rp 4.044.380	Rp 10.635.919
2031	37,9	33,7	33,7	Rp 2.877.428	Rp 3.717.133	Rp 4.046.704	Rp 10.641.265
2032	37,8	33,6	33,6	Rp 2.879.383	Rp 3.718.247	Rp 4.049.050	Rp 10.646.679
2033	37,6	33,5	33,5	Rp 2.881.350	Rp 3.719.366	Rp 4.051.407	Rp 10.652.123
2034	37,5	33,4	33,4	Rp 2.883.319	Rp 3.720.519	Rp 4.053.795	Rp 10.657.634
2035	37,4	33,3	33,3	Rp 2.885.310	Rp 3.721.669	Rp 4.056.205	Rp 10.663.184
2036	37,3	33,2	33,2	Rp 2.887.313	Rp 3.722.845	Rp 4.058.627	Rp 10.668.785
2037	37,1	33,0	33,0	Rp 2.889.327	Rp 3.724.028	Rp 4.061.080	Rp 10.674.435
2038	37,0	32,9	32,9	Rp 2.891.345	Rp 3.725.235	Rp 4.063.555	Rp 10.680.135
2039	36,9	32,8	32,8	Rp 2.893.384	Rp 3.726.458	Rp 4.066.051	Rp 10.685.893
TOTAL							Rp 244.375.258

Lampiran 17: Hasil Perhitungan BOK pada Titik D Kondisi Jalan Eksisting *With Project*

Titik D (Selatan)							
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TOTAL BOK (Rp)			TOTAL BOK
	Gol I	Gol II A	Gol II B	Gol I	Gol II A	Gol II B	
2017	43,2	37,5	37,5	Rp 2.832.504	Rp 3.875.905	Rp 4.410.903	Rp 11.119.311
2018	42,9	37,2	37,2	Rp 2.835.188	Rp 3.875.466	Rp 4.410.941	Rp 11.121.595
2019	42,6	37,0	37,0	Rp 2.837.942	Rp 3.875.128	Rp 4.411.094	Rp 11.124.164
2020	42,3	36,7	36,7	Rp 2.840.772	Rp 3.874.874	Rp 4.411.381	Rp 11.127.027
2021	42,2	36,6	36,6	Rp 2.842.273	Rp 3.874.791	Rp 4.411.566	Rp 11.128.629
2022	41,9	36,3	36,3	Rp 2.845.197	Rp 3.874.676	Rp 4.412.039	Rp 11.131.912
2023	41,6	36,0	36,0	Rp 2.848.191	Rp 3.874.663	Rp 4.412.628	Rp 11.135.482
2024	41,3	35,8	35,8	Rp 2.851.263	Rp 3.874.742	Rp 4.413.351	Rp 11.139.356
2025	41,1	35,6	35,6	Rp 2.852.883	Rp 3.874.813	Rp 4.413.755	Rp 11.141.451
2026	40,8	35,4	35,4	Rp 2.856.050	Rp 3.875.032	Rp 4.414.666	Rp 11.145.747
2027	40,5	35,1	35,1	Rp 2.859.295	Rp 3.875.335	Rp 4.415.702	Rp 11.150.332
2028	40,4	35,0	35,0	Rp 2.861.002	Rp 3.875.530	Rp 4.416.263	Rp 11.152.795
2029	40,1	34,7	34,7	Rp 2.864.343	Rp 3.875.973	Rp 4.417.487	Rp 11.157.803
2030	39,8	34,4	34,4	Rp 2.912.753	Rp 3.876.518	Rp 4.418.828	Rp 11.208.099
2031	39,5	34,1	34,1	Rp 2.916.242	Rp 3.877.148	Rp 4.420.304	Rp 11.213.694
2032	39,3	34,0	34,0	Rp 2.918.071	Rp 3.877.507	Rp 4.421.085	Rp 11.216.664
2033	39,0	33,7	33,7	Rp 2.921.657	Rp 3.878.276	Rp 4.422.751	Rp 11.222.684
2034	38,7	33,5	33,5	Rp 2.925.322	Rp 3.879.150	Rp 4.424.534	Rp 11.229.005
2035	38,6	33,3	33,3	Rp 2.927.240	Rp 3.879.625	Rp 4.425.482	Rp 11.232.347
2036	38,3	33,1	33,1	Rp 2.931.001	Rp 3.880.629	Rp 4.427.455	Rp 11.239.085
2037	38,0	32,8	32,8	Rp 2.934.834	Rp 3.881.735	Rp 4.429.565	Rp 11.246.135
2038	37,7	32,5	32,5	Rp 3.007.490	Rp 3.987.762	Rp 4.566.380	Rp 11.561.631
2039	37,5	32,4	32,4	Rp 2.672.196	Rp 3.420.141	Rp 3.816.524	Rp 9.908.861
TOTAL							Rp 256.053.811

