

EVALUASI KINERJA BUNDARAN HI DENGAN MENGUNAKAN PROGRAM PTV VISSIM

TESIS

NAMA : ANDIKA SETIAWAN
NIM : 151 01 180 001

Pembimbing : Prof. DR. Ir. Budi Hartanto Susilo. MSc



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS TRISAKTI
JAKARTA
TAHUN 2020

EVALUASI KINERJA BUNDARAN HI DENGAN MENGUNAKAN PROGRAM PTV VISSIM

TESIS

UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN PERSYARATAN
GUNA MEMPEROLEH GELAR MAGISTER TEKNIK SIPIL

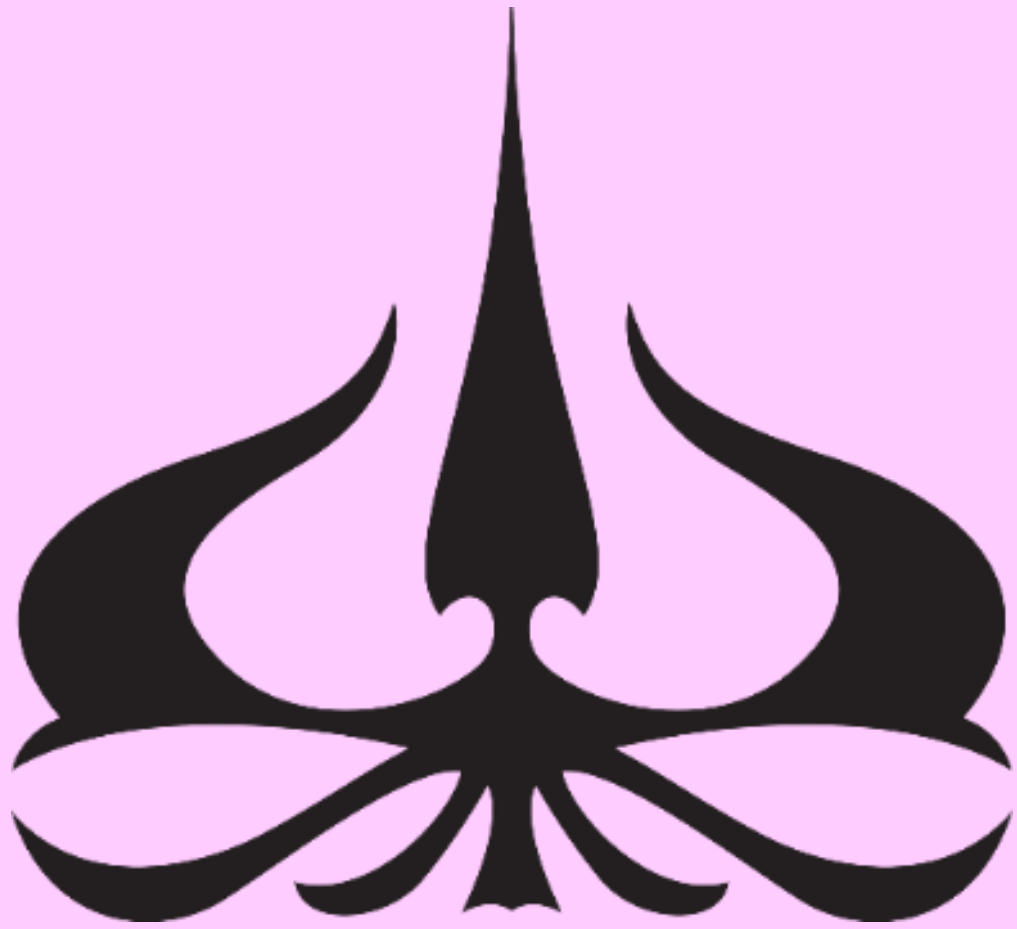
oleh :

NAMA : ANDIKA SETIAWAN
NIM : 151 01 180 001

Pembimbing : Prof. DR. Ir. Budi Hartanto Susilo. MSc



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS TRISAKTI
JAKARTA
TAHUN 2020



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur penulis panjatkan Allah SWT atas segala karunia dan ridhonya, sehingga tesis dengan judul “EVALUASI KINERJA BUNDARAN HI DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PTV VISSIM” ini dapat diselesaikan.

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.) dalam bidang keahlian transportasi pada program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Trisakti.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang memberikan segala kemudahan ilmu, waktu, tenaga dan pikiran sehingga dapat menyelesaikan Tesis dengan baik dan tepat waktu.
2. Bapak U. Budi Setiono dan Ibu Hendar Gutu Widiastuti selaku kedua orang tua saya yang selalu menyemangati, mendukung dan mendoakan untuk kelancaran dalam mengerjakan Tesis dan menasehati untuk tegar dalam setiap situasi pekerjaan Tesis.
3. Rizki Nur Zuraida selaku Istri yang selalu memberi semangat, motivasi dan juga berdiskusi dalam rangka penyelesaian Tesis serta senantiasa sabar dalam menemani mengerjakan tesis bersama calon bayi yang ada di dalam kandungannya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, MSc. atas bimbingan, arahan dan waktu yang telah diluangkan kepada penulis untuk berdiskusi, memberi banyak masukan, inspirasi, motivasi saya selama menjadi dosen pembimbing dan perkuliahan.
5. Bapak Dr. Ir. Hendro Yassin, MSc selaku ketua Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Trisakti
6. Bapak Dr. Ir. Dadang Muhammad, MSc selaku Penguji Sidang Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Trisakti
7. Bapak Drs. Dwi Prasetyo TKW, MM selaku Sekretaris Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Trisakti
8. Para tenaga kependidikan di lingkungan Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Trisakti yaitu Bpk. Fajar Prasetyo, Samin Subur, Sartono, Efri Novianto yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tesis baik administrasi maupun hal lainnya.

9. Kepada Ibu Ir. Trijeti, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam penyelesaian tugas belajar magister (S2).
10. Kepada Ibu Ir. Tanjung Rahayu R., MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang selalu memberi masukan, memberi semangat dan motivasi dalam penyelesaian tugas belajar magister (S2).
11. Kepada Bapak DR. Ir. Aripurnomo Kartohardjono, DMS., Dipl., TRE selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang selalu memberi masukan, arahan, diskusi transportasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas belajar magister (S2).
12. Kepada Bapak Ir. Haryo Koco Buwono, MT selaku Wakil Dekan 2 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang selalu memberi masukan, arahan dan motivasi dalam penyelesaian tugas belajar magister (S2).
13. Kepada Bapak Harwidyo Eko Prasetyo ST, MT selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang selalu memberi bantuan, diskusi, survei dan motivasi dalam penyelesaian tugas belajar magister (S2).
14. Kepada Bapak DR. Ir. Budiyanto, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang selalu memberi semangat dan beasiswa dalam rangka peningkatan SDM untuk tugas belajar magister (S2).
15. Kepada Jajaran Dekanat di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta atas masukan dan juga dukungan dalam menyelesaikan tugas belajar magister (S2).
16. Kepada Imam Susandi selaku Tenaga Kependidikan Administrasi di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang selalu memberi bantuan dan motivasi dalam penyelesaian tugas belajar magister (S2).
17. Kepada Rekan – Rekan seperjuangan Tesis di konsentrasi transportasi yaitu Shinta Novriani, ST, MT yang telah memberi bantuan, diskusi serta saling menyemangati dalam penyelesaian Tesis.
18. Kepada Rekan – Rekan seperjuangan Tesis di konsentrasi transportasi yaitu Patricia Sonia Amalo, ST, MT dalam penyelesaian Tesis.
19. Teman – teman angkatan 12 di Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Trisakti yang berjuang bersama dalam penyelesaian Tesis khususnya Bpk Ir. Mohamad

Widiarso, MT, Bpk Ir. Muhammad Haris Zalukhu, MT, Bpk Herlan Minton Hutapea, MT, Nismalia Fitriyani, ST, MT.

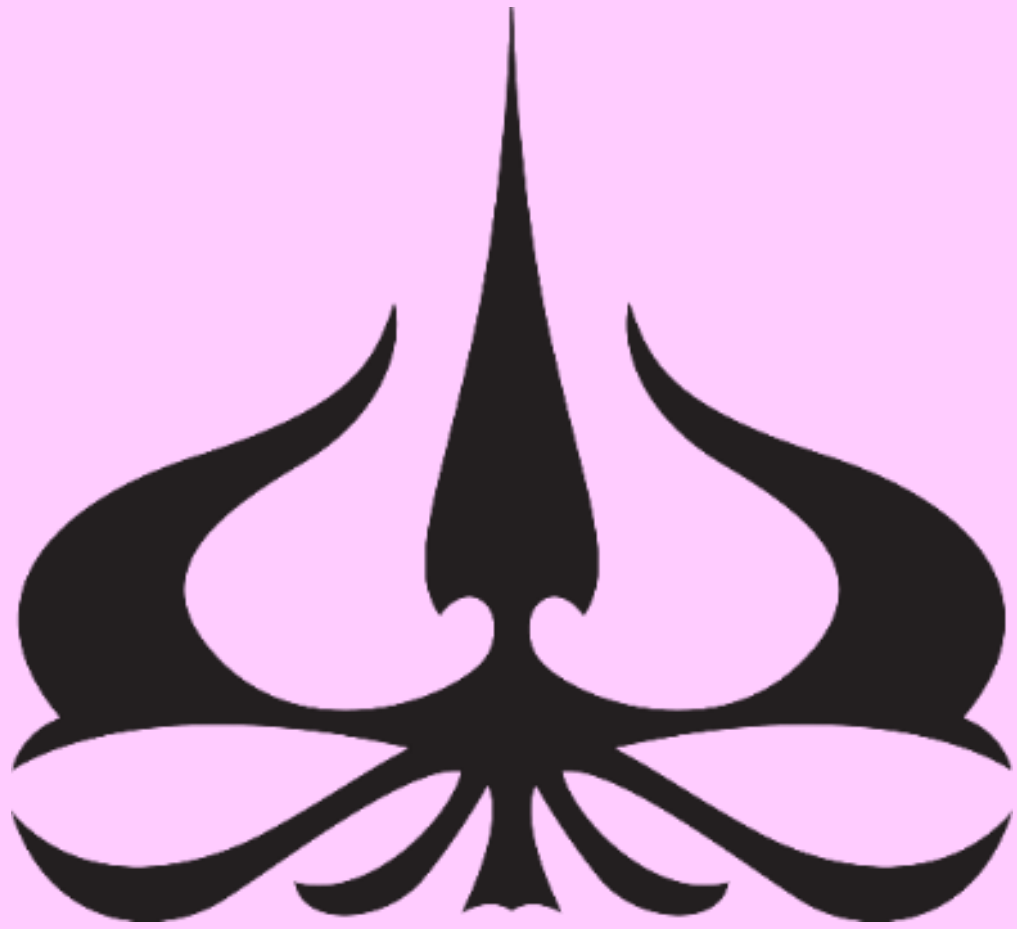
20. Teman – teman kerja yang ada di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang selalu memberi semangat dalam rangka peningkatan SDM untuk tugas belajar magister (S2).

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar-benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang ramah lingkungan.

Jakarta, Februari 2020

Andika Setiawan



LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya secara jujur dan bertanggungjawab menyatakan, bahwa tesis ini adalah penulisan hasil penelitian saya secara mandiri di bawah pengawasan dosen pembimbing.

Sepanjang pengetahuan saya tidak ada unsur – unsur plagiat di dalam tesis ini. Semua sumber acuan yang dikutip, saya sebutkan secara tertulis mengikuti ketentuan penulisan tesis.

Jakarta, Februari 2020

Andika Setiawan

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS TRISAKTI

TANDA PERSETUJUAN TESIS

NAMA : ANDIKA SETIAWAN
NIM : 151 01 180 0001
KONSENTRASI : TRANSPORTASI

JUDUL TESIS : EVALUASI KINERJA BUNDARAN HI DENGAN
MENGUNAKAN PROGRAM VISSIM

PANITIA UJIAN

Ketua : Dr. Ir. Hendro Yassin, MSc :

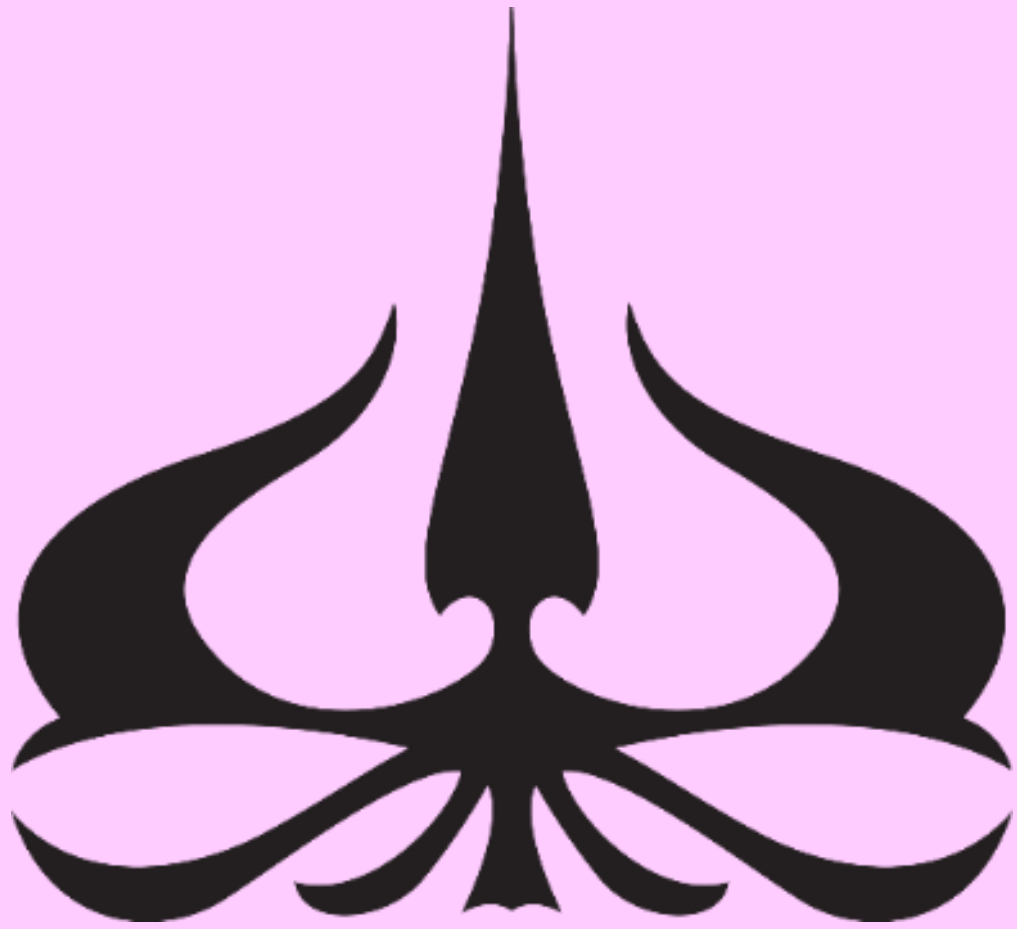
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, MSc :

Anggota : Dr. Ir. Dadang Muhammad, MSc :

Telah disetujui dan diterima untuk memenuhi sebagian dari persyaratan guna memperoleh gelar Magister Teknik Sipil.

Jakarta, Februari 2020
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
DEKAN

Dr. Ir. Bambang Endro Yuwono, M.S.



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Lembar Pernyataan.....	ii
Lembar Persetujuan.....	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar.....	xi
Abstrak	xv
Bab I Pendahuluan.....	1-1
1.1. Latar Belakang.....	1-1
1.2. Rumusan Masalah	1-5
1.3. Tujuan Penelitian.....	1-6
1.4. Kegunaan Penelitian.....	1-6
1.5. Batasan Penelitian	1-7
Bab II Tinjauan Pustaka.....	2-1
2.1. Pengertian Transportasi	2-1
2.2. Transportasi Perkotaan	2-2
2.3. Persimpangan	2-4
2.4. Arus Lalu Lintas	2-5
2.5. Bundaran.....	2-7
2.5.1. Tipe Bundaran	2-8
2.5.2. Rasio Jalinan Bundaran	2-9
2.5.3. Kapasitas	2-10
2.5.4. Derajat Kejenuhan.....	2-14
2.5.5. Tundaan Jalinan Bundaran	2-15
2.5.6. Peluang Antrean Jalinan Bundaran	2-17
2.6. Strategi dan Manajemen Lalu Lintas	2-18
2.7. Faktor Pertumbuhan	2-23

2.8.	Perangkat Lunak Transportasi.....	2-26
2.9.	Perangkat Lunak VISSIM.....	2-28
2.9.1.	Pemodelan VISSIM.....	2-31
2.9.2.	Menginput <i>Background</i>	2-33
2.9.3.	Membuat Jaringan Jalan.....	2-34
2.9.4.	Menentukan Jenis Kendaraan.....	2-34
2.9.5.	Mengatur Kecepatan	2-35
2.9.6.	Mengatur Komposisi Kendaraan.....	2-35
2.9.7.	Membuat <i>Nodes Dan Edges</i>	2-35
2.9.8.	Membuat <i>Parking Lots/Zone</i>	2-36
2.9.9.	Membuat Matriks Asal Tujuan	2-36
2.9.10.	Memasukkan Kendaraan.....	2-37
2.9.11.	Membuat Lampu Sinyal Lalu Lintas (APILL)	2-37
2.9.12.	Menjalankan Simulasi.....	2-37
2.9.13.	Melakukan Kalibrasi Dan Validasi	2-35
2.9.14.	Hasil <i>Running</i> VISSIM	2-38
2.10.	Rujukan Peraturan	2-39
2.11.	Telaah Hasil Penelitian	2-42
2.12.	Kerangka Berpikir.....	2-50
2.13.	Perumusan Hipotesis.....	2-51
Bab III	Metode Penelitian	3-1
3.1.	Deskripsi Lokasi Penelitian	3-1
3.2.	Data Penelitian.....	3-2
3.3.	Metode Penelitian	3-3
3.4.	Pengumpulan Data.....	3-4
3.5.	Pengolahan Data	3-2
3.6.	Analisis Data	3-40
3.7.	Pemodelan Pada VISSIM.....	3-41
3.7.1.	<i>Network Development</i>	3-41
3.7.2.	Memasukkan Gambar Jaringan Jalan Yang Akan	

	dibuat	3-43
	3.7.3. Membuat Jaringan Jalan Dan Sambungan	3-45
	3.7.4. Memasukkan Volume, Kecepatan dan Rute	3-46
	3.7.5. Area Konflik.....	3-52
	3.7.6. Priority Rules.....	3-53
	3.7.7. Driving Behavior	3-55
	3.7.8. Kalibrasi Dan Validasi	3-55
	3.7.9. Mengatur Kebutuhan Keluaran Dari VISSIM.....	3-57
Bab IV	Analisis dan Pembahasan	4-1
	4.1 Data Penelitian.....	4-1
	4.2 Data Geometrik Bundaran HI.....	4-1
	4.3 Analisis Existing.....	4-3
	4.4 Analisis Alternatif 1	4-13
	4.5 Analisis Alternatif 2	4-20
	4.6 Analisis Perbandingan Antar Alternatif	4-28
	4.7 Analisis Kondisi Proyeksi 10 Tahun Ke Depan	4-47
	4.8 Analisis Proyeksi Terhadap Solusi Alternatif 3	4-49
	4.9 Analisis Proyeksi Terhadap Solusi Alternatif 4	4-54
	4.10 Analisis Perbandingan Proyeksi Terhadap Solusi Alternatif ...	4-59
	4.11 Analisis Proyeksi Terhadap Solusi Alternatif 5	4-67
	4.12 Pertumbuhan 1% Untuk Proyeksi 10 Tahun	4-73
	4.13 Analisis Proyeksi 1% Terhadap Solusi Alternatif 6.....	4-75
	4.14 Analisis Proyeksi 1% Terhadap Solusi Alternatif 7.....	4-80
	4.15 Analisis Dengan Electronic Road Price (ERP) Terhadap Solusi Alternatif 8.....	4-86
	4.16 Perbandingan Solusi Setelah Proyeksi	4-92
Bab V	Kesimpulan	5-1
	5.1. Kesimpulan	5-1
	5.2. Saran	5-2

Daftar Pustaka DP -1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Definisi tipe bundaran yang digunakan	2-9
Tabel 2.2.	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)	2-13
Tabel 2.3.	Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}).....	2-13
Tabel 2.4.	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)	2-14
Tabel 3.1	Kode keterangan jalan yang ditinjau	3-7
Tabel 3.2	Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Sudirman ke Bundaran HI.....	3-8
Tabel 3.3	Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Kebon Kacang.....	3-10
Tabel 3.4	Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Kebon Kacang ke Jl. Thamrin.....	3-11
Tabel 3.5	Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Thamrin.....	3-13
Tabel 3.6	Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Thamrin ke Jl. Sutan Syarir.....	3-14
Tabel 3.7	Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Thamrin ke Bundaran HI.....	3-16
Tabel 3.8	Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Imam Bonjol.....	3-17
Tabel 3.9	Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Imam Bonjol ke Bundaran HI.....	3-19
Tabel 3.10	Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Sudirman	3-20
Tabel 3.11	Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Sudirman ke Bundaran HI.....	3-22
Tabel 3.12	Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Kebon Kacang	3-25

Tabel 3.13	Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Kebon Kacang ke Jl. Thamrin	3-27
Tabel 3.14	Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Thamrin	3-29
Tabel 3.15	Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Thamrin ke Jl. Sutan Syarir	3-30
Tabel 3.16	Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Thamrin ke Bundaran HI	3-33
Tabel 3.17	Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Imam Bonjol	3-35
Tabel 3.18	Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Imam Bonjol ke Bundaran HI	3-37
Tabel 3.19	Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Sudirman	3-39
Tabel 3.20	Nilai kalibrasi di VISSIM	3-56
Tabel 4.1.	Data geometrik bundaran	4-2
Tabel 4.2.	Nilai kalibrasi yang digunakan di VISSIM	4-4
Tabel 4.3.	Volume perbandingan antara eksisting dan VISSIM	4-6
Tabel 4.4.	Hasil volume kendaraan dan kecepatan dari VISSIM	4-7
Tabel 4.5.	Hasil tundaan dari VISSIM	4-10
Tabel 4.6.	Hasil panjang antrean dari VISSIM	4-12
Tabel 4.7.	Hasil keluaran volume dari VISSIM untuk alternatif 1	4-14
Tabel 4.8.	Hasil keluaran kecepatan dari VISSIM untuk alternatif 1	4-15
Tabel 4.9.	Hasil keluaran tundaan dari VISSIM untuk alternatif 1	4-16
Tabel 4.10.	Hasil keluaran panjang antrean dari VISSIM untuk alternatif 1	4-18
Tabel 4.11.	Hasil keluaran volume dari VISSIM untuk alternatif 2	4-20
Tabel 4.12.	Hasil keluaran volume dan kecepatan dari VISSIM untuk alternatif 2	4-21
Tabel 4.13.	Hasil keluaran tundaan dari VISSIM untuk alternatif 2	4-22
Tabel 4.14.	Hasil keluaran panjang antrean dari VISSIM untuk alternatif 2	4-24
Tabel 4.15.	Hasil perbandingan volume eksisting dan alternatif 1	4-27

Tabel 4.16.	Hasil perbandingan kecepatan eksisting dan alternatif 1	4-28
Tabel 4.17.	Hasil perbandingan tundaan eksisting dan alternatif 1	4-30
Tabel 4.18.	Hasil perbandingan panjang antrean eksisting dan alternatif 1 ..	4-32
Tabel 4.19.	Hasil perbandingan volume eksisting dan alternatif 2.....	4-33
Tabel 4.20.	Hasil perbandingan kecepatan eksisting dan alternatif 2.....	4-34
Tabel 4.21.	Hasil perbandingan tundaan eksisting dan alternatif 2	4-36
Tabel 4.22.	Hasil perbandingan panjang antrean eksisting dan alternatif 2 ..	4-38
Tabel 4.23.	Hasil perbandingan volume dengan 3 kondisi	4-39
Tabel 4.24.	Hasil perbandingan kecepatan dengan 3 kondisi	4-41
Tabel 4.25.	Hasil perbandingan tundaan dengan 3 kondisi	4-42
Tabel 4.26.	Hasil perbandingan panjang antrean dengan 3 kondisi	4-44
Tabel 4.27.	Hasil proyeksi untuk 10 tahun ke depan	4-45
Tabel 4.28.	Hasil volume kendaraan pada alternatif 3 kondisi proyeksi	4-47
Tabel 4.29.	Hasil kecepatan kendaraan pada alternatif 3 kondisi proyeksi ...	4-48
Tabel 4.30.	Hasil tundaan kendaraan pada alternatif 3 kondisi proyeksi	4-49
Tabel 4.31.	Hasil panjang antrean kendaraan pada alternatif 3 kondisi proyeksi.....	4-51
Tabel 4.32.	Hasil volume kendaraan pada alternatif 4 kondisi proyeksi	4-52
Tabel 4.33.	Hasil volume kecepatan pada alternatif 4 kondisi proyeksi	4-53
Tabel 4.34.	Hasil tundaan kecepatan pada alternatif 4 kondisi proyeksi.....	4-55
Tabel 4.35.	Hasil panjang antrean kecepatan pada alternatif 4 kondisi proyeksi.....	4-56
Tabel 4.36.	Hasil perbandingan volume kondisi proyeksi.....	4-58
Tabel 4.37.	Hasil perbandingan kecepatan kondisi proyeksi.....	4-60
Tabel 4.38.	Hasil perbandingan tundaan kondisi proyeksi	4-62
Tabel 4.39.	Hasil perbandingan panjang antrean kondisi proyeksi	4-63
Tabel 4.40.	Hasil volume untuk solusi alternatif 5	4-65
Tabel 4.41.	Hasil kecepatan untuk solusi alternatif 5	4-66
Tabel 4.42.	Hasil tundaan untuk solusi alternatif 5	4-68
Tabel 4.43.	Hasil panjang antrean untuk solusi alternatif 5.....	4-70

Tabel 4.44.	Hasil proyeksi untuk 10 tahun ke depan pada pertumbuhan 1%	4-72
Tabel 4.45.	Hasil keluaran volume untuk solusi alternatif 6	4-74
Tabel 4.46.	Hasil keluaran kecepatan untuk solusi alternatif 6	4-74
Tabel 4.47.	Hasil keluaran tundaan untuk solusi alternatif 6.....	4-76
Tabel 4.48.	Hasil keluaran panjang antrean untuk solusi alternatif 6.....	4-78
Tabel 4.49.	Hasil keluaran volume untuk solusi alternatif 7	4-79
Tabel 4.50.	Hasil keluaran kecepatan untuk solusi alternatif 7	4-80
Tabel 4.51.	Hasil keluaran tundaan untuk solusi alternatif 7.....	4-82
Tabel 4.52.	Hasil keluaran panjang antrean untuk solusi alternatif 7	4-83
Tabel 4.53.	Hasil keluaran Volume untuk 25% dan 30% untuk solusi alternatif 8	4-86
Tabel 4.54.	Hasil keluaran kecepatan untuk 25% dan 30% untuk solusi alternatif 8	4-87
Tabel 4.55.	Hasil keluaran tundaan untuk 25% dan 30% untuk solusi alternatif 8	4-89
Tabel 4.56.	Hasil keluaran tundaan untuk 25% dan 30% untuk solusi alternatif 8	4-91
Tabel 4.57.	Hasil perbandingan antar solusi alternatif	4-92

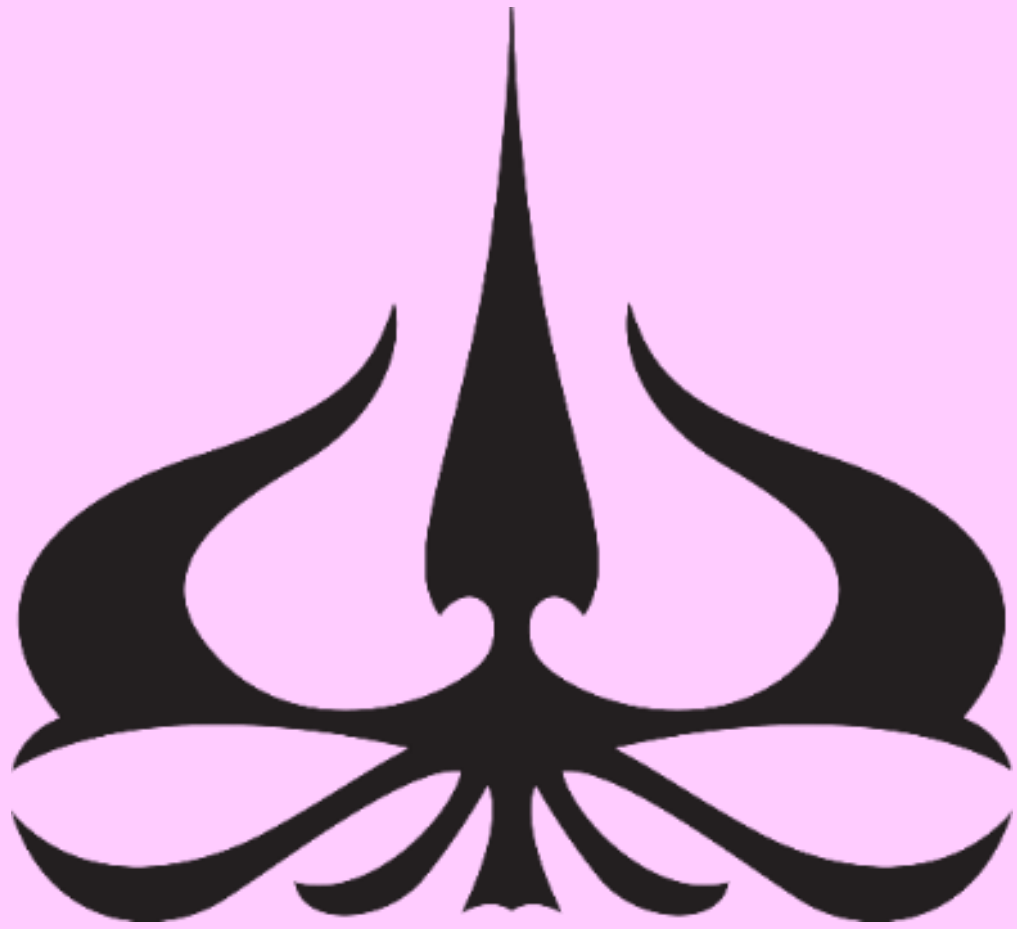
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Gambar peta Bundaran HI	1-5
Gambar 2.1.	Ilustrasi tipe bundaran	2-7
Gambar 2.2.	Ilustrasi tipe bundaran	2-8
Gambar 2.3.	Gambar untuk faktor $W_w = 135 \times W_w^{1,3}$	2-11
Gambar 2.4.	Gambar untuk faktor $W_w / W_w = (1 + \frac{W_E}{W_w})^{1,5}$	2-11
Gambar 2.5.	Gambar untuk faktor $p_w = (1 - \frac{p_w}{3})^{0,5}$	2-12
Gambar 2.6.	Gambar untuk faktor $W_w / L_w = \times (1 + \frac{W_w}{L_w})^{-1,8}$	2-12
Gambar 2.7.	Hubungan tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan.....	2-15
Gambar 2.8.	Hubungan peluang antrean dengan derajat kejenuhan.....	2-17
Gambar 2.9.	Teknik manajemen lalu lintas	2-19
Gambar 2.10.	<i>Background</i> peta untuk dimasukkan ke program VISSIM	2-29
Gambar 2.11.	Kerangka Berpikir	2-42
Gambar 3.1.	Lokasi penelitian	3-1
Gambar 3.2.	Diagram Alir	3-4
Gambar 3.3.	Kondisi di Bundaran HI	3-5
Gambar 3.4.	Kepadatan di bundaran HI karena bersilangan menuju Jl. Imam Bonjol.....	3-6
Gambar 3.5.	Kondisi Persilangan di Bundaran HI yang menuju ke Jl. Imam Bonjol.....	3-6
Gambar 3.6.	Kondisi Persilangan di Bundaran HI yang menuju ke Jl. Imam Bonjol.....	3-7
Gambar 3.7.	Grafik kumulatif survei kendaraan Dari Jl. Sudirman ke Bundaran HI	3-23
Gambar 3.8.	Grafik kumulatif survei kendaraan dari Bundaran HI ke Jl. Kebon Kacang	3-25
Gambar 3.9.	Grafik kumulatif survei kendaraan dari Jl. Kebon Kacang ke Jl. Thamrin.....	3-27

Gambar 3.10.	Grafik kumulatif survei kendaraan dari Bundaran HI ke Jl. Thamrin.....	3-29
Gambar 3.11.	Grafik kumulatif survei kendaraan dari Jl. Thamrin ke Jl. Sutan Syarir	3-31
Gambar 3.12.	Grafik kumulatif survei kendaraan dari Jl. Thamrin ke Bundaran HI	3-33
Gambar 3.13.	Grafik kumulatif survei kendaraan dari Bundaran HI ke Jl. Imam Bonjol.....	3-35
Gambar 3.14.	Grafik kumulatif survei kendaraan dari Jl. Imam Bonjol ke Bundaran HI	3-37
Gambar 3.15.	Grafik kumulatif survei kendaraan dari Bundaran HI ke Jl. Sudirman	3-39
Gambar 3.16.	Pengaturan <i>network setting</i> untuk lajur.....	3-42
Gambar 3.17.	Pengaturan <i>network setting</i> untuk perubahan satuan	3-42
Gambar 3.18.	Tampilan peta yang ada di program VISSIM	3-43
Gambar 3.19.	Tampilan memasukkan gambar ke VISSIM	3-44
Gambar 3.20.	Tampilan <i>Set Scale Image</i> di VISSIM	3-44
Gambar 3.21.	Tampilan <i>Links</i> di VISSIM	3-45
Gambar 3.22.	Tampilan <i>Connector</i> di VISSIM.....	3-46
Gambar 3.23.	Tampilan 2D/3D model.....	3-47
Gambar 3.24.	Tampilan pilihan kendaraan di VISSIM	3-48
Gambar 3.25.	Tampilan 2D/3D model <i>distributions</i> di VISSIM.....	3-48
Gambar 3.26.	Tampilan Pengaturan <i>vehicle composition</i> di VISSIM.....	3-49
Gambar 3.27.	Tampilan Pengaturan <i>vehicle input</i> di VISSIM	3-51
Gambar 3.28.	Tampilan Pengaturan <i>static vehicle routing decisions</i> di VISSIM	3-52
Gambar 3.29.	Tampilan Pengaturan <i>Conflict Area</i> di VISSIM	3-53
Gambar 3.30.	Tampilan Pengaturan <i>Priority Rules</i> di VISSIM	3-54
Gambar 3.31.	Tampilan hasil dari <i>Priority Rules</i> di VISSIM	3-54
Gambar 3.32.	Tampilan dari <i>data collection</i> di VISSIM.....	3-57
Gambar 3.33.	Tampilan dari <i>nodes</i> di VISSIM	3-58

Gambar 3.34.	Tampilan dari <i>queue counters</i> di VISSIM	3-59
Gambar 4.1.	Geometrik jalan di Bundaran HI	4-2
Gambar 4.2.	Kondisi VISSIM sebelum kalibrasi	4-5
Gambar 4.3.	Kondisi VISSIM setelah kalibrasi.....	4-5
Gambar 4.4.	Validasi model VISSIM dengan regresi (r^2)	4-6
Gambar 4.5.	Grafik hubungan kecepatan terhadap rute.....	4-8
Gambar 4.6.	Grafik tundaan dan rute disekitar bundaran HI.....	4-10
Gambar 4.7.	Grafik panjang antrean hasil VISSIM.....	4-12
Gambar 4.8.	Grafik kecepatan kendaraan hasil VISSIM alternatif 1	4-15
Gambar 4.9.	Grafik tundaan hasil VISSIM alternatif 1	4-17
Gambar 4.10.	Kondisi lalu lintas hasil arah Jl. Sudirman.....	4-18
Gambar 4.11.	Kondisi lalu lintas hasil arah Jl. Thamrin	4-19
Gambar 4.12.	Grafik kecepatan hasil VISSIM alternatif 2.....	4-21
Gambar 4.13.	Grafik tundaan hasil VISSIM alternatif 2	4-23
Gambar 4.14.	Kondisi lalu lintas hasil arah Jl. Sudirman.....	4-24
Gambar 4.15.	Kondisi lalu lintas underpass hasil arah Jl. Sudirman.....	4-25
Gambar 4.16.	Kondisi lalu lintas hasil arah Jl. Thamrin	4-25
Gambar 4.17.	Kondisi lalu lintas underpass hasil arah Jl. Sudirman.....	4-26
Gambar 4.18.	Grafik perbandingan volume dengan alternatif 1.....	4-28
Gambar 4.19.	Grafik perbandingan kecepatan dengan alternatif 1.....	4-29
Gambar 4.20.	Grafik perbandingan tundaan dengan alternatif 1	4-31
Gambar 4.21.	Grafik perbandingan panjang antrean dengan alternatif 1	4-32
Gambar 4.22.	Grafik volume kendaraan dengan alternatif 2.....	4-34
Gambar 4.23.	Grafik kecepatan kendaraan dengan alternatif 2.....	4-35
Gambar 4.24.	Grafik tundaan kendaraan dengan alternatif 2	4-37
Gambar 4.25.	Grafik tundaan kendaraan dengan alternatif 2	4-38
Gambar 4.26.	Grafik volume kendaraan dengan 3 kondisi.....	4-40
Gambar 4.27.	Grafik kecepatan kendaraan dengan 3 kondisi.....	4-41
Gambar 4.28.	Grafik tundaan kendaraan dengan 3 kondisi.....	4-43
Gambar 4.29.	Grafik tundaan kendaraan dengan 3 kondisi	4-44
Gambar 4.30.	Grafik kecepatan kendaraan alternatif 3 dengan proyeksi	4-49