**Lampiran 18 : Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada
Titik B Without Project**

Titik B (Utara)						BOK SM
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100 auto	Total Mobil	%	
2017	400	1072	268	400	27%	Rp 782.270
2018	427	1144	268	427	27%	Rp 784.640
2019	455	1219	268	455	27%	Rp 787.366
2020	483	1294	268	483	27%	Rp 790.210
2021	511	1369	268	511	27%	Rp 793.173
2022	539	1444	268	539	27%	Rp 816.971
2023	567	1519	268	567	27%	Rp 820.461
2024	595	1594	268	595	27%	Rp 824.080
2025	623	1669	268	623	27%	Rp 827.829
2026	651	1744	268	651	27%	Rp 831.710
2027	679	1819	268	679	27%	Rp 861.177
2028	707	1894	268	707	27%	Rp 865.367
2029	735	1969	268	735	27%	Rp 869.691
2030	763	2044	268	763	27%	Rp 874.151
2031	791	2119	268	791	27%	Rp 878.748
2032	819	2194	268	819	27%	Rp 885.071
2033	847	2269	268	847	27%	Rp 889.993
2034	875	2344	268	875	27%	Rp 895.057
2035	903	2419	268	903	27%	Rp 896.823
2036	931	2494	268	931	27%	Rp 896.890
2037	959	2569	268	959	27%	Rp 896.958
2038	987	2644	268	987	27%	Rp 897.027
2039	1015	2719	268	1015	27%	Rp 897.095

**Lampiran 18 : Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada
Jalan Rencana (Flyover) di Titik B**

Titik B (Utara)						BOK SM
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100 auto	Total Mobil	%	
2017	265	710	268	265	27%	Rp 732.032
2018	283	758	268	283	27%	Rp 732.394
2019	302	807	267	302	27%	Rp 731.275
2020	320	857	268	320	27%	Rp 733.503
2021	339	906	267	339	27%	Rp 732.594
2022	357	956	268	357	27%	Rp 734.670
2023	376	1006	268	376	27%	Rp 734.959
2024	394	1055	268	394	27%	Rp 736.192
2025	413	1105	268	413	27%	Rp 736.268
2026	431	1155	268	431	27%	Rp 738.111
2027	450	1204	268	450	27%	Rp 737.617
2028	468	1254	268	468	27%	Rp 739.389
2029	487	1303	268	487	27%	Rp 739.006
2030	505	1353	268	505	27%	Rp 741.055
2031	524	1403	268	524	27%	Rp 741.302
2032	542	1452	268	542	27%	Rp 760.115
2033	561	1502	268	561	27%	Rp 760.452
2034	580	1552	268	580	27%	Rp 760.829
2035	598	1601	268	598	27%	Rp 762.037
2036	617	1651	268	617	27%	Rp 774.503
2037	635	1700	268	635	27%	Rp 775.717
2038	654	1750	268	654	27%	Rp 776.582
2039	672	1800	268	672	27%	Rp 778.236

**Lampiran 18 : Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada
Titik B With Project**

Titik B (Utara)						BOK SM
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100 auto	Total Mobil	%	
2017	135	362	268	135	27%	Rp 744.413
2018	144	386	268	144	27%	Rp 744.315
2019	153	412	269	153	27%	Rp 747.882
2020	163	437	268	163	27%	Rp 744.918
2021	172	463	269	172	27%	Rp 748.119
2022	182	488	268	182	27%	Rp 745.372
2023	191	513	269	191	27%	Rp 746.822
2024	201	539	268	201	27%	Rp 745.999
2025	210	564	269	210	27%	Rp 747.344
2026	220	589	268	220	27%	Rp 745.200
2027	229	615	269	229	27%	Rp 747.723
2028	239	640	268	239	27%	Rp 745.969
2029	248	666	269	248	27%	Rp 748.323
2030	258	691	268	258	27%	Rp 746.547
2031	267	716	268	267	27%	Rp 747.922
2032	277	742	268	277	27%	Rp 747.340
2033	286	767	268	286	27%	Rp 748.452
2034	295	792	268	295	27%	Rp 749.516
2035	305	818	268	305	27%	Rp 749.228
2036	314	843	268	314	27%	Rp 750.255
2037	324	869	268	324	27%	Rp 749.791
2038	333	894	268	333	27%	Rp 750.783
2039	343	919	268	343	27%	Rp 749.807