Gambar 4.31.	Grafik tundaan kendaraan alternatif 3 dengan proyeksi	4-50
Gambar 4.32.	Grafik panjang antrean kendaraan alternatif 4 dengan proyeksi	4-51
Gambar 4.33.	Grafik kecepatan kendaraan alternatif 4 dengan proyeksi	4-54
Gambar 4.34.	Grafik tundaan kendaraan alternatif 4 dengan proyeksi	4-55
Gambar 4.35.	Grafik panjang antrean kendaraan alternatif 4 dengan proyeksi	4-57
Gambar 4.36.	Grafik perbandingan volume kondisi proyeksi	4-59
Gambar 4.37.	Grafik perbandingan kecepatan kondisi proyeksi	4-61
Gambar 4.38.	Grafik perbandingan tundaan kondisi proyeksi	4-62
Gambar 4.39.	Grafik perbandingan panjang antrean kondisi proyeksi.....	4-64
Gambar 4.40.	Grafik kecepatan untuk solusi alternatif 5	4-67
Gambar 4.41.	Grafik tundaan untuk solusi alternatif 5.....	4-69
Gambar 4.42.	Grafik panjang antrean untuk solusi alternatif 5	4-70
Gambar 4.43.	Grafik kecepatan untuk solusi alternatif 6	4-75
Gambar 4.44.	Grafik tundaan untuk solusi alternatif 6.....	4-77
Gambar 4.45.	Grafik panjang antrean untuk solusi alternatif 6.....	4-78
Gambar 4.46.	Grafik kecepatan untuk solusi alternatif 7	4-81
Gambar 4.47.	Grafik tundaan untuk solusi alternatif 7.....	4-82
Gambar 4.48.	Grafik panjang antrean untuk solusi alternatif 7	4-83
Gambar 4.49.	Grafik perbandingan volume untuk solusi alternatif 8.....	4-87
Gambar 4.50.	Grafik perbandingan kecepatan untuk solusi alternatif 8.....	4-88
Gambar 4.51.	Grafik perbandingan tundaan untuk solusi alternatif 8.....	4-90
Gambar 4.52.	Grafik perbandingan panjang antrean untuk solusi alternatif 8	4-91



ABSTRAK

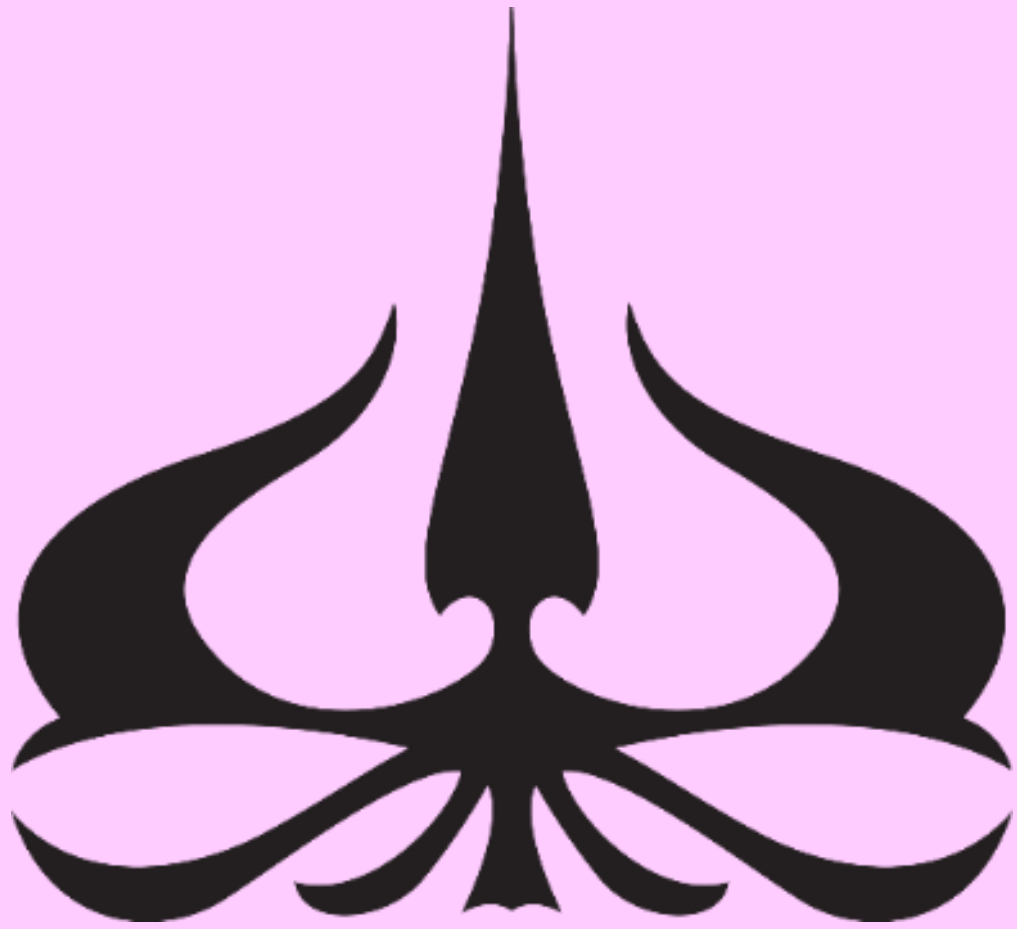
Bundaran Hotel Indonesia (HI) merupakan *landmark* dari ibukota Jakarta. Pada Bundaran HI selalu terjadi kepadatan lalu lintas. Pada penelitian ini untuk menilai kinerja lalu lintas di bundaran HI serta simulasi kondisi eksisting maupun kondisi alternatif untuk memperlancar arus lalu lintas di bundaran HI. Untuk melakukan simulasi dan analisis digunakan program VISSIM. Metode VISSIM ialah melihat dari volume kendaraan pada jam puncak. Survei yang dilakukan selama 12 jam dari pukul 07.00 sampai 19.00. Program VISSIM memasukkan jenis kendaraan, kecepatan, rute, volume dan titik perhitungan untuk kebutuhan output. Kondisi eksisting yang telah dimasukkan dilakukan kalibrasi dan validasi untuk menyesuaikan dengan kondisi eksisting. Setelah penyesuaian dilakukan simulasi eksisting maka dilakukan proyeksi untuk 10 tahun kedepan. Sesuai dengan KEPDIRJEN 2012 pertumbuhan sebesar 5% pertahun. Untuk melihat perbandingan maka dibuat juga pertumbuhan 1% pertahun. Hasil identifikasi lalu lintas eksisting pada VISSIM ialah volume kendaraan yang tinggi dan terjadinya persilangan antara kendaraan. Konflik yang ditimbulkan oleh arus lalu lintas dari Jl. Sudirman menuju Jl. Imam bonjol bertemu dengan arus dari Jl. Thamrin. Hasil dari VISSIM terhadap kondisi lalu lintas eksisting di dapat kecepatan rata-rata saat masuk bundaran HI ialah 16 km/jam dan Tundaan rata – rata ialah 102 detik/kendaraan. Tingkat pelayanan lalu lintas eksisting ialah tingkat pelayanan F. Solusi alternatif 1 yang berupa pelebaran jalan terhadap volume eksisting menghasilkan kecepatan rata – rata saat kendaraan masuk ke bundaran HI sebesar 18 km/jam dan rata – rata tundaan 137 detik perkendaraan. Tingkat pelayanan untuk kriteria tersebut tingkat pelayanan F. Solusi alternatif 2 yang berupa *underpass* terhadap volume eksisting menghasilkan kecepatan rata – rata sebesar 31 km/jam dan rata – rata tundaan 10 detik perkendaraan. Tingkat pelayanan yang sesuai ialah tingkat pelayanan B. Solusi alternatif 7 yang berupa *underpass* terhadap volume eksisting dengan pertumbuhan 1% pertahun selama 10 tahun mendatang merupakan solusi alternatif yang terbaik. Hal ini terlihat dari nilai tingkat pelayanan D.

Kata kunci : VISSIM, kecepatan, tundaan, proyeksi

ABSTRACT

The Hotel Indonesia (HI) Roundabout is a landmark of the capital city of Jakarta. At the HI Roundabout traffic density always occurs. In this study, to assess traffic performance at the HI roundabout as well as simulation of existing conditions and alternative conditions to facilitate traffic flow at the HI roundabout. To do the simulation and analysis the VISSIM program is used. The VISSIM method is to look at the volume of vehicles at peak hours. The survey was conducted for 12 hours from 07.00 to 19.00. The VISSIM program includes vehicle types, speeds, routes, volumes and calculation points for output needs. The existing conditions that have been entered are calibrated and validated to match the existing conditions. After adjusting the existing simulation, projections will be made for the next 10 years. In accordance with the Ministry of Home Affairs 2012 growth of 5% per year. To see the comparison, a growth of 1% per year is also made. The results of identification of existing traffic on VISSIM are high volume of vehicles and the occurrence of crosses between vehicles. Conflict caused by traffic flow from Jl. Sudirman heading to Jl. Imam Bonjol meets with the current from Jl. Thamrin. The results of VISSIM on existing traffic conditions at an average speed of entry into the HI roundabout are 16 km / h and the average delay is 102 seconds / vehicle. The level of existing traffic services is the level of service F. Alternative solution 1 in the form of widening the road to the existing volume produces an average speed when vehicles enter the HI roundabout at 18 km / h and an average 137 seconds delay in driving. The level of service for these criteria is the level of service F. Alternative solution 2 in the form of underpasses the existing volume produces an average speed of 31 km / h and an average delay of 10 seconds driving. The appropriate level of service is the level of service B. Alternative solution 7 in the form of underpasses the existing volume with growth of 1% per year over the next 10 years is a good alternative solution. This can be seen from the value of service level D.

Keywords : VISSIM, speed, delay, projection



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kinerja suatu jaringan jalan akan mempengaruhi perkembangan dari suatu kota dan juga wilayah disekitarnya. Kinerja suatu jalan mempengaruhi waktu tempuh dan juga kecepatan yang akan dilalui oleh kendaraan tersebut. Hambatan samping pada jalan juga akan mempengaruhi dari kinerja jalan tersebut. Ketika jaringan jalan memiliki suatu kinerja jaringan jalan baik, banyak keuntungan yang didapatkan masyarakat. Keuntungan tersebut yang pada akhirnya meningkatkan penghasilan dan pendapatan daerah. Dengan lancarnya aktivitas pergerakan orang dan barang, maka secara langsung pendapatan ekonomi masyarakat akan meningkat (Koloway, 2009:216). Di lain sisi dengan jaringan jalan yang baik dengan berbagai fasilitas yang ada maka akan menyebabkan kemacetan pada ruang jalan tersebut. Pertumbuhan lalu lintas yang terus meningkat maka munculah masalah kemacetan pada jaringan jalan. Kemacetan adalah situasi atau keadaan tersendatnya atau bahkan terhentinya lalu lintas yang disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan yang melebihi kapasitas jalan (Pamusti, Herman, & Maulana, 2017 : 53). Kemacetan lalu lintas itu sendiri adalah kondisi dimana volume lalu lintas lebih besar daripada kapasitas jalan. Kemacetan lalu lintas terjadi biasanya pada ruas jalan yang menjadi akses utama dari aktivitas masyarakat suatu kota. Semakin meningkatnya jumlah penduduk mengakibatkan semakin tingginya tingkat

kegiatan dan secara langsung akan meningkatkan pergerakan pada suatu daerah (Misdalena, 2019 : 35).

Bundaran HI yang berada di perbatasan antara jalan Jend. Sudirman dengan jalan MH. Thamrin dan menjadi pusat kegiatan baik perkantoran maupun perbelanjaan. Terdapat moda transportasi yang dua unggulan di bundaran HI yaitu transjakarta dan *mass rapid transit* (MRT). Kendaraan pribadi yang melintasi bundaran HI juga tergolong tinggi, hal ini karena sepanjang jalan Jend. Sudirman sampai jalan MH. Thamrin banyak perkantoran dan juga perbelanjaan. Tidak dapat dipungkiri bahwa bundaran HI yang mempunyai banyak hambatan samping serta jalan – jalan yang menuju perkantoran membuat kapasitas jalan di bundaran menjadi mengalami kepadatan. Bundaran merupakan salah satu jenis pengendalian persimpangan yang umumnya digunakan sebagai titik pertemuan antara beberapa ruas jalan dan mempunyai tingkat keselamatan yang lebih baik dibanding jenis pengendalian persimpangan yang lain. (Pradana, Maddeppungeng, & Fauziah, 2015:59).

Pada bundaran terjadi konflik antara kendaraan yang berbeda kepentingan, asal maupun tujuan. Berkaitan dengan hal tersebut perencanaan bundaran harus direncanakan dengan cermat, sehingga tidak menimbulkan akses yang lebih buruk, misalnya antrean pada lalu lintas (Kartika, Syafaruddin, & Sumiyattinah, 2016). Bundaran adalah salah satu alternatif pilihan yang dapat meminimalisir resiko kecelakaan lalu-lintas (Frans, Sir, & Oematan, 2018:220).

Simpang merupakan titik bertemunya arus kendaraan dari beberapa ruas jalan yang berbeda, simpang berfungsi sebagai tempat kendaraan melakukan perubahan arah

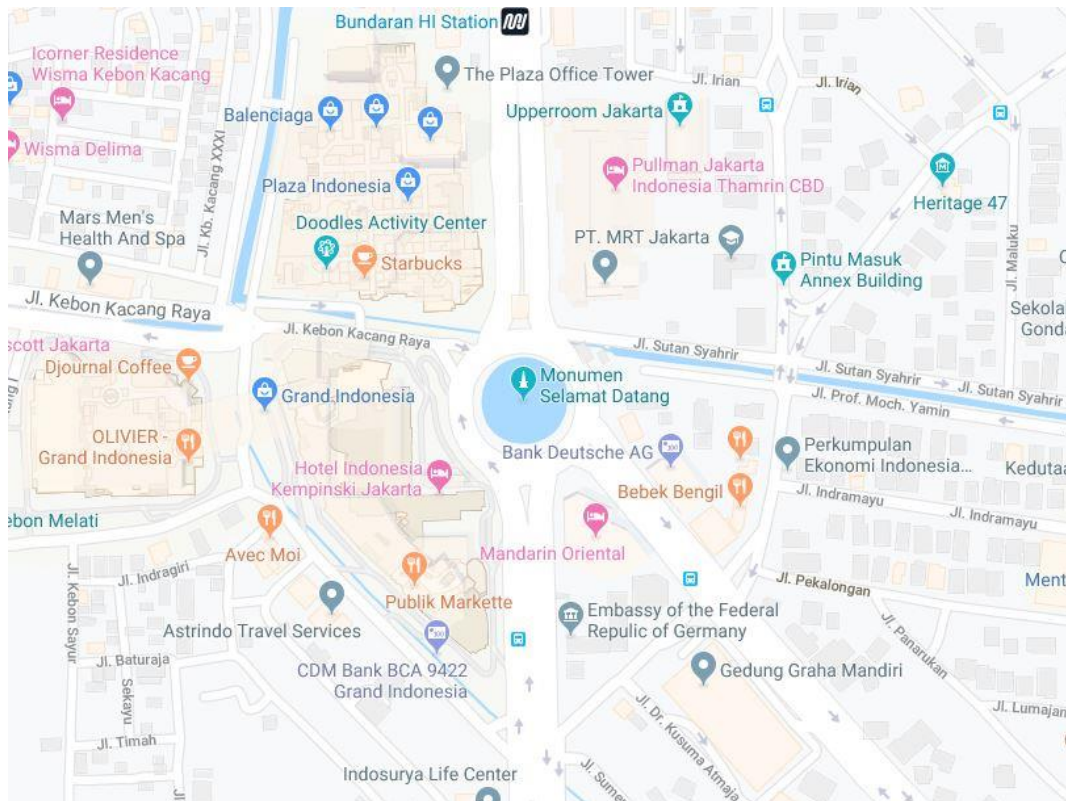
pergerakan lalu lintas. Tingkat pergerakan yang beragam dari berbagai jenis kendaraan akan mengakibatkan antrean yang cukup besar sehingga waktu dan biaya perjalanan akan menjadi lebih tinggi (Pebriyetti, Widodo, & Akhmadali, 2018).

Menampilkan kinerja simpang yang dikaitkan dengan volume lalu lintas Penelitian ini akan menganalisis variabel kinerja simpang dengan menggunakan MKJI yang dilakukan dalam kondisi awal dan terbangun untuk waktu puncak dan kondisi awal pada waktu puncak siang dan sore. Pada pendekatan MKJI, variabelnya adalah ukuran kota, geometrik, arah arus, volume, kecepatan dan fase. Setelah dilakukan analisis akan diperoleh variabel kinerja simpang dengan lampu lalu lintas yang meliputi derajat kejenuhan, panjang antrean, jumlah waktu henti dan tundaan (Dharmayanto & Ismail, 2018:18).

Secara visual terlihat interaksi antara aktivitas tata guna lahan dan kendaraan yang bervariasi mulai dari kendaraan ringan, berat, lambat sampai cepat dalam jumlah yang besar, karena jalan ini merupakan salah satu pergerakan lalu lintas yang padat di Jakarta. Tingkat pelayanan suatu ruas jalan adalah satu kualitas yang menggambarkan kondisi lalu lintas yang mungkin timbul pada suatu jalan akibat dari berbagai volume lalu lintas. Ukuran dari tingkat pelayanan suatu ruas jalan terhadap lalu lintas yang ada tergantung dari beberapa faktor, yaitu kecepatan dan waktu perjalanan, hambatan atau gangguan lalu lintas, kebebasan manuver keamanan dan kenyamanan mengendarai kendaraan dan ekonomis (Sonny, 2015 : 86).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja lalu lintas di bundaran HI serta simulasi kondisi eksisting maupun kondisi alternatif untuk memperlancar arus lalu

lintas di bundaran HI. Alternatif untuk menunjang lalu lintas di sekitar bundaran HI dengan mencoba alternatif berupa *underpass* dan juga pelebaran di bundaran HI. Tinjauan untuk kondisi eksisting dan alternatif melihat dari panjang antrean pada jalan tersebut. Kondisi saat ini di bundaran HI terdapat kepadatan lalu lintas yang menyebabkan antrean yang panjang dan kecepatan yang sangat rendah. Untuk melihat besaran nilai kepadatan lalu lintas tersebut dibuat simulasi untuk menganalisis kondisi eksisting. Hasil simulasi eksisting digunakan sebagai dasar untuk memproyeksikan kepadatan lalu lintas sampai 10 tahun ke depan. Dengan proyeksi tersebut dapat dilakukan strategi, rekayasa serta manajemen di bundaran untuk dapat mengurai kepadatan lalu lintas dan mencapai kategori menengah. Tinjauan kinerja pada penelitian ini menitikberatkan pada volume, kecepatan, antrean dan tundaan, di sekitar bundaran HI. Simulasi dengan menggunakan program VISSIM dapat diperlihatkan kondisi kepadatan dengan model simulasi 2D sampai 3D. Simulasi tersebut menjadikan dasar dalam menentukan langkah – langkah untuk rekayasa lalu lintas di bundaran tersebut sehingga dapat tercapai tujuannya yaitu lalu lintas yang lancar. Tinjauan pada bundaran HI ialah pada pertemuan simpang bersinyal dari Jl. Jend. Sudirman menuju Jl. MH. Thamrin serta menuju akses jalan lain seperti Jl. Kebon Kacang, Jl. Sutan Syarir dan Jl. Imam Bonjol. Volume yang besar untuk memasuki bundaran HI dengan rute menuju Jl. Imam Bonjol yang tinggi salah satu efek memperpanjang antrean. Perubahan pada kondisi eksisting bisa menjadi salah satu faktor antrean lalu lintas.



Gambar 1.1 Gambar peta Bundaran HI

Sumber : <https://www.google.co.id/maps/@-6.1952146,106.8222735,17z?hl=id&authuser=0>

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dilakukan rumusan masalah dalam penyusunan tesis. Rumusan masalah dalam penelitian mengenai jalan bundaran di bundaran HI adalah :

1. Apa identifikasi yang menyebabkan kepadatan lalu lintas menjadi tinggi?
2. Bagaimana kinerja lalu lintas di lokasi penelitian dengan perangkat lunak VISSIM?

3. Apakah merubah kondisi fisik di sekitar bundaran HI dapat mengurangi panjang antrean kendaraan?
4. Apakah ada efek dari pelebaran dan *underpass* lalu lintas terhadap panjang antrean di jalan lainnya?
5. Bagaimana hasil dari perubahan pelebaran dan *underpass* terhadap lalu lintas untuk proyeksi 10 tahun ke depan?

1.3. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah untuk :

1. Mengidentifikasi penyebab dari kepadatan lalu lintas di lokasi penelitian.
2. Menganalisis kinerja lalu lintas di lokasi penelitian dengan menggunakan perangkat lunak VISSIM.
3. Simulasi kondisi untuk perubahan lebar jalan di Bundaran HI terhadap antrean kendaraan.
4. Mensimulasikan efek dari pembuatan *underpass* terhadap antrean kendaraan di jalan lainnya.
5. Mensimulasikan hasil pelebaran dan *underpass* terhadap lalu lintas dengan proyeksi sampai 10 tahun ke depan.

1.4. Kegunaan Penelitian

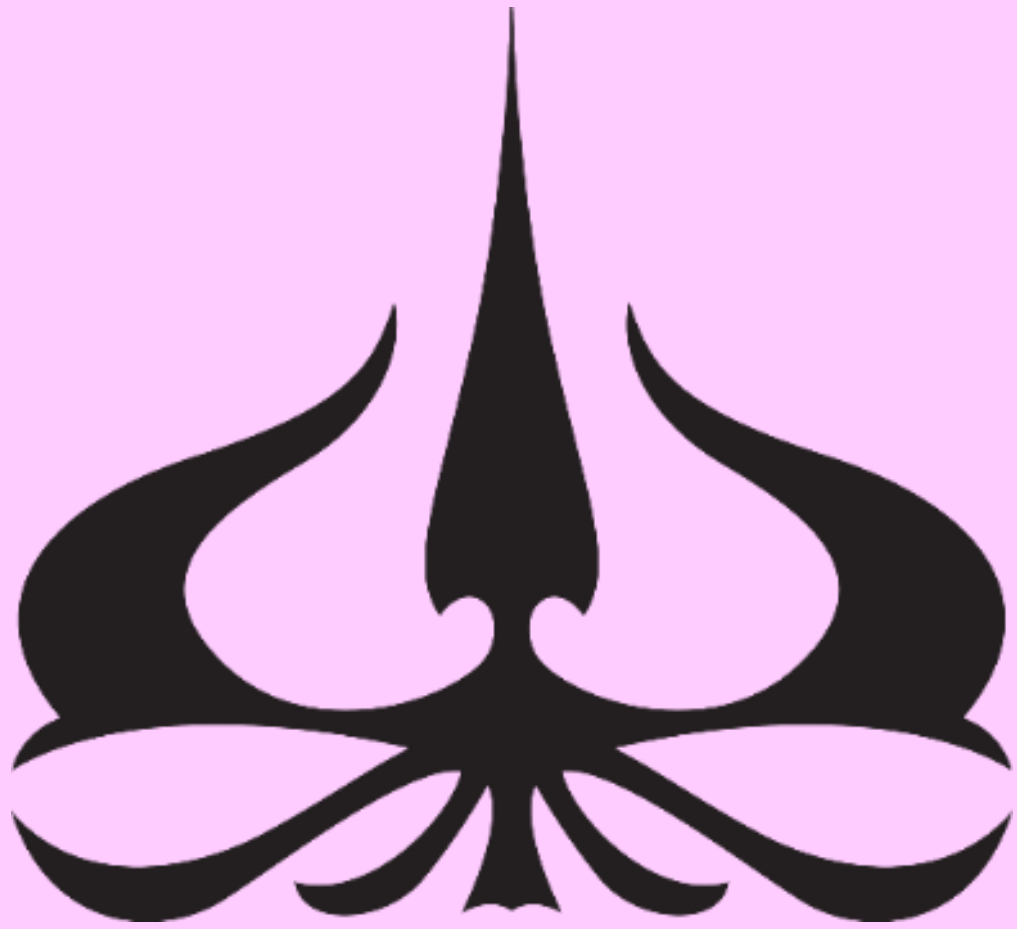
Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai masukan untuk penulis maupun pemerintah. Adapun manfaat yang hendak menjadi bahan dalam penyelesaian penelitian sebagai berikut :

1. Mendapatkan pemahaman dalam menyelesaikan masalah lalu lintas pada bundaran dengan menggunakan perangkat lunak VISSIM.
2. Memberikan masukan dan rekomendasi untuk penyelesaian masalah lalu lintas di bundaran tersebut untuk meminimalisir antrean lalu lintas.

1.5. Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Dalam pemodelan ini akan menggunakan data dari survei setelah dilakukan observasi dilapangan dan ditentukan untuk volume lalu-lintas pagi (07.00 – 10.00), siang (11.00 – 14.00), dan sore hari (16.00 – 19.00) WIB, berdasarkan kondisi arus puncak.
2. Perangkat lunak VISSIM yang digunakan adalah PTV VISSIM 11.
3. Kecepatan kendaraan didasarkan dengan kondisi lalu lintas hasil observasi dengan tipe kendaraan MC, LV, dan HV.
4. Peraturan Indonesia tentang Manual Kapasitas Jalan Indonesia tidak digunakan pada pemodelan Vissim.
5. Hasil keluaran data dari program Vissim yang digunakan ialah rata-rata.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Transportasi

Transportasi adalah suatu proses perpindahan atau pergerakan orang, barang maupun jasa dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan memerlukan sarana dan prasarana sebagai pendukung terjadinya pergerakan. Menurut Morlok (1991), ada lima unsur pokok transportasi, yaitu :

1. Manusia, yang membutuhkan transportasi.
2. Barang, yang diperlukan manusia.
3. Kendaraan, sebagai sarana transportasi.
4. Jalan, sebagai prasarana transportasi.
5. Organisasi, sebagai pengelola transportasi.

Transportasi merupakan sebuah solusi untuk berpindah tempat agar masyarakat yang mempunyai aktivitas untuk menuju destinasi menjadi lebih mudah. Untuk kegiatan bertransportasi terdiri dari tiga moda yaitu laut, darat dan udara. Transportasi mempunyai kegunaan masing-masing untuk beberapa kalangan menunjang kebutuhan barang dan jasa. Transportasi secara prinsip berfungsi sebagai alat untuk memindahkan manusia untuk aktivitas perekonomian. Perpindahan yang dapat dilakukan selain manusia juga untuk perpindahan barang sebagai penunjang perekonomian. Permasalahan transportasi berupa kemacetan, tundaan, serta polusi udara dan suara yang sering kita temui setiap hari di beberapa

kota besar di Indonesia ada yang sudah berada pada tahap yang sangat kritis (Aryandi & Munawar, 2014 : 338).

2.2. Transportasi Perkotaan

Transportasi perkotaan merupakan sebuah kegiatan untuk perpindahan baik manusia maupun barang yang didukung oleh komponen – komponen sekitar serta kerja sama dalam pengadaan transportasi perkotaan di suatu wilayah. Wilayah transportasi perkotaan dimana wilayah tersebut merupakan wilayah yang sangat penting dalam hal industri, budaya, pemerintahan. Perpindahan yang sangat padat di waktu tertentu dan juga sebagai pusat fokus dalam pengembangan moda transportasi terutama moda darat. Lalu lintas di jalan perkotaan berpengaruh besar terhadap berbagai jenis kebutuhan manusia khususnya yang berhubungan dengan lalu lintas. Faktor – faktor yang mempengaruhi lalu lintas di jalan perkotaan, antara lain :

1. Arus dan komposisi lalu lintas;
2. Kecepatan arus bebas;
3. Kapasitas;
4. Derajat kejenuhan;
5. Kecepatan;
6. Perilaku lalu lintas (Susilo, 2015).

Pada transportasi perkotaan dibutuhkan perencanaan yang merupakan proses yang mengarahkan kepada keputusan tentang kebijakan dan program transportasi. Sasaran proses perencanaan transportasi ialah menyediakan informasi yang

dibutuhkan untuk membuat keputusan tentang kapan dan dimana peningkatan harus dilakukan pada sistem transportasi bersangkutan, yang dengan demikian akan menggalakkan perjalanan dan pola pengembangan lahan yang sejalan dengan tujuan dan sasaran komunitas bersangkutan. Proses berkelanjutan (tahapan yang sedang dijalani oleh sebagian besar perkotaan sekarang) terdiri atas pemantauan perubahan yang akan membuat rencana transportasi disesuaikan, diperbaharui data yang berfungsi sebagai dasar untuk perencanaan, memperbaharui metode-metode yang digunakan dalam perencanaan transportasi termasuk metode-metode yang digunakan dalam perencanaan transportasi. Metode untuk peramalan perjalanan dan pelaporan tentang kegiatan-kegiatan dan penemuan-penemuan. Apabila kawasan telah dibagi menjadi satuan analisis yang sesuai dengan zonanya, informasi tentang kegiatan dalam kawasan ini dapat dikumpulkan. Pengetahuan tentang prosedur peramalan merupakan hal mendasar karena hanya data yang berkaitan dengan kalibrasi dan proses peramalan yang perlu dikumpulkan. Dalam peramalan kegiatan perkotaan merupakan sumber informasi tentang kegiatan yang mungkin berpengaruh terhadap perjalanan dalam kawasan perkotaan. Hasil analisis kegiatan yang lazim akan memberi rencana tingkat kegiatan dalam zona membantu memprakirakan tingkat-tingkat masa mendatang yang menjadi dasar peramalan. Peramalan dilakukan untuk bagian kecil lahan yang disebut zona. Untuk kawasan dengan sejuta orang dapat memiliki sekitar 700 hingga 800 zona. Untuk peramalan kegiatan perkotaan menurut zona didasarkan pada yang berikut:

1. Total penduduk kawasan perkotaan dan perkiraan karyawan;
2. Sifat lokasi untuk orang maupun usaha;

3. Kebijakan setempat yang menyangkut pengembangan lahan, transportasi, penzanaan, saluran riol dan sebagainya (Jotin Khisty C, 2006).

2.3. Persimpangan

Simpang merupakan pertemuan antara dua jalan yang berbeda. Simpangan terbagi menjadi dua bagian yaitu simpangan tanpa bersinyal dan simpangan bersinyal. Banyak simpang dan menggunakan lampu sinyal APILL untuk mengatur lalu lintas agar tidak terjadi bentrok antar pengendara lain. Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara di dalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, di mana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan (Priyatmoko, Kadarini, & Sumiyattinah, 2018). Pada suatu persimpangan khususnya di Jakarta sering sekali mengalami kemacetan sehingga dibutuhkan pengaturan atau rekayasa lalu lintas guna memperlancar arus lalu lintas di simpangan tersebut. Menurut MKJI simpang terbagi menjadi 2 kategori yaitu simpang tak bersinyal dan simpang bersinyal.

Simpang tak bersinyal merupakan persimpangan yang tidak dilengkapi dengan isyarat lampu. Untuk cara kerja persimpangan tersebut dengan mempertimbangkan prioritas kendaraan yang akan melewati persimpangan tersebut. Marka atau rambu diperlukan untuk mengisyaratkan kepada pengemudi untuk memahami bahwa di persimpangan tersebut ada jalur prioritas. Pengemudi juga lebih berhati – hati saat melintasi persimpangan tersebut agar terhindar dari kecelakaan lalu lintas.

Untuk simpang yang kedua yaitu simpang bersinyal. Simpang bersinyal merupakan bagian dari isyarat dalam bentuk sinyal lampu dan mempunyai waktu tetap yang dirangkai untuk menginformasikan kepada pengendara untuk berhenti atau berjalan. Simpang bersinyal sering dipergunakan untuk kondisi lalu lintas yang pada untuk mentertibkan serta mengurai lalu lintas agar tetap dalam batas kelancaran lalu lintas.

2.4. Arus Lalu Lintas

Menurut (MKJI, 1997) menyatakan bahwa arus lalu lintas ialah jumlah unsur lalu-lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu, pendekatan per satuan waktu (sbg. contoh: kebutuhan lalu-lintas kend./jam; smp/jam). Untuk perhitungan dapat dilakukan dengan per satuan jam untuk satu atau lebih periode. Sebagai contoh didasarkan pada kondisi arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan baik untuk belok kiri, belok kanan dan lurus dilakukan konversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan. Bagian kendaraan yang diperhitungkan dalam lalu lintas adalah :

- a. Kendaraan Ringan (Light Vehicle (LV))
- b. Kendaraan Berat (Heavy Vehicle (HV))
- c. Sepeda Motor (Motorcycle (MC))
- d. Kendaraan tak bermotor (Unmotorized (UM))

Untuk arus lalu lintas yang digunakan dapat dilakukan analisis kapasitas simpang dengan kondisi paling terpadat pada keseluruhan waktu survei dan gerakan

kendaraan. Untuk arus kendaraan total ialah kendaraan per jam untuk masing – masing gerakan dihitung dengan persen (%) kendaraan konversi yaitu mobil penumpang.

$$Q_{SMP} = Q_{KEND} \times Q_{FSMP}$$

$$F_{SMP} = \frac{LV\% \times emp\ LV + HV\% \times emp\ HV + MC\% \times emp\ MC}{100}$$

Keterangan :

Q_{SMP} : Arus total pada persimpangan (smp/jam)

Q_{KEN} : Arus pada masing-masing simpang (smp/jam)

$FSMP$: Faktor smp

Pada arus total di persimpangan yang didapat dalam satuan smp/jam dapat dikonversikan arus jam puncak menjadi lalu lintas harian rerata melalui faktor – k yang dapat menggunakan rumus:

$$Q_{smp} = Q_{dh} = k \times LHRT$$

$$\text{dengan } LHRT = \frac{Q_{dh}}{k}$$

Keterangan :

Q_{SMP} = Arus total pada persimpangan (smp/jam)

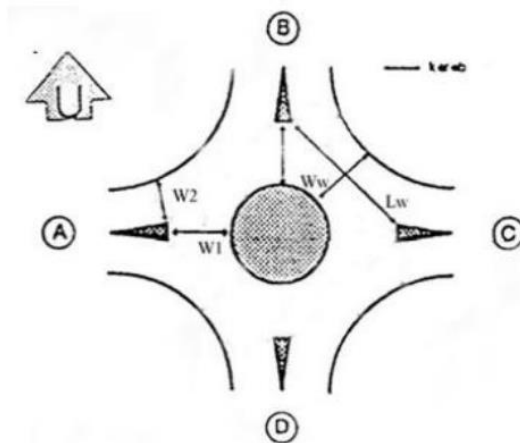
$LHRT$ = Arus lalu lintas rerata (smp/harian)

k = Faktor konversi berdasarkan ukuran kota

Untuk perhitungan dilakukan dengan satuan per jam untuk satu atau lebih periodenya. Hal ini didasari pada kondisi arus lalu lintas rencana yang akan ditinjau berdasarkan observasi di lokasi yaitu pada jam puncak di pagi, siang dan malam. Hal ini dikarenakan menyesuaikan dengan aktivitas kegiatan perkantoran dan juga istirahat kantor.

2.5. Bundaran

Bagian jalinan dikendalikan dengan aturan lalu lintas Indonesia yaitu memberi jalan pada yang kiri. Bagian jalinan dibagi dua tipe utama 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 (Sumina, 2015:3). Berdasarkan hal tersebut dan pengamatan di lapangan bahwa bundaran merupakan pertemuan dari banyaknya arah dengan perbedaan tujuan dan suatu solusi permasalahan untuk volume lalu lintas yang tinggi. Dengan bundaran diharapkan dapat mengurai kepadatan lalu lintas dengan simulasi yang diinginkan baik adanya lampu sinyal APILL atau tidak. Bundaran bisa dijadikan sebuah ikon pada wilayah atau daerah tersebut untuk mudah mengingatnya.

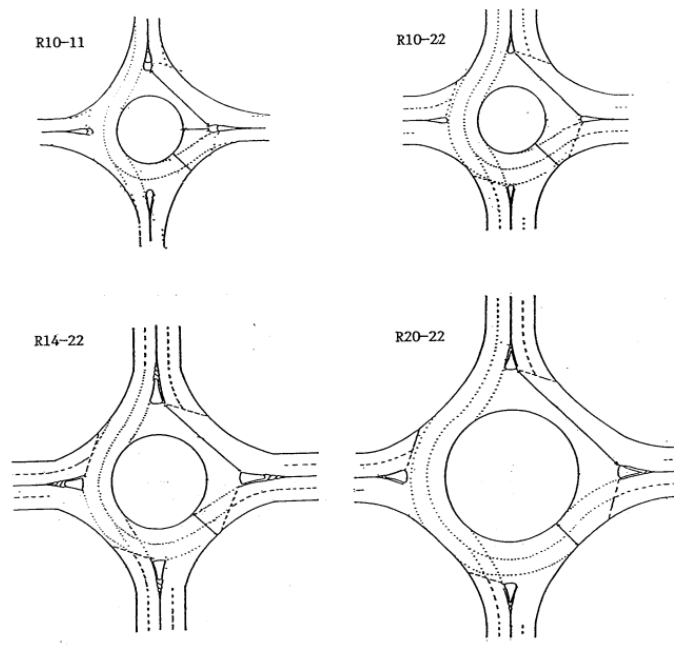


Gambar 2.1. Ilustrasi tipe bundaran

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

2.5.1. Tipe Bundaran

Pada umumnya bundaran dengan pengaturan hak jalan (prioritas dari kiri) digunakan di daerah perkotaan dan pedalaman bagi persimpangan antara jalan dengan arus lalu-lintas sedang. Bundaran paling efektif jika digunakan untuk 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 (MKJI, 1997:4-14).