**Lampiran 18 : Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada
Titik D Without Project**

Titik D (Selatan)						BOK SM
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100	Total Mobil	%	
2017	485	1020	210	485	21%	Rp 597.518
2018	518	1088	210	518	21%	Rp 597.846
2019	552	1159	210	552	21%	Rp 598.778
2020	586	1230	210	586	21%	Rp 600.359
2021	620	1301	210	620	21%	Rp 601.451
2022	654	1372	210	654	21%	Rp 612.685
2023	688	1443	210	688	21%	Rp 613.924
2024	722	1514	210	722	21%	Rp 615.919
2025	756	1585	210	756	21%	Rp 617.300
2026	790	1656	210	790	21%	Rp 619.495
2027	824	1727	210	824	21%	Rp 621.013
2028	858	1798	210	858	21%	Rp 638.327
2029	892	1869	210	892	21%	Rp 640.105
2030	926	1940	210	926	21%	Rp 642.886
2031	960	2011	209	960	21%	Rp 644.807
2032	994	2082	209	994	21%	Rp 647.798
2033	1028	2153	209	1028	21%	Rp 649.864
2034	1062	2224	209	1062	21%	Rp 653.067
2035	1096	2295	209	1096	21%	Rp 655.277
2036	1130	2366	209	1130	21%	Rp 677.539
2037	1164	2437	209	1164	21%	Rp 679.893
2038	1198	2508	209	1198	21%	Rp 683.528
2039	1232	2579	209	1232	21%	Rp 686.031

**Lampiran 18 : Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada
Jalan Rencana (Flyover) di Titik D**

Titik D (Selatan)						BOK SM
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100	Total Mobil	%	
2017	282	592	210	282	21%	Rp 598.581
2018	301	632	210	301	21%	Rp 598.727
2019	321	673	210	321	21%	Rp 598.219
2020	340	714	210	340	21%	Rp 599.574
2021	360	755	210	360	21%	Rp 599.161
2022	380	796	209	380	21%	Rp 598.833
2023	400	837	209	400	21%	Rp 598.578
2024	419	879	210	419	21%	Rp 600.494
2025	439	920	210	439	21%	Rp 600.613
2026	459	961	209	459	21%	Rp 600.437
2027	478	1002	210	478	21%	Rp 601.564
2028	498	1043	209	498	21%	Rp 601.431
2029	518	1084	209	518	21%	Rp 601.340
2030	538	1126	209	538	21%	Rp 601.823
2031	557	1167	210	557	21%	Rp 602.865
2032	577	1208	209	577	21%	Rp 602.824
2033	597	1249	209	597	21%	Rp 602.815
2034	616	1290	209	616	21%	Rp 603.812
2035	636	1332	209	636	21%	Rp 604.282
2036	656	1373	209	656	21%	Rp 604.311
2037	676	1414	209	676	21%	Rp 604.365
2038	695	1455	209	695	21%	Rp 605.310
2039	715	1496	209	715	21%	Rp 605.385