Gambar 2.2. Ilustrasi tipe bundaran

Sumber : MKJI, 1997 : 4.-13

Bundaran yang di desain dapat di simulasikan sesuai dengan karakteristik dan juga volume kendaraan yang akan melintasi bundaran tersebut. Hal ini untuk memprediksi untuk kondisi ke depan berkaitan dengan panjang antrean dan tundaan

disepanjang jalan tersebut. Untuk definisi setiap bundaran yang digunakan dalam MKJI ditampilkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2.1. Definisi tipe bundaran yang digunakan

Tipe Bundaran	Jari-Jari Bundaran (m)	Jumlah Lajur Masuk	Lebar Lajur Masuk W_1 (m)	Panjang Jalinan L_w (m)	Lebar Jalinan W_w (m)
R10 – 11	10	1	3,5	23	7
R10 – 22	10	2	7,0	27	9
R14 – 22	14	2	7,0	31	9
R20 – 22	20	2	7,0	43	9

Sumber : MKJI, 1997 : 4.-14

Pada tabel tersebut menunjukkan spesifikasi untuk ukuran bundaran baik jari-jari maupun lebarnya. Panjang jalinan (L_w) yang digunakan dalam perhitungan adalah panjang jalinan efektif untuk bagian jalinan. Sedangkan untuk lebar jalinan (W_w) ialah lebar efektif bagian jalinan yang terdapat pada bagian tersempit jalinan. Untuk lebar pada masing – masing sisi dengan banyak parkir dapat dikurangi 2 meter (MKJI, 1997).

2.5.2. Rasio Jalinan Bundaran

Pada bundaran terdapat rasio jalinan bundaran sebagai perbandingan antara arus menjalin total pada jalan dengan arus total yang melintas pada jalan tersebut.

Rumus yang digunakan untuk mengetahui rasio jalinan pada bundaran ialah:

$$P_w = \frac{Q_w}{Q_{TOT}}$$

Keterangan :

Q_w = Arus menjalin total (smp/jam)

Q_{TOT} = Arus total (smp/jam)

P_w = Rasio jalinan

2.5.3. Kapasitas

Kapasitas total bagian jalinan adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (CO) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas (MKJI, 1997). Adapun untuk rumus model kapasitas ialah sebagai berikut:

$$C = 135 \times W_w^{1,3} \times \left(1 + \frac{W_E}{W_w}\right)^{1,5} \times \left(1 - \frac{p_w}{3}\right)^{0,5} \times \left(1 + \frac{W_w}{L_w}\right)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

Keterangan :

W_w = Lebar jalinan

W_E = Lebar masuk rata-rata

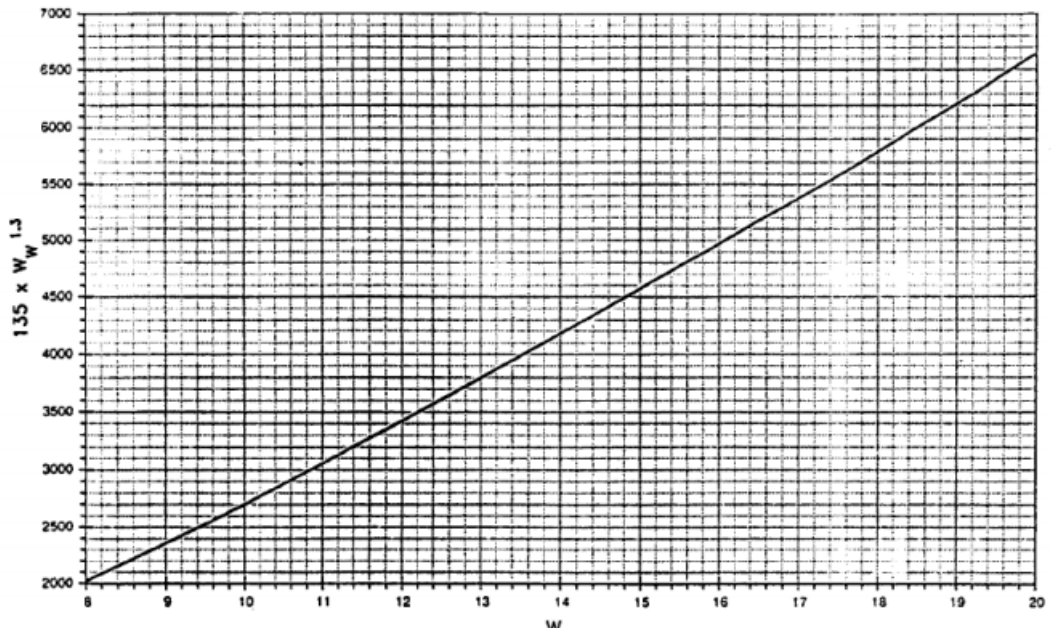
P_w = Rasio jalinan

L_w = Panjang jalinan

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

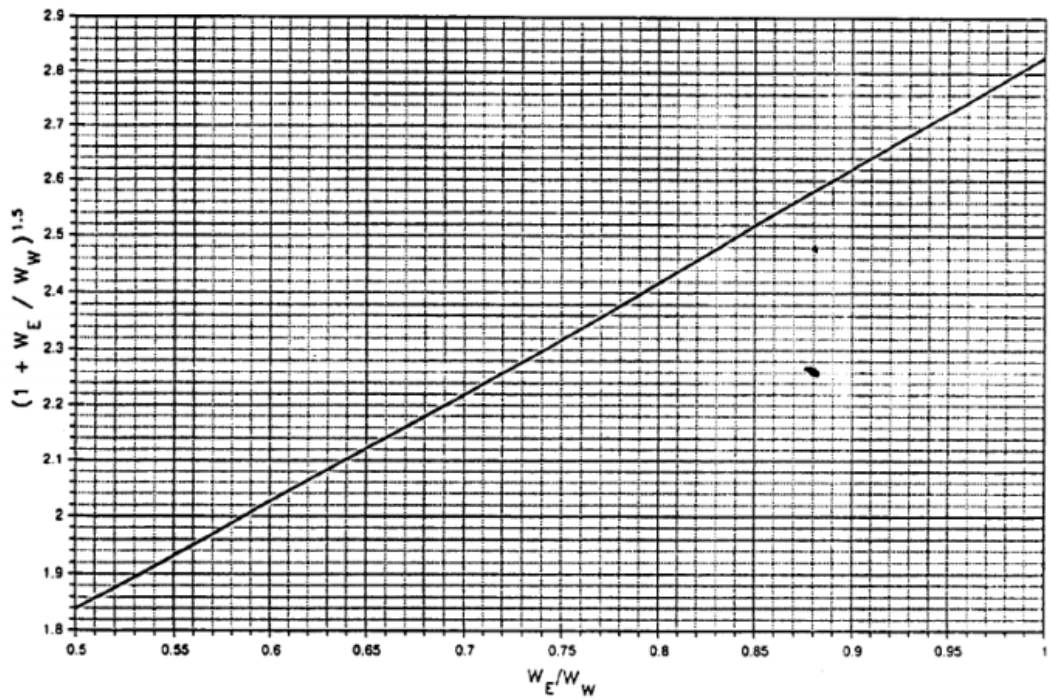
F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkaran jalan

Dalam menentukan kapasitas berdasarkan rumus di atas dapat menggunakan bantuan gambar yang ada di MKJI. Adapun gambar grafik sebagai berikut.



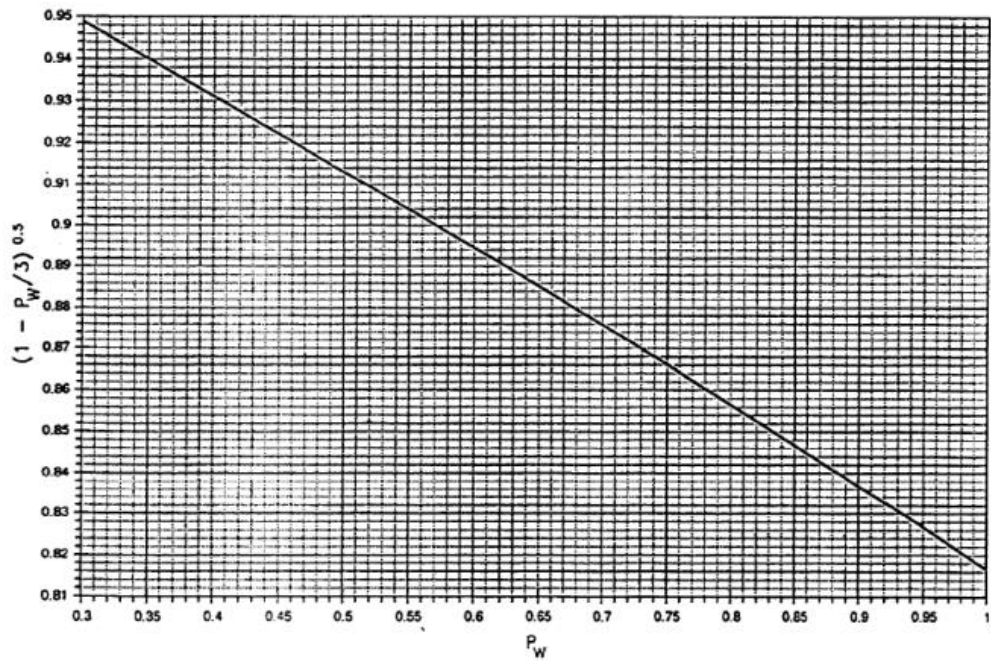
Gambar 2.3. Gambar untuk faktor $W_w = 135 \times W_w^{1.3}$

Sumber : MKJI, 1997



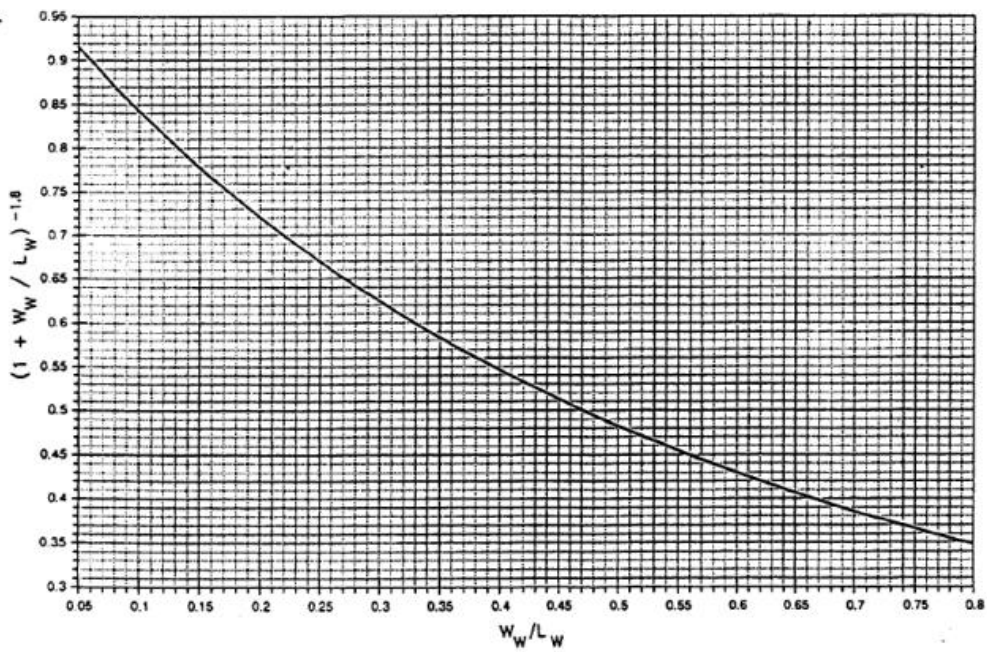
Gambar 2.4. Gambar untuk faktor $W_w / W_w = (1 + \frac{W_E}{W_w})^{1.5}$

Sumber : MKJI, 1997



Gambar 2.5. Gambar untuk faktor $p_w = (1 - \frac{p_w}{3})^{0,5}$

Sumber : MKJI, 1997



Gambar 2.6. Gambar untuk faktor $W_w / L_w = \times (1 + \frac{W_w}{L_w})^{-1,8}$

Sumber : MKJI, 1997

Untuk faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) didapatkan berdasar pada jumlah penduduk kota (juta jiwa). Adapun untuk tabel faktor penyesuaian ukuran kota ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 2.2. 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	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

Sumber : MKJI, 1997

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU}) dapat ditentukan dengan menggunakan tabel sebagai berikut.

Tabel 2.3. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

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

Sumber : MKJI, 1997

Untuk variabel masukkan untuk perkiraan kapasitas (smp/jam) dengan menggunakan tabel berikut.

Tabel 2.4. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Tipe Variabel	Variabel dan nama masukan		Faktor model
Geometri	Lebar masuk rata-rata	W_E	F_W F_M
	Lebar jalinan	W_W	
	Panjang jalinan	L_W	
	Lebar/Panjang	W_W / L_W	
Lingkungan	Kelas ukuran kota	CS	F_{CS}
	Tipe lingkungan jalan	RE	
	Hambatan samping	SF	
lalulintas	Kedaraan tak bermotor	P_{UM}	F_{RSU}
	Rasio jalanan	P_W	

Sumber : MKJI, 1997

2.5.4. Derajat Kejenuhan

Untuk kondisi derajat kejenuhan pada jalinan baik tunggal maupun bundaran mempunyai perhitungan yang sama yaitu sebagai berikut:

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

Keterangan :

DS = Derajat kejenuhan

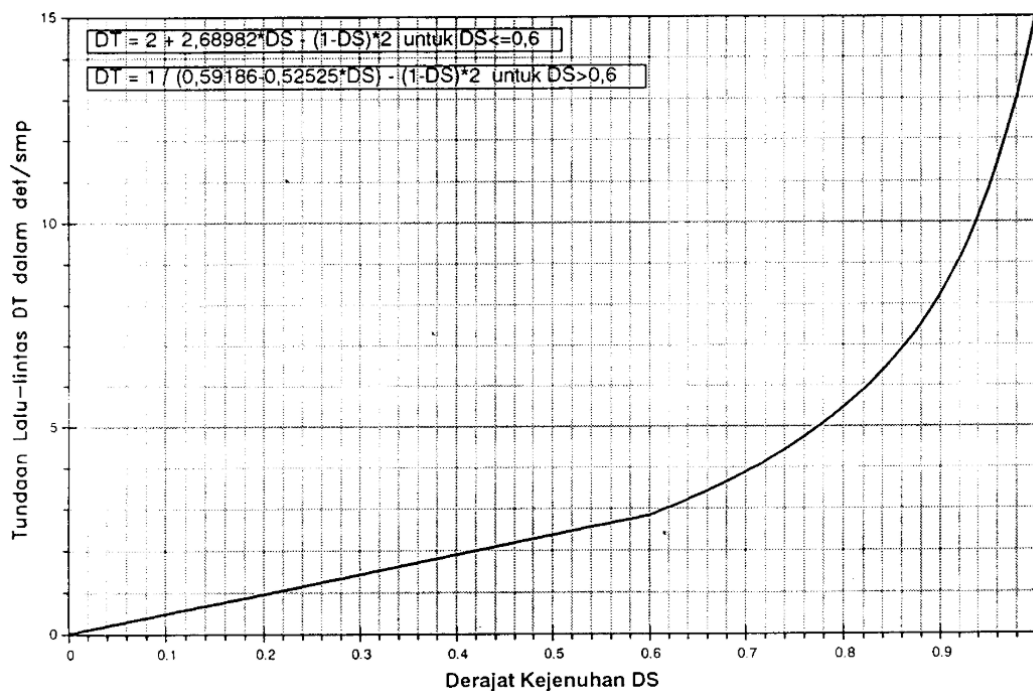
Q_{smp} = Arus total (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

2.5.5. Tundaan Jalinan Bundaran

Berdasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), Tundaan pada jalinan bundaran dapat terjadi akibat 2 sebab. Sebab pertama yaitu pada tundaan lalu lintas (DT) dan sebab kedua ialah tundaan geometrik (DG). Dalam melakukan perhitungan untuk tundaan di bagi menjadi 3 bagian sebagai berikut:

1. Tundaan lalu lintas bagian jalinan (DT) merupakan tundaan rata-rata lalu lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan tersebut. Hubungan empiris antara tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan (DS) merupakan bagian dari tundaan lalu lintas. Dengan memasukkan nilai DS maka dapat diketahui tundaan pada lalu lintas dalam det/smp. Adapun untuk gambar dan rumus empiris ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 2.7. Hubungan tundaan lalu lintas dan derajat kejenuhan

Sumber : (MKJI, 1997)

2. Tundaan lalu lintas bundaran (DT_R) merupakan tundaan rata-rata setiap kendaraan yang masuk ke dalam bundaran tersebut. Untuk rumus pada tundaan lalu lintas bundaran ialah:

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

Keterangan :

- i = bagian jalinan i dalam bundaran
 n = jumlah bagian jalinan dalam bundaran
 Q_i = arus total pada bagian jalinan i (smp/jam)
 DT_i = tundaan lalu lintas rata-rata pada bagian jalinan i (det/smp)
 Q_{masuk} = jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

3. Tundaan Bundaran (D_R) ialah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

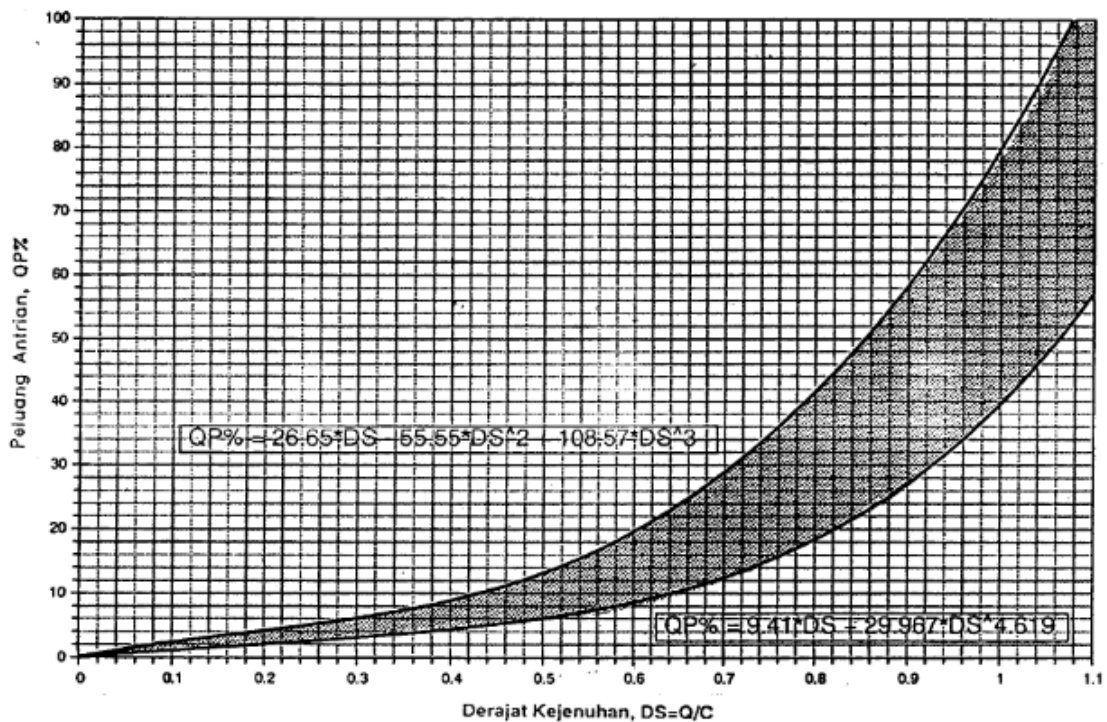
$$D_R = DT_R + 4 \text{ (det/smp)}$$

Rumus tersebut adalah dengan menambahkan tundaan geometrik rata-rata pada tundaan lalu lintas.