**Lampiran 18 : Penambahan BOK Akibat Sepeda Motor pada
Titik D With Project**

Titik D (Selatan)						BOK SM
Tahun	KR (kend/jam)	SM (kend/jam)	per 100	Total Mobil	%	
2017	203	428	211	203	21%	Rp 597.198
2018	217	456	210	217	21%	Rp 595.782
2019	231	486	210	231	21%	Rp 597.073
2020	246	516	210	246	21%	Rp 595.869
2021	260	546	210	260	21%	Rp 596.877
2022	274	576	210	274	21%	Rp 598.114
2023	288	606	210	288	21%	Rp 599.307
2024	303	635	210	303	21%	Rp 597.542
2025	317	665	210	317	21%	Rp 598.476
2026	331	695	210	331	21%	Rp 599.684
2027	346	725	210	346	21%	Rp 599.130
2028	360	755	210	360	21%	Rp 600.016
2029	374	785	210	374	21%	Rp 601.206
2030	388	814	210	388	21%	Rp 611.077
2031	403	844	209	403	21%	Rp 610.746
2032	417	874	210	417	21%	Rp 611.605
2033	431	904	210	431	21%	Rp 612.802
2034	446	934	209	446	21%	Rp 612.612
2035	460	963	209	460	21%	Rp 612.811
2036	474	993	209	474	21%	Rp 614.026
2037	488	1023	210	488	21%	Rp 615.233
2038	503	1053	209	503	21%	Rp 629.600
2039	517	1083	209	517	21%	Rp 630.460

**Lampiran 19: Total Travel Time Jalam Eksisting dari Titik B
(Without Project)**

Titik B (Utara)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2017	37,3	33,9	33,9	0,0922	0,0926	0,0926
2018	36,5	33,2	33,2	0,0923	0,0927	0,0927
2019	35,8	32,5	32,5	0,0924	0,0928	0,0928
2020	35,0	31,8	31,8	0,0924	0,0929	0,0929
2021	34,3	31,1	31,1	0,0925	0,0930	0,0930
2022	33,3	30,1	30,1	0,0927	0,0931	0,0931
2023	32,5	29,4	29,4	0,0928	0,0932	0,0932
2024	31,8	28,7	28,7	0,0929	0,0933	0,0933
2025	31,0	28,0	28,0	0,0930	0,0935	0,0935
2026	30,3	27,3	27,3	0,0931	0,0936	0,0936
2027	29,3	26,4	26,4	0,0933	0,0938	0,0938
2028	28,5	25,7	25,7	0,0934	0,0939	0,0939
2029	27,8	25,0	25,0	0,0935	0,0941	0,0941
2030	27,0	24,3	24,3	0,0937	0,0943	0,0943
2031	26,3	23,6	23,6	0,0938	0,0945	0,0945
2032	25,3	22,6	22,6	0,0940	0,0947	0,0947
2033	24,5	21,9	21,9	0,0942	0,0949	0,0949
2034	23,8	21,2	21,2	0,0944	0,0951	0,0951
2035	23,5	21,0	21,0	0,0945	0,0952	0,0952
2036	23,5	21,0	21,0	0,0945	0,0952	0,0952
2037	23,5	21,0	21,0	0,0945	0,0952	0,0952
2038	23,5	21,0	21,0	0,0945	0,0952	0,0952
2039	23,5	21,0	21,0	0,0945	0,0952	0,0952

Lampiran 19: Total Travel Time Jalan Rencana (Flyover) dari Titik B

Titik B (Utara)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2017	44,5	43,0	43,0	0,0033	0,0034	0,0034
2018	44,3	42,7	42,7	0,0033	0,0034	0,0034
2019	44,0	42,3	42,3	0,0033	0,0034	0,0034
2020	43,8	42,0	42,0	0,0033	0,0035	0,0035
2021	43,6	41,6	41,6	0,0033	0,0035	0,0035
2022	43,4	41,3	41,3	0,0033	0,0035	0,0035
2023	43,0	40,8	40,8	0,0034	0,0036	0,0036
2024	42,8	40,4	40,4	0,0034	0,0036	0,0036
2025	42,6	40,1	40,1	0,0034	0,0036	0,0036
2026	42,4	39,7	39,7	0,0034	0,0037	0,0037
2027	42,1	39,4	39,4	0,0034	0,0037	0,0037
2028	41,9	39,0	39,0	0,0035	0,0037	0,0037
2029	41,7	38,7	38,7	0,0035	0,0037	0,0037
2030	41,3	38,2	38,2	0,0035	0,0038	0,0038
2031	41,1	37,8	37,8	0,0035	0,0038	0,0038
2032	40,9	37,5	37,5	0,0035	0,0039	0,0039
2033	40,7	37,1	37,1	0,0036	0,0039	0,0039
2034	40,4	36,8	36,8	0,0036	0,0039	0,0039
2035	40,2	36,5	36,5	0,0036	0,0040	0,0040
2036	40,0	36,1	36,1	0,0036	0,0040	0,0040
2037	39,8	35,8	35,8	0,0036	0,0041	0,0041
2038	39,4	35,2	35,2	0,0037	0,0041	0,0041
2039	39,2	34,9	34,9	0,0037	0,0042	0,0042

**Lampiran 19: Total Travel Time Jalam Eksisting dari Titik B
(With Project)**

Titik B (Utara)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2017	49,5	44,5	44,5	0,0252	0,0255	0,0255
2018	49,4	44,4	44,4	0,0252	0,0255	0,0255
2019	49,2	44,2	44,2	0,0252	0,0255	0,0255
2020	48,9	43,9	43,9	0,0252	0,0255	0,0255
2021	48,8	43,8	43,8	0,0252	0,0256	0,0256
2022	48,6	43,7	43,7	0,0252	0,0256	0,0256
2023	48,5	43,5	43,5	0,0252	0,0256	0,0256
2024	48,2	43,2	43,2	0,0253	0,0256	0,0256
2025	48,0	43,1	43,1	0,0253	0,0256	0,0256
2026	47,9	43,0	43,0	0,0253	0,0256	0,0256
2027	47,7	42,8	42,8	0,0253	0,0256	0,0256
2028	47,4	42,6	42,6	0,0253	0,0256	0,0256
2029	47,3	42,4	42,4	0,0253	0,0257	0,0257
2030	47,1	42,3	42,3	0,0253	0,0257	0,0257
2031	46,8	42,0	42,0	0,0253	0,0257	0,0257
2032	46,7	41,9	41,9	0,0253	0,0257	0,0257
2033	46,5	41,7	41,7	0,0254	0,0257	0,0257
2034	46,4	41,6	41,6	0,0254	0,0257	0,0257
2035	46,1	41,3	41,3	0,0254	0,0258	0,0258
2036	45,9	41,2	41,2	0,0254	0,0258	0,0258
2037	45,8	41,0	41,0	0,0254	0,0258	0,0258
2038	45,6	40,9	40,9	0,0254	0,0258	0,0258
2039	45,3	40,6	40,6	0,0254	0,0258	0,0258

**Lampiran 19: Total Travel Time Jalam Eksisting dari Titik D
(Without Project)**

Titik D (Selatan)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2017	42,5	40,6	40,6	0,0961	0,0965	0,0965
2018	42,0	40,0	40,0	0,0962	0,0966	0,0966
2019	41,4	39,5	39,5	0,0963	0,0968	0,0968
2020	40,6	38,6	38,6	0,0965	0,0970	0,0970
2021	40,1	38,0	38,0	0,0966	0,0971	0,0971
2022	39,3	37,2	37,2	0,0968	0,0973	0,0973
2023	38,7	36,6	36,6	0,0969	0,0975	0,0975
2024	37,9	35,8	35,8	0,0971	0,0977	0,0977
2025	37,4	35,2	35,2	0,0973	0,0978	0,0978
2026	36,6	34,3	34,3	0,0975	0,0981	0,0981
2027	36,1	33,8	33,8	0,0976	0,0983	0,0983
2028	35,2	32,9	32,9	0,0978	0,0985	0,0985
2029	34,7	32,3	32,3	0,0980	0,0987	0,0987
2030	33,9	31,5	31,5	0,0982	0,0990	0,0990
2031	33,4	30,9	30,9	0,0984	0,0992	0,0992
2032	32,6	30,0	30,0	0,0986	0,0995	0,0995
2033	32,0	29,5	29,5	0,0988	0,0998	0,0998
2034	31,2	28,6	28,6	0,0991	0,1001	0,1001
2035	30,7	28,1	28,1	0,0993	0,1004	0,1004
2036	29,9	27,2	27,2	0,0996	0,1008	0,1008
2037	29,3	26,6	26,6	0,0998	0,1010	0,1010
2038	28,5	25,8	25,8	0,1002	0,1015	0,1015
2039	28,0	25,2	25,2	0,1004	0,1018	0,1018