Secara mendasar tundaan merupakan waktu tunggu kendaraan yang disebabkan adanya interaksi lalu lintas yang dapat berupa persilangan, perpotongan atau yang bertentangan. Beberapa aspek yang dapat mempengaruhi tundaan ialah pada kendaraan yang melakukan pergerakan membelok di persimpangan dan ada pula yang terhenti oleh lampu sinyal APILL.

2.5.6. Peluang Antrean Jalinan Bundaran

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), peluang antrean bagian jalinan (OP%) pada lalu lintas di jalinan bundaran dapat dihitung dari hubungan empiris antara peluang dan derajat kejenuhan. Adapun gambar hubungan antara peluang antrean dengan derajat kejenuhan ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 2.8. Hubungan peluang antrean dengan derajat kejenuhan

Sumber : (MKJI, 1997)

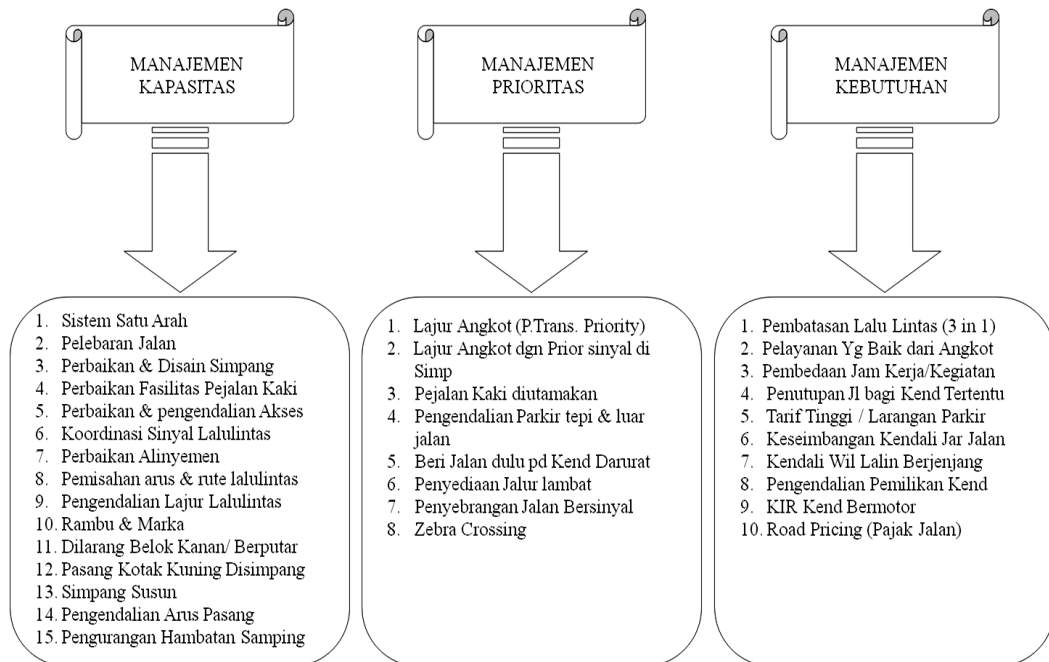
Sedangkan peluang bundaran ($OP_R\%$) ditentukan dari nilai :

$QP_R\% = \text{maks. Dari } (QP_i\%) ; i = 1 \dots n$

2.6. Strategi dan Manajemen Lalu Lintas

Menurut (Susilo, 2015) dalam hubungan yang sangat luas, manajemen lalu lintas digambarkan sebagai proses penerapan teknik – teknik sistem jalan untuk memenuhi tujuan tertentu dengan perbaikan, pengaturan atau perubahan penggunaan sistem jalan yang ada bagi beberapa atau semua pemakai jalan, tanpa harus bergantung pada keberadaan pembangunan jalan baru. Dalam bertransportasi untuk melancarkan arus lalu lintas dibutuhkan pengetahuan di bidang teknik transportasi. Dengan pengetahuan yang tersebut bisa membuat berbagai strategi untuk memperlancar arus lalu lintas. Manajemen dapat dilakukan dengan teknis menyesuaikan dengan kondisi lapangan serta sarana prasarana untuk meningkatkan kelancaran arus lalu lintas. Dengan strategi dan manajemen lalu lintas transportasi dapat berkelanjutan untuk memperlancar perekonomian, pergerakan barang dan manusia. Transportasi yang lancar dapat membuat keuntungan untuk berbagai pihak. Hal ini didasar pada kecepatan suatu barang atau manusia untuk mencapai tujuan. Efisiensi pergerakan dapat tercapai karena penyeimbangan antara permintaan lalu lintas dengan penawaran yang ada tersedia. Untuk dapat mengidentifikasi masalah dapat dilakukan dengan cara meninjau lokasi-lokasi yang terdapat masalah. Permasalahan yang terdapat di lokasi tersebut tergantung kepada suatu usulan dan juga tinjauan yang ada di lokasi. Pendekatan untuk menyelesaikan masalah tersebut dapat dilakukan dengan cara berkoordinasi secara tidak langsung. Hal tersebut berarti menunjukkan pemilihan terhadap berbagai pemecahan yang dapat saling mendukung satu sama lain dan bukan melemahkan. Dalam

pelaksanaan teknik manajemen lalu lintas di buat 3 macam jenis manajemen yang di gambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.9. Teknik manajemen lalu lintas

Sumber : (Susilo, 2015)

Untuk manajemen terhadap kapasitas ada beberapa hal yang perlu di perhatikan.

Adapun hal yang diperhatikan sebagai berikut:

1. Langkah pertama di dalam manajemen lalu lintas adalah berusaha untuk menggunakan kapasitas ruas jalan sebaik-baiknya. Khususnya menciptakan ‘kelancaran’ arus lalu lintas adalah merupakan suatu hal yang penting.
2. Arus-arus lalu lintas pada persimpangan harus disurvei guna menjamin bahwa dapat digunakannya geometrik persimpangan dan sistem pengendalian yang optimum.

3. Daerah milik jalan harus diorganisasikan (diatur) sedemikian rupa sehingga masing-masing bagiannya dapat digunakan untuk maksud tertentu, misalnya parkir, trotoar bagi pejalan kaki, kapasitas jalan.
4. Penggunaan ruang jalan di sepanjang suatu ruas jalan harus dikoordinasikan; tidak ada gunanya untuk memiliki suatu jalan yang memiliki 3 lajur kemudian menyempit menjadi 1 lajur dan selanjutnya melebar lagi menjadi 2 lajur, karena bagian jalan yang berlajur 1 tersebut akan menentukan kapasitas dari ruas jalan secara keseluruhan.
5. Pada daerah di mana akses dan parkir dibutuhkan, maka survei-survei yang dilakukan dapat secara mudah menentukan kebutuhannya.

Pada manajemen prioritas dibutuhkan tindakan – tindakan yang dapat dilakukan untuk memberikan prioritas kepada moda angkutan yang terpilih. Hal ini menitikberatkan kepada kendaraan penumpang umum seperti bus, angkutan umum dan lain sebagainya. Adapun beberapa cara yang dapat diberikan diantaranya.

1. Membuat lajur-lajur bis
2. Membuat jalur-jalur khusus untuk bis
3. Memberikan prioritas secara terpilih pada persimpangan
4. Membuat jalan khusus untuk bis

Manajemen permintaan merupakan suatu dasar dalam melakukan perubahan suatu sistem transportasi. Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan untuk mengurai kepadatan lalu lintas atau adanya suatu kebutuhan. Untuk manajemen terhadap permintaan meliputi.

1. Mengubah rute-rute kendaraan pada suatu jaringan jalan dengan sasaran untuk memindahkan arus lalu lintas dari jalan yang mengalami kemacetan ke suatu jalan yang relatif tidak macet.
2. Mengubah moda perjalanan, khususnya dari kendaraan-kendaraan pribadi ke angkutan umum yang menggunakan ruang jalan secara lebih efisien pada saat jam-jam sibuk. Hal ini berarti memberikan prioritas bagi angkutan penumpang.
3. Mempengaruhi keputusan orang untuk melakukan perjalanan atau tidak, dengan tujuan untuk mengurangi arus lalu lintas dan dengan sendirinya kemacetan lalu lintas berkurang pula.
4. Pengendalian terhadap tata guna lahan dan pembangunan.

Beberapa kebijakan yang dapat dilakukan dalam manajemen dan rekayasa lalu lintas yaitu berupa penerapan *Electronic Road Pricing (ERP)*. *Electronic Road Pricing (ERP)* adalah kebijakan pemberlakuan jalan berbayar untuk setiap kendaraan pribadi yang melewatinya. Tujuannya ialah mengurangi kemacetan di beberapa ruas jalan dan pada jam – jam tertentu. Penerapan ini sudah dilakukan di beberapa negara. Dengan tingginya volume kendaraan di Bundaran HI maka pelaksanaan ERP tersebut bisa menekan volume kendaraan dan dapat memenuhi kriteria kecepatan kendaraan yang diinginkan. Beberapa negara yang telah melakukan ERP ialah sebagai berikut.

1. Singapura

Singapura merupakan negara pertama yang menggunakan sistem ERP. Walaupun istilah awal yang digunakan ialah *urban road user charging*. Hal ini bertujuan untuk pembatasan lalu lintas kendaraan yang akan masuk ke beberapa wilayah pada saat

jam puncak. Dengan skenario tersebut maka banyak kendaraan pribadi yang akan menghindari wilayah tersebut atau memilih jasa angkutan umum sebagai moda transportasinya. Harga untuk memasuki daerah atau koridor ERP bervariasi berdasarkan rata-rata kecepatan jaringan. Harga tersebut dilakukan untuk mempertahankan kecepatan rencana yang dibuat yaitu sekitar 45-65 km/jam pada *expressways* dan 20-30 km/jam pada jalan arteri. Dampak dengan ERP tersebut ialah persentase penggunaan carpools dan bus meningkat 41% menjadi 62%. Pada volume lalu lintas yang menuju daerah yang diterapkan ERP dapat menurun sampai dengan 44%.

2. London

ERP yang diterapkan di London dilakukan pada tahun 2003. Tujuan dari ERP ialah mengurangi kemacetan, meningkatkan reliabilitas waktu perjalanan, dan mengurangi polusi udara. Dari kegiatan ERP tersebut memberikan dampak positif yang lain berupa:

- a. Kecelakaan lalu lintas menurun;
- b. Reliabilitas jadwal bus meningkat signifikan;
- c. Penurunan volume lalu lintas sebesar 15%;
- d. Penurunan kemacetan 30%;
- e. Penurunan polusi 12%;
- f. Perjalanan menjadi *reliable*;
- g. Menjadi sumber pendapatan yang sebagian besar dipakau untuk perbaikan pelayanan angkutan umum.

3. Stockholm

ERP dilakukan di Stockholm pada tahun 2007. Tujuannya berupa pengurangan kemacetan, peningkatan aksesibilitas, dan perbaikan kualitas lingkungan. Hal positif yang didapat dicatat ialah :

- a. Aksesibilitas yang ditandai dengan penurunan antrian di pusat kota dan daerah-daerah yang mendekati pusat kota sebesar 30%-50%;
- b. Menurunnya total emisi kendaraan bermotor antara 10%-14% di pusat kota dan antara 2%-3% untuk total suatu kota.

2.7. Faktor Pertumbuhan

Pertumbuhan lalu lintas merupakan suatu penambahan dan perkembangan lalu lintas dari tahun ke tahun selama lingkup umur rencana. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi dari besarnya nilai pertumbuhan lalu lintas. Faktor tersebut ialah:

1. Perkembangan daerah;
2. Kesejahteraan dari masyarakat di daerah tersebut bertambah;
3. Keinginan memiliki kendaraan pribadi menjadi tinggi.

Untuk faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen/tahun (%/thn). Hal ini untuk menunjukkan bahwa nilai pertumbuhan lalu lintas pertahun mengalami kenaikan sebesar persentase tahunan berdasarkan kendaraan yang dimiliki di suatu wilayah tersebut. Nilai pertumbuhan ini sangat penting dalam mendesain suatu

umur rencana lalu lintas sebagai acuan agar kendaraan yang melewati jalan tersebut tetap lancar.

Dalam Keputusan Direktur Jenderal (KEPDIRJEN) Bina Marga tahun 2012 menjelaskan bahwa faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formularitas korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka dapat menggunakan perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas sebagai berikut:

1. Jalan Arteri dan perkotaan dengan pertumbuhan 5% untuk tahun 2011-2020 dan 4% untuk tahun 2021-2030;
2. Jalan Rural dengan pertumbuhan 3,5% untuk tahun 2011-2020 dan 2,5% untuk tahun 2021-2030.

Berdasarkan KEPDIRJEN tersebut di atas, maka volume kendaraan rata-rata yang sudah dihitung akan diproyeksikan hingga 5 tahun ke depan dengan pertumbuhan lalu lintas sebesar 5%.

Pertumbuhan lalu lintas sangat berpengaruh dalam desain geometrik jalan untuk kelancaran arus lalu lintas. Dibutuhkan faktor – faktor untuk membuat proyeksi dari pertumbuhan lalu lintas tersebut. Pertumbuhan lalu lintas merupakan gabungan dari macam tipe yang ditampilkan sebagai berikut.

- b. *Normal Traffic Growth* yaitu pertumbuhan volume lalu lintas akibat bertambahnya kepemilikan kendaraan yang terjadi di daerah tersebut. Kepemilikan kendaraan dapat dilihat dari jumlah BPKB baru di wilayah dimaksud.

- c. *Generated Traffic* merupakan Pertumbuhan volume lalu lintas akibat tumbuhnya prasarana baru misal mal, dan sebagainya. Dengan adanya prasarana baru, maka muncul tarikan pergerakan sekaligus bangkitan pergerakan.
- d. *Development Traffic* ialah Pertumbuhan volume lalu lintas akibat perkembangan lingkungan, misalnya adanya jalan baru atau perbaikan jalan lama (Risdiyanto, 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh (Ali & Abidin, 2019) menunjukkan bahwa nilai kepadatan penduduk tidak mempengaruhi tingkat pelayanan jalan (level of service) di Kecamatan Rappocini, justru tingkat pelayanan jalan (level of service) dipengaruhi secara signifikan oleh beberapa variabel seperti jumlah penduduk, kepadatan penduduk, kapasitas jalan dan volume lalu lintas harian. Sedangkan, kepadatan penduduk tidak berpengaruh terhadap tingkat pelayanan jalan (level of service) dikarenakan Kecamatan Rappocini merupakan salah satu kecamatan di Kota Makassar yang menjadi pintu gerbang memasuki Kota Makassar dari arah selatan, sehingga tingkat kepadatan jalan justru dipengaruhi oleh kaum-kaum commuter yang berasal dari Kabupaten Gowa dan Takalar. Untuk peraturan pertumbuhan lalu lintas menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (Kementerian PU Direktorat Jenderal Bina Marga, 2012). Angka tersebut digunakan untuk membuat proyeksi jumlah kendaraan sampai 10 tahun ke depan. Untuk rumus yang digunakan untuk mengetahui volume tersebut dijabarkan sebagai berikut :

$$P_n = P_o \times (1 + i \%)^n$$

Keterangan :

P_n : Jumlah kendaraan pada tahun ke n

P_0 : Jumlah kendaraan pada tahun tinjauan

i : Angka pertumbuhan lalu lintas

n : Jumlah tahun

2.8. Perangkat Lunak Transportasi

Dalam era komputerisasi terdapat banyak sekali program – program untuk memudahkan pekerjaan dan simulasi. Pada transportasi terdapat banyak program pembantu untuk simulasi. Pembahasan pertama untuk perangkat lunak transportasi ialah SIDRA. Kepanjangan dari SIDRA ialah Signalized and unsignalised Intersection Design Research Aid. Perangkat tersebut digunakan sebagai bantuan untuk mendesain dan mengevaluasi macammacam persimpangan sebagai berikut:

1. *Signalized intersection*/persimpangan bersinyal;
2. *Roundabout*/persimpangan yang berputar (bundaran);
3. *Two way stop sign control*;
4. *All way stop sign control* dan;
5. *Give way sign control*.

Perangkat lunak selanjutnya ialah SATURN yang kepanjangan dari Simulation and Assignment of Traffic on Urban Road Network) adalah suatu perangkat lunak komputer yang dikembangkan oleh Institute of Transport Studies, University of Leeds. Program ini mempunyai empat fungsi dasar, yaitu:

1. Sebagai suatu kombinasi model simulasi dan pembebanan lalu lintas untuk keperluan analisis perencanaan manajemen lalu lintas yang meliputi jaringan yang relatif lokal (pada umumnya sampai dengan 100 atau 200 simpul);
2. Sebagai suatu model pembebanan untuk analisis pada jaringan jalan yang lebih besar (misalnya sampai 3000 ruas);
3. Sebagai suatu model simulasi untuk suatu persimpangan;
4. Sebagai suatu basis data jaringan dan sistem analisis.

SATURN dapat berfungsi juga baik sebagai model pembebanan maupun model simulasi simpang murni. SATURN juga dilengkapi dengan standar model pembebanan lainnya, seperti biaya keseluruhan (*Generalized Cost*), *All or Nothing*, Keseimbangan *Wardrop*, Pembebanan *Multi Rute Burrel* (SUE), dan lain-lain.

Kepanjangan dari EMME/2 yaitu *Equilibre Multtimodal, Multtimodal Equilibrium* merupakan alat untuk meramalkan perjalanan sistem transportasi dengan pemodelan. EMME/2 adalah sistem perencanaan transportasi kota yang disajikan secara grafik interaktif. Kelebihan-kelebihan dari EMME/2 antara lain :

1. Merupakan sistem pendukung keputusan;
2. Mampu mengimplementasikan berbagai macam variasi dari prosedur peramalan permintaan perjalanan;
3. Merupakan alat yang dapat digunakan untuk perbandingan secara langsung dari skenario di masa mendatang yang mencerminkan perubahan pada jalan dan jaringan angkutan/perubahan karakteristik sosial ekonomi dari daerah yang dikaji.