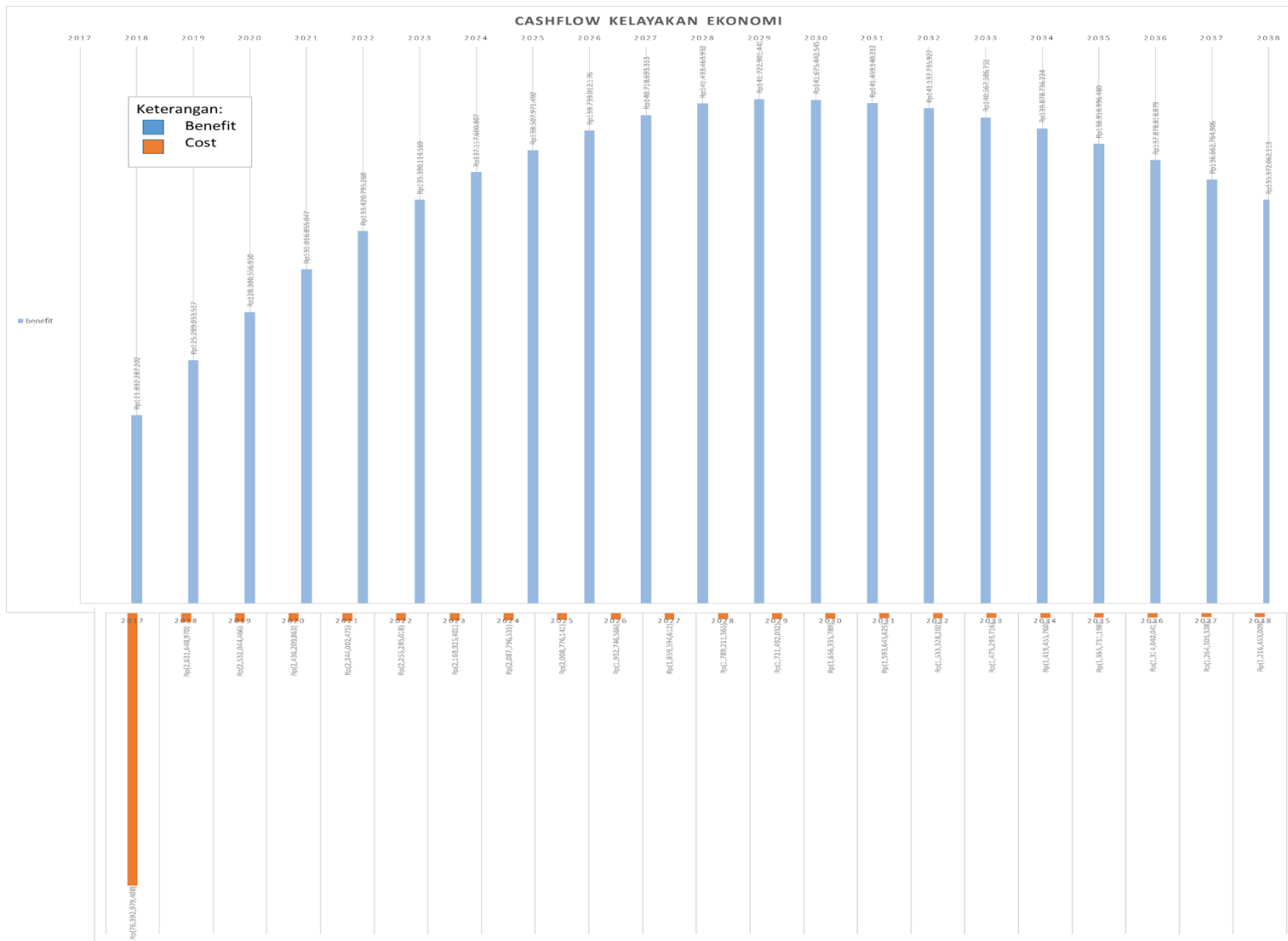
Lampiran 19: Total Travel Time Jalan Rencana (Flyover) dari Titik D