Cube adalah program pemodelan transportasi untuk forecasting/ peramalan dan analisis sistem yang terintegrasi dalam metode pemodelan dalam teknologi grafis untuk studi sistem transportasi. Lingkungan grafis *Cube* didasarkan pada *Viper* dengan tambahan alat model aplikasi manajemen seperti *Application Manager* dan *Manajer Skenario* dan fitur GIS terkait.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) ialah peraturan yang dibuat Indonesia untuk kebutuhan perencanaan kapasitas jalan. MKJI dalam kriteria desain ditentukan oleh Derajat kejenuhan (DS). Derajat kejenuhan ialah dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas dinyatakan dalam smp/jam.

“VISSIM merupakan simulasi Mikroskopis, berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk model lalu lintas perkotaan. Program VISSIM merupakan program yang dikembangkan oleh PTV (Planung Transportasi Verkehr AG) di Karlsruhe, Jerman. Nama ini berasal dari "Verkehr Städten - SIMulationsmodell" (bahasa Jerman untuk "Lalu lintas di kota - model simulasi"). Pada penelitian ini menggunakan program VISSIM untuk analisis dan menyimpulkan hasil pemodelan yang dilakukan.

2.9. Perangkat Lunak VISSIM

Menurut (Aryandi & Munawar, 2014) dalam prosiding yang berjudul Penggunaan Software *Vissim* Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta) *Vissim* adalah software yang bisa melakukan simulasi untuk lalu lintas multi-modal mikroskopik, transportasi umum dan pejalan kaki, dikembangkan oleh PTV Planung Transport Verkehr AG di Karlsruhe, Jerman.

Vissim adalah perangkat lunak yang tersedia untuk mensimulasikan aliran-aliran lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, bus, *heavy rail*, *tram*, LRT, sepeda motor, sepeda, hingga pejalan kaki. Simulasi multi-moda menjelaskan kemampuan untuk mensimulasikan lebih dari satu jenis lalu lintas. Semua jenis ini bisa berinteraksi satu sama lain. Dalam Vissim, jenis-jenis lalu lintas yang bisa disimulasikan antara lain *vehicles* (mobil, bus, truk), *public transport* (*tram*, *bus*), *cycles* (sepeda, sepeda motor), pejalan kaki dan *rickshaw*. Vissim digunakan pada banyak kebutuhan simulasi lalu lintas dan transportasi umum, seperti skema perlambatan lalu lintas, studi tentang Light Rail/Bus Rapid transit, perkiraan penggunaan Intelligent Transport System yang sesuai, simpang bersinyal dan tidak bersinyal yang kompleks dan sebagainya. Vissim telah digunakan untuk menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah metropolitan. Dalam jaringan-jaringan transportasi berikut, Vissim mampu memodelkan semua klasifikasi fungsi jalan mulai dari jalan raya lintas untuk sepeda motor hingga jalan raya untuk mobil. Selain itu Vissim juga bisa mensimulasikan geometrik dan kondisi operasional yang unik yang terdapat dalam sistem transportasi. Data-data yang ingin dimasukkan untuk dianalisis dilakukan sesuai keinginan pengguna. Perhitungan-perhitungan keefektifan yang beragam bisa dimasukkan pada software Vissim, pada umumnya antara lain tundaan, kecepatan, antrian, waktu tempuh dan berhenti. Model *microsimulation* lalu lintas merupakan perangkat yang dapat mensimulasikan perilaku kendaraan individu dalam jaringan jalan, guna memperkirakan kemungkinan dampak perubahan pola lalu lintas yang dihasilkan

dari perubahan arus lalu lintas atau dari perubahan lingkungan fisik. Model *microsimulation* juga memiliki kemampuan untuk mensimulasikan kondisi antrian serta memberikan hasil terhadap tingkat kepadatan dan pelayanan ruas jalan. Kemampuan yang dimiliki membuat jenis model ini sangat berguna untuk menganalisa operasi lalu lintas di daerah perkotaan dan pusat kota, termasuk *interchanges, roundabouts, unsignalized and signalized intersections, signal coordinated corridors, and area networks*. (Fairuz & Arliansyah, 2016).

Secara mendasar perangkat lunak Vissim dapat melakukan simulasi pada kondisi eksisting untuk lalu lintas dan juga dapat melihat tundaan, panjang antrean, kecepatan, berhenti dan waktu tempuh yang berguna dalam melakukan rekayasa pada lalu lintas. Hal lain dari program Vissim ialah dapat melakukan suatu perencanaan transportasi yang berguna untuk mengurai lalu lintas yang terjadi di lokasi tersebut. Perangkat lunak Vissim yang kaya akan fitur seperti mensimulasikan berbagai jenis dan karakteristik dari kendaraan seperti mobil, truk, bus, tram, sepeda, sepeda motor dan menampilkan dalam bentuk animasi dengan berbagai jenis perilaku pengguna jalan yang terjadi di lokasi tersebut. Pada Vissim pula dapat dimodelkan pada suatu konsep dan konektor yang memungkinkan pengguna untuk dapat membuat model geometrik, atribut untuk pengemudi dan karakteristik kendaraan. Perangkat lunak Vissim dapat digunakan untuk mengatur berbagai masalah transportasi dan berikut macam kegunaan perangkat lunak Vissim sebagai berikut:

1. Simulasi Arterial
 - a. Mensimulasi model persimpangan;

- b. Desain waktu lampu sinyal;
 - c. Dapat menganalisis karakteristik antrean;
 - d. Membuat model jaringan jalan.
2. Simulasi Transportasi Umum
- a. Dapat membuat model detail dari kendaraan umum seperti bus, trem, *Light Rail Transit (LRT)*, *Mass Rapid Transit (MRT)*, *Bus Rapid Transit (BRT)*;
 - b. Untuk analisa peningkatan operasional pada transportasi umum.
3. Simulasi Pejalan Kaki
- a. Dapat memodelkan kawasan pedestrian di kawasan multimoda;
 - b. Merencanakan jalur evakuasi untuk keadaan tertentu.
4. Simulasi Jalan Tol
- a. Analisis dan uji kawasan kerja strategis;
 - b. Membuat simulasi untuk manajemen lalu lintas aktif dan *Intelligent Transport System (ITS)*.

2.9.1. Pemodelan Vissim

Dalam mengerjakan dan membuat simulasi di perangkat lunak PTM Vissim diperlukan data-data yang dapat mendukung dari simulasi tersebut. Dengan data tersebut akan menampilkan semua interaksi dalam satu pemodelan. PTM Vissim yang merupakan perangkat lunak dinamis menjadikan kemudahan dalam pengambilan keputusan baik di perencanaan maupun kemampuan rekayasa manajemen lalu lintas. Hal ini dikarenakan memudahkan dalam mengambil keluaran data dari program tersebut sehingga dapat melakukan *trial and error* untuk

mendapatkan nilai yang baik dalam melakukan rekayasa ataupun manajemen di lokasi yang ditinjau. Adapun untuk langkah yang digunakan dalam pemodelan sebagai berikut :

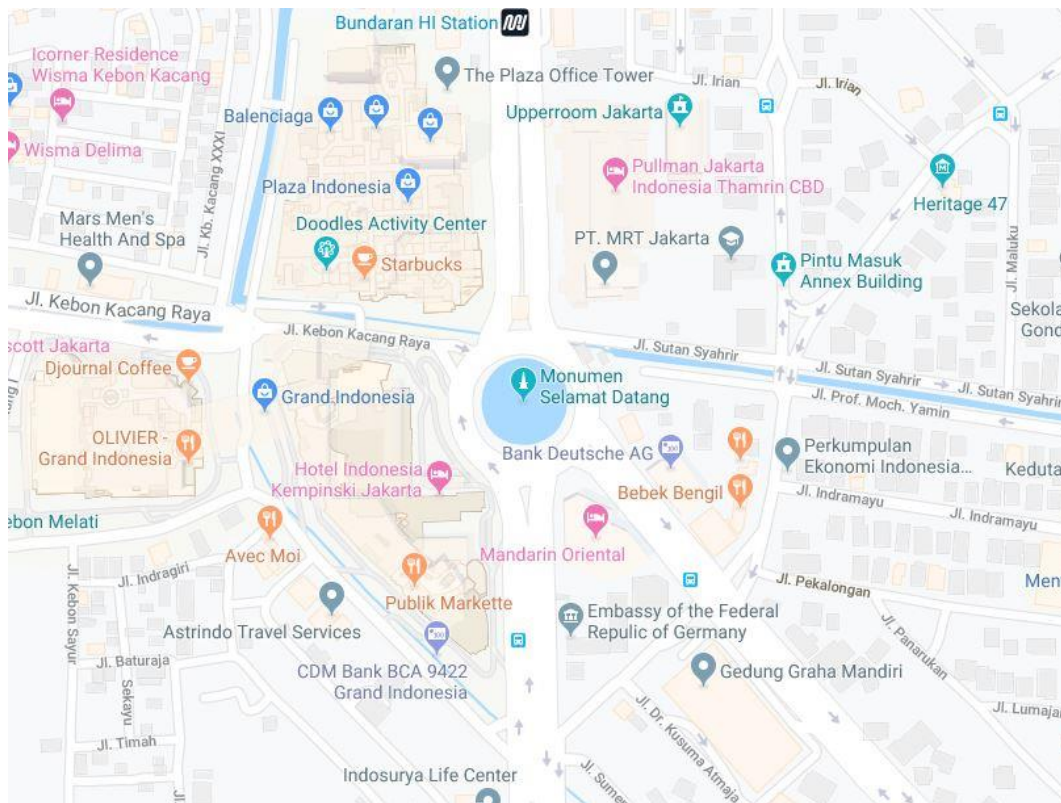
1. Menginput *background*;
2. Membuat jaringan jalan;
3. Menentukan jenis kendaraan;
4. Mengatur kecepatan;
5. Mengatur komposisi kendaraan;
6. Membuat *nodes* dan *edges*;
7. Membuat *parking lots/zone*;
8. Membuat matriks asal tujuan;
9. Memasukkan kendaraan;
10. Membuat lampu sinyal lalu lintas (APILL);
11. Menjalankan simulasi;
12. Melakukan kalibrasi dan validasi.

Pada poin di atas dilakukan untuk memaksimalkan hasil dari Vissim tersebut. Perlu dilakukan analisa pada kondisi eksisting untuk mengetahui nilai dari kinerja suatu lalu lintas. Berdasarkan pada nilai tersebut maka bisa dilakukan beberapa rekayasa dan manajemen di lokasi tersebut agar nilai lalu lintas memenuhi standar kriteria. Data tersebut penting karena untuk melihat perilaku lalu lintas yang terdapat di lokasi tersebut. Pada kondisi eksisting dilihat dan ditinjau untuk mengetahui nilai derajat kejenuhan yang umumnya sering dilihat. Jika nilai derajat kejenuhan $> 0,75$

maka diperlukan rekayasa dan/atau manajemen lalu lintas. Penjelasan untuk setiap kebutuhan memasukkan data ke program Vissim akan dijelaskan sebagai berikut.

2.9.2. Menginput *Background*

Dalam membuat *background* dapat menggunakan citra satelit baik dari google earth ataupun google maps. *Background* tersebut dalam bentuk gambar yang di ambil dari 2 aplikasi tersebut. Gambar pada peta tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan simulasi di program Vissim. Skala dalam pengambilan gambar sangat berpengaruh. Skala tersebut untuk menentukan panjang jalan yang akan digunakan dalam pemodelan di lokasi tersebut. Adapun gambar tinjauan lokasi ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 2.10. *Background* peta untuk dimasukkan ke program Vissim

2.9.3. Membuat Jaringan Jalan

Fungsi dari membuat jaringan jalan ialah untuk menggambarkan kondisi jalan eksisting baik dari kondisi geometrik maupun sambungan / *connector* untuk menuju jalan lainnya. Data tersebut dibutuhkan untuk dapat melihat penyesuaian dan juga perilaku dari geometrik tersebut untuk melihat jalan yang terdapat di lokasi masih pemenuhan kriteria atau sudah perlu penanganan khusus.

2.9.4. Menentukan Jenis Kendaraan

Jenis kendaraan untuk melihat dan menentukan jenis kendaraan serta kecepatan pada masing-masing kendaraan yang di program untuk disimulasikan di program Vissim. Dengan membuat kriteria tersebut kita dapat mendesain dimensi suatu kendaraan dan memasukkan data kecepatan pada kendaraan tersebut. Hal ini berguna untuk mengetahui pengaruh kendaraan baik dari segi kecepatan maupun dimensi kendaraannya. Untuk membuat menentukan jenis kendaraan dalam program Vissim diperlukan masukkan data yang ditampilkan sebagai berikut.

1. *2D/3D Models*;
2. *2D/3D Model Distributions*;
3. *Vehicle Types*;
4. *Vehicle Classes*.

2D/3D Models merupakan cara untuk membuat model kendaraan yang dibutuhkan. Untuk *2D/3D Model Distributions* ialah melakukan kode pada kendaraan tersebut dan diberi nama sesuai keinginan. Pada *Vehicle Types* untuk membuat pengaturan

yang akan disesuaikan kondisi di lokasi tersebut. *Vehicle Classes* yang ada di program Vissim ialah untuk menentukan dan menambah jenis kendaraan sesuai keinginan dan kemudian kelas kendaraan disesuaikan dengan tipe kendaraan.

2.9.5. Mengatur Kecepatan

Untuk mengatur kecepatan kendaraan yang ada di eksisting untuk keseluruhan kendaraan yang melewati lokasi tersebut. Untuk memasukkan kecepatan tersebut diperlukan dengan kondisi kecepatan tertinggi sampai kecepatan terendah. Hal ini agar dapat melihat apakah kecepatan tertinggi dan terendah dapat mempengaruhi kepadatan serta kejenuhan pada lalu lintas di lokasi tersebut.

2.9.6. Mengatur Komposisi Kendaraan

Untuk komposisi kendaraan dapat diatur berdasarkan asal tujuan atau daerah dimana kendaraan yang akan keluar sehingga dapat mempengaruhi komposisi dari kendaraan sejumlah dengan asalnya. Jumlah kendaraan didapat berdasarkan survei di lokasi sehingga menjadi akurat.

2.9.7. Membuat *Nodes* Dan *Edges*

Nodes yang ada di program Vissim diberikan pada setiap titik daerah asal dan simpang yang ditinjau. Untuk *nodes* tersebut tidak boleh memotong connector. Untuk nodes yang terdapat pada simpang digunakan untuk membaca volume arus lalu lintas yang keluar dan masuk simpang.

2.9.8. Membuat *Parking Lots/Zone*

Pada *parking lots* terdapat di menu *network object* dan dibuat diujung *link* pada setiap daerah asal tujuan pada jaringan tersebut. Untuk *parking lots* tidak boleh berada di dalam *nodes* atau memotong dari *nodes* tersebut. *Parking lots* tersebut berfungsi sebagai tempat input kendaraan dalam simulasi. *Origin parking lots*, *relative flow* diisikan dengan nilai 1, sedangkan untuk *destination parking lots*, *relative flow* diisikan dengan nilai 0.

2.9.9. Membuat Matriks Asal Tujuan

Matriks tersebut berfungsi untuk mengetahui asal dan tujuan dari suatu kendaraan tersebut. Hal ini untuk melihat dominasi daerah dari asal tujuan tersebut agar dapat dilakukan simulasi untuk memudahkan rekayasa. Dengan mengetahui asal tujuan tersebut dapat memprediksi arus perjalanan yang diperoleh untuk bangkitan pergerakan yang ada di setiap zona. Matriks asal tujuan ialah dengan menggunakan tabel untuk memudahkan pengisian dan menganalisis kondisi terpadat yang akan melintasi lokasi tersebut.

2.9.10. Memasukkan Kendaraan

Tipe kendaraan yang dimasukkan didasarkan pada volume kendaraan dari hasil survei. Survei dilakukan untuk menghitung kendaraan yang melintas di lokasi tersebut dan dilakukan selama 9 jam. Untuk 9 jam tersebut didapat dari 3 waktu dengan 1 hari yang sama. Waktu pengambilan volume kendaraan tersebut dilakukan pada pagi hari, siang hari dan malam hari. Volume tersebut dimasukkan

kedalam program Vissim. Jumlah kendaraan dimasukkan di setiap jaringan jalan yang ditinjau.

2.9.11. Membuat Lampu Sinyal Lalu Lintas (APILL)

Lampu sinyal lalu lintas di kondisi eksisting dilakukan simulasi di program Vissim untuk meninjau kondisi di lokasi. Hasil dari kondisi eksisting tersebut dilihat dari derajat kejenuhan untuk mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas. Berdasarkan hasil simulasi eksisting dapat dibuat perubahan dan simulasi lebih lanjut akibat dari perubahan dari waktu sinyal lalu lintas tersebut. Dari perubahan ini dapat dilihat dan dibuat rekayasa untuk meninjau agar nilai derajat kejenuhan dapat memenuhi kriteria yang ditetapkan.

2.9.12. Menjalankan Simulasi

Setelah memasukkan data ke program Vissim maka diperlukan simulasi untuk melihat perilaku dari kendaraan yang telah dimasukkan. Pada simulasi dapat dilakukan secara 2D maupun 3D. Dari animasi tersebut dapat digambarkan kondisi di eksisting dan juga setelah dilakukan rekayasa manajemen lalu lintas.

2.9.13. Melakukan Kalibrasi Dan Validasi

Kalibrasi dan validasi ini dilakukan untuk memastikan nilai regresi memenuhi kriteria. Nilai yang berpengaruh untuk kalibrasi dan validasi yaitu *Desired Position at Free Flow, Overtake on Same Lane, Distance Standing, Distance Driving,*

Average Standstill Distance, Additive Part of Safety Distance, Multiplicative Part of Safety Distance.

2.9.14. Hasil Running Vissim

Hasil data yang dimasukkan ke program Vissim di dapat variabel hasil *running* yaitu *acceleration, vehicles, speed, delay, travel times, queue, density*. Dalam proses hasil *running* untuk *acceleration, vehicles* dan *speed* di Vissim dibutuhkan titik posisi data untuk *collection point* pada jaringan jalan yang ditinjau. Untuk kebutuhan data yang telah dipilih selanjutnya dilakukan pengelompokan data untuk menganalisis dan memberikan keluaran dari program Vissim tersebut. Pada hasil *running* yang berupa *delay* dan *travel times* untuk kondisi awal setelah *running* diminta untuk menentukan posisi dan jarak *vehicle travel times* pada jaringan jalan tersebut. Untuk mengetahui secara detail untuk *delay* tersebut maka dilakukan pengelompokan di *vehicle travel times* di *delay measurements* dengan mencentang variabel di *data collections*. Untuk kondisi *travel times* maka mencentang di *vehicle travel times* di menu *configuration* di program Vissim. *Quene* dan *density* ialah antrean dan kepadatan kendaraan yang akan melintasi suatu titik yang ditinjau. Untuk *Queue* di program Vissim dapat ditentukan pada jaringan jalan yang ditinjau. *Density* pada program Vissim dapat dilakukan dengan memberi centang pada variabel *link segments* untuk memudahkan keluaran dari program vissim tersebut.