Titik D (Selatan)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2017	39,6	35,4	35,4	0,0088	0,0099	0,0099
2018	39,6	35,4	35,4	0,0088	0,0099	0,0099
2019	39,5	35,3	35,3	0,0089	0,0099	0,0099
2020	39,4	35,2	35,2	0,0089	0,0100	0,0100
2021	39,2	35,0	35,0	0,0089	0,0100	0,0100
2022	39,1	34,9	34,9	0,0089	0,0100	0,0100
2023	39,0	34,8	34,8	0,0090	0,0101	0,0101
2024	38,9	34,7	34,7	0,0090	0,0101	0,0101
2025	38,6	34,5	34,5	0,0091	0,0102	0,0102
2026	38,5	34,3	34,3	0,0091	0,0102	0,0102
2027	38,4	34,2	34,2	0,0091	0,0102	0,0102
2028	38,3	34,1	34,1	0,0092	0,0103	0,0103
2029	38,1	34,0	34,0	0,0092	0,0103	0,0103
2030	38,0	33,9	33,9	0,0092	0,0103	0,0103
2031	37,9	33,7	33,7	0,0092	0,0104	0,0104
2032	37,8	33,6	33,6	0,0093	0,0104	0,0104
2033	37,6	33,5	33,5	0,0093	0,0104	0,0104
2034	37,5	33,4	33,4	0,0093	0,0105	0,0105
2035	37,4	33,3	33,3	0,0094	0,0105	0,0105
2036	37,3	33,2	33,2	0,0094	0,0106	0,0106
2037	37,1	33,0	33,0	0,0094	0,0106	0,0106
2038	37,0	32,9	32,9	0,0095	0,0106	0,0106
2039	36,9	32,8	32,8	0,0095	0,0107	0,0107

**Lampiran 19: Total Travel Time Jalan Eksisting dari Titik D
(With Project)**

Titik D (Selatan)						
Tahun	Kecepatan (km/jam)			TRAVEL TIME (JAM)		
	Gol I	Gol IIA	Gol IIA	Gol I	Gol IIA	Gol IIA
2017	43,2	37,5	37,5	0,0371	0,0383	0,0383
2018	42,9	37,2	37,2	0,0372	0,0384	0,0384
2019	42,6	37,0	37,0	0,0372	0,0385	0,0385
2020	42,3	36,7	36,7	0,0373	0,0385	0,0385
2021	42,2	36,6	36,6	0,0373	0,0386	0,0386
2022	41,9	36,3	36,3	0,0374	0,0386	0,0386
2023	41,6	36,0	36,0	0,0374	0,0387	0,0387
2024	41,3	35,8	35,8	0,0375	0,0388	0,0388
2025	41,1	35,6	35,6	0,0375	0,0388	0,0388
2026	40,8	35,4	35,4	0,0376	0,0389	0,0389
2027	40,5	35,1	35,1	0,0376	0,0390	0,0390
2028	40,4	35,0	35,0	0,0377	0,0390	0,0390
2029	40,1	34,7	34,7	0,0377	0,0391	0,0391
2030	39,8	34,4	34,4	0,0378	0,0392	0,0392
2031	39,5	34,1	34,1	0,0379	0,0393	0,0393
2032	39,3	34,0	34,0	0,0379	0,0393	0,0393
2033	39,0	33,7	33,7	0,0380	0,0394	0,0394
2034	38,7	33,5	33,5	0,0380	0,0395	0,0395
2035	38,6	33,3	33,3	0,0381	0,0395	0,0395
2036	38,3	33,1	33,1	0,0382	0,0396	0,0396
2037	38,0	32,8	32,8	0,0382	0,0397	0,0397
2038	37,7	32,5	32,5	0,0383	0,0398	0,0398
2039	37,5	32,4	32,4	0,0383	0,0398	0,0398

Lampiran 20: Aliran *Cashflow* Kelayakan Ekonomi



BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Selvia Novitasari, lahir di Boyolali pada tanggal, 17 September 1994, penulis menempuh pendidikan formal di TK Pertiwi 1 Boyolali, SDN 9 Boyolali, SMPN 1 Boyolali, SMAN 1 Boyolali, DIII Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada pada tahun 2013, setelah lulus melanjutkan pendidikan lintas jalur S1 di Departemen Teknik Sipil ITS pada tahun 2017 dengan NRP 03111745000046.

Di Jurusan Teknik Sipil, penulis mengambil Tugas Akhir di bidang Transportasi dengan Judul “Analisis Kelayakan Pembangunan *Flyover* Manahan Solo Berdasarkan Lalu Lintas dan ekonomi Transportasi”. Penulis aktif dalam mengikuti seminar yang diselenggarakan didalam maupun di luar Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS. Penulis dapat dihubungi melalui *email* : selphyphy@gmail.com dan selvianov103@gmail.com



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD
NAMA MAHASISWA	: Selva Novitasari
NRP	: 03111745000046
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Pembangunan Flyover Manahan Solo Ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi
TANGGAL PROPOSAL	: 7 Januari 2019
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.		<ul style="list-style-type: none"> - Perbedaan Harga Konstan ? - Perbedaan Harga Relektu ? - Pilih salah satu dari data diatas! - Beri alasan pemilihan Harga Relektu/ Harga Konstan - Cek tujuan PDRB pada tahapan TA kelayakan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengajukan PDRB Harga Relektu/ Harga Konstan - Penjelasan pemilihan PDRB - Pemilihan PDRB berdasarkan lapangan usaha. 	
2.		<ul style="list-style-type: none"> - Lokasi DS Eks. Penc. - Titik A → DS. eks > Ds. renc. - " B → Ds. eks < Ds. renc. - " D → Ds. eks > DS. renc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problem solving permasalahan disamping? - Perubahan / tetap ? ↓ - Cek perpindahan kendaraan 1. Vol. kend. eksisting (without) 2. Vol. kend. with project 3. Vol. kend. rencana 	
3.		<ul style="list-style-type: none"> - DS terpenuhi - Kapasitor pada "eksisting with project" masih menggunakan jalan satu arah 	<ul style="list-style-type: none"> - Cek penggunaan metode Smack apakah sudah benar? - Cek penggunaan kapasitor pada "eksisting with project" - Revisikan laporan dan cek ulang. 	
A		<ul style="list-style-type: none"> - BCR terpenuhi - NPV terpenuhi 		
B.		Pengusunan draft tugas akhir		



Form AK/TA-04
rev/01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)
Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Cahya Buana, ST. MT
NAMA MAHASISWA	: Selvia Novitasari
NRP	: 03111745000046
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Pembangunan Flyover Manahan Solo Ditinjau dari Segi Lulu Lintas dan Ekonomi
TANGGAL PROPOSAL	: 7 Januari 2019
NO. SP-MMTA	: 14639

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1		Mencatit data yg valid Belum ada skenario ^{ekisting} rencana	- Menggunakan data dg pembagian jenis kendaraan (peak hour) - Mendelakan skenario - Data kendaraan di tabelkan	
2		- Data kendaraan + gambar	- Membuat rekapan lalu lintas - Cek penamaan jalan (Kode Jalan) - Cek arah lalu lintas (gambar)	
3		- Lokasi pada gambar lalu lintas kurang jelas - DS belum terpenuhi.	- Tambahkan skenario "Rencana" - Cek DS w/ Lokasi Ruas yg sama. - Tambahkan lokasi lebih dipert-jelas	
4		- Volume lalu lintas flyover = Volume lalu lintas ekisting	- Perhitungan volume kend pindah & tidak pindah (TRIP assignments)	
5		- Belum ada skenario lengkap (sket) - Perpindahan kendaraan terpenuhi - skenario ekisting dan flyover terpenuhi. - Penyusunan akort tugas akhir	- Tambah skenario kendaraan yg lewat (sket sket)	

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
PROGRAM SARJANA (S1) DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK – ITS**

**BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN
SEMINAR DAN LISAN
TUGAS AKHIR**

Pada hari ini **Kamis tanggal 4 Juli 2019** jam **09:00 WIB** telah diselenggarakan **UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR** Program Sarjana (S1) Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111745000046	Selvia Novitasari	Perencanaan Pembangunan Flyover Manahan, Solo Ditinjau dari Segi Lalu Lintas dan Ekonomi

1. Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :

✓ - cek abstrak	
✓ - analisis awal abstrak. U/ koreksi existing	
✓ - gambar U-turn di Bundaran tidak ada	
✓ - Cek DS simpang tolle banyuwangi	
✓ - Cek waktu fundam alihand kereta api	

2. Rentang nilai dari hasil diskusi Tim Penguji Tugas Akhir adalah : A / AB / B / BC / C / D / E

3. Dengan hasil ujian (wajib dibacakan oleh Ketua Sidang di depan Peserta Ujian dan Penguji) :

- Lulus Tanpa Perbaikan Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
 Lulus Dengan Perbaikan Mengulang Ujian Lisan

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Ir. Hera Widyastuti, MT, PhD (Pembimbing 1)	
Cahya Buana, ST, MT (Pembimbing 2)	
Anak Agung Gde Kartika, ST, MSc	
Budi Rahardjo, ST, MT	

Surabaya, 4 Juli 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1

Dr. techn. Umboro Lasminto, ST, MSc
NIP 19721202 199802 1 001

Ketua Sidang

(.....)
Nama terang