2.10. Rujukan Peraturan

Pada peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015 tentang pedoman pelaksanaan kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas terdapat aturan mengenai tingkat pelayanan. Pada peraturan tersebut menjelaskan untuk tingkat pelayanan pada persimpangan. Adapun untuk klasifikasi pada tingkat pelayanan, meliputi:

1. Tingkat pelayanan pada ruas;
2. Tingkat pelayanan pada persimpangan.

- a. Tingkat Pelayanan Pada Ruas.

Tingkat pelayanan pada ruas jalan diklasifikasikan atas:

- 1) Tingkat pelayanan A, dengan kondisi:
 - a) Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan sekurang-kurangnya 80 (delapan puluh) kilometer per jam;
 - b) Kepadatan lalu lintas sangat rendah;
 - c) Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkannya tanpa atau dengan sedikit tundaan.
- 2) Tingkat pelayanan B, dengan kondisi:
 - a) Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan sekurang- sekurangnya 70 (tujuh puluh) kilometer per jam;
 - b) Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan;
 - c) Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.
- 3) Tingkat pelayanan C, dengan kondisi:

- a) Arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dengan kecepatan sekurang-sekurangnya 60 (enam puluh) kilometer per jam;
 - b) Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat;
 - c) Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
- 4) Tingkat pelayanan D, dengan kondisi:
- a) Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan sekurang-sekurangnya 50 (lima puluh) kilometer per jam;
 - b) Masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus;
 - c) Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar;
 - d) Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.
- 5) Tingkat pelayanan E, dengan kondisi:
- a) Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sekurang-kurangnya 30 (tiga puluh) kilometer per jam pada jalan antar kota dan sekurang-kurangnya 10 (sepuluh) kilometer per jam pada jalan perkotaan;

- b) Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi;
 - c) Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.
- 6) Tingkat pelayanan F, dengan kondisi:
- a) Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan kurang dari 30 (tiga puluh) kilometer perjam;
 - b) Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama;
 - c) Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0 (nol).

Tingkat pelayanan pada persimpangan diklasifikasikan atas:

- 1) Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik perkendaraan;
- 2) Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan;
- 3) Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan antara lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan;
- 4) Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan;
- 5) Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik perkendaraan;

- 6) Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik perkendaraan.

2.11. Telaah Hasil Penelitian

1. Menurut (Said, Mayuni, & Sulandari, 2016) dengan judul Kinerja Bundaran Bersinyal Digulis Kota Pontianak menyatakan bahwa Salah satu dampak dari hal-hal tersebut adalah pada persimpangan-persimpangan, baik persimpangan tanpa lampu lalu lintas, persimpangan dengan lampu lalu lintas, atau bundaran. Beberapa pertemuan ruas dengan volume tinggi, yang diatur dengan bundaran, akhirnya memerlukan penanganan lebih lanjut untuk mengatur atau mengurangi jumlah kendaraan yang masuk dalam area jalur lingkaran dengan cara memasang lampu sinyal. Berdasarkan data dan analisis untuk bundaran bersinyal Digulis terdapat 2 nilai derajat kejenuhan yang tinggi yaitu 0,933 dan 0,841. Sehingga panjang antrian di bundaran yaitu 148 m dan 128 m. Dapat disimpulkan bahwa kinerja bundaran Digulis diperlukan kajian ulang untuk dapat mengurai kemacetan sehingga lalu lintas lebih terurai dan derajat kejenuhan dapat menurun.
2. Menurut (Priyatmoko et al., 2018) dengan judul Analisis Dan Evaluasi Kinerja Bundaran Tugu Jam Di Kota Sintang terdapat masalah yaitu di persimpangan empat lengan Jalan Lintas Melawi, Jalan MT Haryono Sungai Durian, Jalan Lintas Kapuas dan Jalan Lintas Kalimantan Poros Tengah pada saat ini di atur dengan bundaran. Batasan pada penelitian tersebut salah satunya perhitungan rencana menggunakan data hasil proyeksi 5 tahun yang akan mendatang.

Kondisi pada kondisi eksisting terdapat derajat kejenuhan sebesar 0,965 dengan nilai tundaan rata-rata 14,70 det/smp. Hal ini dikarenakan bundaran di tugu jam kota sintang tidak sesuai dengan MKJI 1997. Setelah dilakukan simulasi dengan menyesuaikan dengan MKJI serta diproyeksikan sampai 5 tahun mendatang maka didapat DS sebesar 0,582 dengan tundaan rata-rata 9,20 det/smp. Dapat disimpulkan bahwa setiap bundaran harus dilakukan proyeksi kedepan dengan skala 5 sampai 10 tahun serta menyesuaikan ukuran bundaran sesuai dengan peraturan yang berlaku. Diharapkan dengan adanya proyeksi dapat memberikan perencanaan kelancaran lalu lintas bagi pengguna jalan.

3. Menurut (Pradana, Maddeppungeng, & Fauziah, 2015) dengan judul Perencanaan Bundaran Pada Simpang (Studi Kasus Jalan Jenderal Sudirman - Jalan Kyai H. Yasin Beji - Jalan Warnasari - Jalan Semang Raya, Cilegon) menyatakan bahwa Simpang Jalan Jenderal Sudirman – jalan Kyai H. Yasin Beji – jalan Warnasari – jalan Semang Raya adalah salah satu simpang di kota Cilegon yang memiliki permasalahan yang dimana pada jam – jam tertentu tepatnya jam puncak seperti pagi hari, siang hari dan sore hari sering terjadi masalah lalu lintas karena pada simpang ini melayani arus lalu lintas ke arah pusat Kota Cilegon, Kawasan Perindustrian, Komplek Perumahan PT. Krakatau Steel dan Damkar. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk merencanakan simpang bersinyal pada bundaran sampai 10 tahun kedepan (2014-2024). Untuk hasil penelitian berdasarkan perhitungan data kondisi simpang eksisting tidak mampu melayani lalu lintas dengan efektif dengan nilai derajat kejenuhan simpang pada pendekatan Utara DS = 0,90, Pendekat

Selatan DS = 1,11, pendekat Timur DS = 1,16, pendekat Barat DS = 1,67. Pada penelitian tersebut di buat rencana ulang yaitu dengan menyesuaikan tipe bundaran berdasarkan arus lalu lintas yang telah dihitung untuk 10 tahun mendatang. Nilai arus simpang lalu lintas yang di dapat sebesar 3037 kend/jam dan di dapat tipe jalan yang diperlukan ialah R14-22. Dengan perubahan tersebut mata nilai DS mengecil yaitu pada pendekat Utara DS = 0,16, pendekat Selatan DS = 0,70, Pendekat Timur DS = 0,61 dan Pendekat Barat DS = 0,74.

4. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Kartika, Syafaruddin, & Sumiyattinah, 2016) yang berjudul Analisis Dan Evaluasi Kinerja Bundaran SMP Negeri 1 Pontianak didapat peninjauan pada Persimpangan empat lengan Jalan Jenderal Urip Sumoharjo, Jalan HOS Cokroaminoto, Jalan Merdeka dan Jalan Johar yang pada saat ini diatur dengan bundaran. Kondisi geometrik bundaran yang sudah ada sejak beberapa tahun yang lalu dan hingga kini tidak berubah, namun seiring dengan bertambahnya penduduk yang bermukim di Kota Pontianak semakin meningkat. Untuk kondisi eksisting nilai DS sebesar 0,71 yang dimana nilai tersebut kurang dari 1. Hal ini dikarenakan jika lebih dari 1 maka volume kendaraan dikategorikan padat atau mendekati jenuh. Untuk proyeksi sampai tahun 2020 dengan tipe R-10 – 22 derajat kejenuhan yang tersedia mendekati nilai DS sebesar 0,69. Berdasarkan hal tersebut disimpulkan bahwa bundaran dilokasi tersebut sampai tahun 2020 masih dapat memenuhi kriteria.
5. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Frans, Sir, & Oematan, 2018) dengan judul Perencanaan Dan Kinerja Bundaran Berdasarkan Metode MKJI 1997 Dan *Sidra Intersection* V5.1 dilakukan di dekat Universitas Nusa Cendana,

Kota Kupang merupakan masalah yang terjadi karena volume lalu lintas yang tinggi. Hal ini karena mahasiswa bertambah di kampus tersebut menyebabkan banyaknya mahasiswa keluar masuk dari dan menuju kampus sehingga dapat menimbulkan risiko yang kompleks berupa konflik, antrean dan lainnya. Pada penelitian tersebut membandingkan antara perhitungan MKJI dengan *software Sidra Intersection V5.1*. Didapat untuk derajat kejenuhan pada tahun 2017, MKJI 1997 lebih kecil 8,82% dari SIDRA INTERSECTION, sedangkan pada tahun 2027 nilai derajat kejenuhan MKJI 1997 lebih kecil 18,03% dari *Sidra Intersection*.

6. Menurut (Sumina, 2015) pada penelitian yang berjudul Analisis Simpang Tak Bersinyal Dengan Bundaran menyatakan bahwa tinjauan penelitian dilakukan di Persimpangan Bundaran Gladak Surakarta. Hal ini untuk mengetahui besar kapasitas pada jalan di bundaran, derajat kejenuhan pada simpangannya, lamannya nilai tundaan pada bundarannya, besarnya peluang antara antrean, memprediksi kinerja simpang tersebut dalam melayani arus lalu lintas. Tinjauan penelitian ini untuk mengkaji data pada tahun 2008 – 2011. Hasil penelitian menyatakan bahwa tingkat pelayanan bundaran Geladak Surakarta baru ini juga masih layak dalam melayani arus lalu lintas pada 3 tahun mendatang (tahun 2011). Hal ini dapat menunjukkan dengan nilai derajat kejenuhan $(DS) \leq 0,75$ untuk setiap bagian jalinannya pada arus lalu lintas jam puncak tahun 2011. Solusi agar antrian dan tundaan yang terjadi pada simpang masih bisa diterima adalah dengan cara mengadakan pelebaran jalan.

7. Berdasarkan penelitian dari (Basrin, Sugiarto, & Anggraini, 2017) dengan judul Studi Tingkat Pelayanan Simpang Tujuh Ulee Kareng Dengan Merencanakan Bundaran (Roundabout) Menggunakan Pendekatan Metode Simulasi Vissim 6.00-02 menerangkan penelitian mengenai kasus yang ada di Simpang Tujuh Ulee Kareng, Kota Banda Aceh. Pada Simpang Tujuh Ulee Kareng terjadi pertemuan ruas jalan yang sangat kompleks karena terdiri dari pertemuan tujuh ruas jalan tanpa adanya pengaturan lalu lintas seperti lampu lalu lintas, bundaran, maupun rambu-rambu peringatan lainnya, sehingga rawan terjadi kecelakaan. Tujuannya ialah untuk membuat sebuah rekayasa lalu lintas terhadap Simpang Tujuh Ulee Kareng dari simpang tak bersinyal menjadi sebuah persimpangan dengan bundaran. Pada penelitian tersebut terdapat 2 model bundaran yaitu bundaran yang berdasarkan data yang didapat di lapangan dan bundaran yang di dapat berdasarkan data sekunder yang di ambil dari Dinas Cipta Karya bagian Rencana Tata bangun dan lingkungan (RTBL). Hal tersebut merupakan suatu upaya untuk memberikan suatu rekomendasi untuk mengurangi atau mencegah terjadinya konflik pada persimpangan tersebut. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa Bundaran yang direncanakan memiliki diameter dalam 20 meter dan diameter luar 42 meter. Hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan software VISSIM 6.00-22 pada Simpang Tujuh Ulee Kareng adalah kapasitas dinamis, arus bagian jalinan dan tundaan. Untuk bundaran rencana MKJI, kapasitas dinamis rata-rata sebesar 6375 kend/jam. Untuk bundaran rencana RTBL, kapasitas dinamis rata-rata sebesar 9410 kend/jam. Pada bundaran rencana

MKJI, tundaan rata-rata sebesar 2,00 detik, sedangkan RTBL 1,39 detik. Derajat Kejenuhan (DS) di dapat dari pembagian arus bagian jalinan dengan kapasitas dengan nilai DS rata-rata pada MKJI sebesar 0,40 sedangkan RTBL sebesar 0,30. Peluang Antrian pada bundaran rencana MKJI yang didapat dari pembacaan grafik MKJI adalah 6%-13,5%, sedangkan RTBL peluang antrian sebesar 3,2%-7,8%. Diketahui bahwa bundaran MKJI masih memiliki tingkat pelayanan jalan A dan bundaran RTBL juga memiliki tingkat pelayanan jalan A.

8. Penelitian yang dilakukan oleh (Fairuz & Arliansyah, 2016) dengan judul Analisis Penggunaan Bundaran Pada Simpang Lima Menggunakan Program Vissim (Studi Kasus : Simpang Lima Di Kota Palembang) bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pada simpang lima yang ada di persimpangan DPRD kota Palembang pada kondisi eksisting dengan Vissim 8.00. Tujuan selanjutnya untuk dibuat skenario bundaran dan dibandingkan dengan kondisi eksisting. Hasil dari analisis dan simulasi diperoleh kesimpulan bahwa setelah melakukan evaluasi kinerja simpang pada kondisi *existing* dan kondisi perencanaan bundaran pada simpang lima DPRD di Kota Palembang menggunakan program *vissim*, didapat nilai panjang antrian dan tundaan rata – rata di setiap lengan mengalami penurunan yang signifikan.
9. Penelitian yang dilakukan oleh (Alit Suthanaya & Nyoman Rosita, 2017) dengan judul Kajian Efektivitas Pengelolaan Simpang Dengan Underpass (Studi Kasus Simpang Tugu Ngurah Rai Di Provinsi Bali) merupakan penelitian tentang underpass di bundaran. Pada penelitian tersebut diberikan

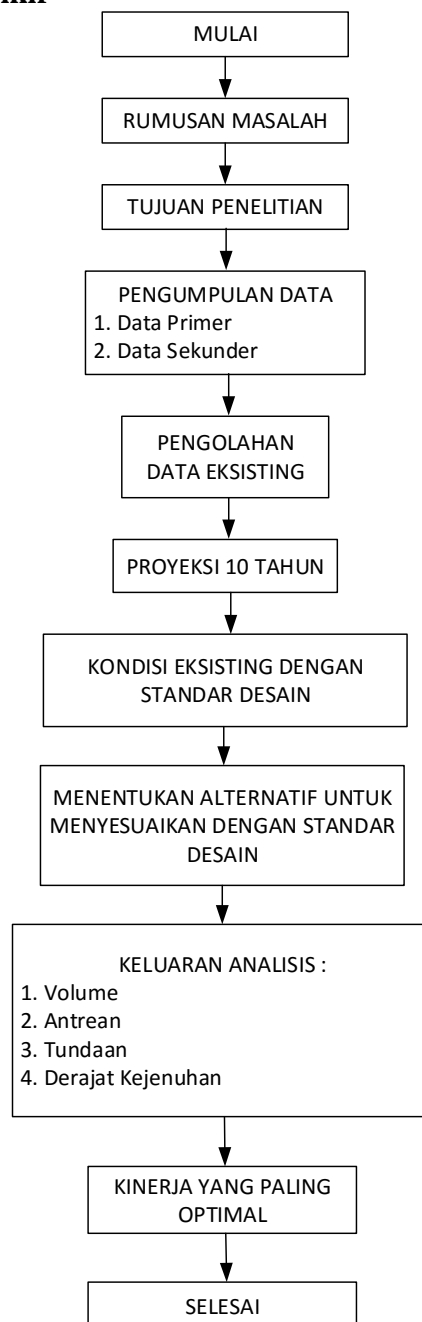
Alternatif pengendalian simpang yang akan dikaji yaitu 2 alternatif berupa pengendalian simpang Tugu Ngurah Rai dengan bundaran bersinyal atau alternatif pengendalian simpang tak sebidang dengan underpass (jalan bawah tanah). Dengan adanya underpass maka konflik utama akan dapat dihindarkan sehingga dapat menurunkan derajat kejenuhan, tundaan lalu lintas dan peluang antrian bundaran serta meningkatkan kapasitas simpang. Kinerja Simpang Tugu Ngurah Rai eksisting dengan bundaran ditandai dengan nilai derajat kejenuhan bundaran sebesar 0,652, tundaan bundaran rata-rata adalah 10,802 det/smp dan peluang antrian bundaran adalah 6% - 25%. Tingkat pelayanan Simpang Tugu Ngurah Rai Eksisting (Bundaran) berada pada tingkat pelayanan C. Simpang Tugu Ngurah Rai dengan bundaran diperkirakan akan mencapai tingkat pelayanan D pada tahun 2019 dengan nilai tundaan 26,664 det/smp. Setelah didapat perbandingan untuk kondisi alternatif desain underpass, maka pemilihan underpass yang memungkinkan ialah arah utara-selatan. Hal ini karena pada tahun 2019 lebih baik rute tersebut lebih baik dibandingkan dengan alternatif desain underpass arah timur-barat. Dengan mengambil nilai rata-rata dari faktor pertumbuhan jumlah penduduk, faktor pertumbuhan PDRB dan faktor pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor diperoleh $i=6,29\%$ sehingga Simpang Tugu Ngurah Rai dengan underpass arah utara - selatan diperkirakan akan mencapai tingkat pelayanan D pada tahun 2026 dengan nilai tundaan 20,773 det/smp.

10. Untuk penelitian yang dilakukan oleh (Saleh, Ratudima, Pudjianto, & Wicaksono, 2015) dengan judul analisis dan alternatif solusi lalu lintas di

bundaran jalan Teuku Umar Denpasar bertujuan untuk mengevaluasi kinerja bundaran Teuku Umar pada kondisi Existing. Lalu untuk memberikan suatu rekomendasi peningkatan kelancaran lalu lintas di bundaran Teuku Umar. Dari analisis tersebut juga dapat mengetahui dampak rekayasa lalu lintas terhadap ruas jalan di bundaran Teuku Umar. Pada penelitian tersebut digunakan 2 alternatif sebagai perbandingan yaitu rekayasa lalu lintas dan pembangunan *underpass*. Untuk skenario rekayasa lalu lintas Menggunakan data eksisting didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) yang kecil dibawah 0,75 tetapi nilai jalinan di AB tetap tinggi dimana nilai derajat kejenuhan jalinan sebesar 0,82 dan nilai tundaan rata – rata pada bundaran (DT) sebesar 8,07 det/ jam Dalam perekayasaan lalu lintas terjadi perpindahan volume kendaraan pada masing – masing ruas dimana pembebanan kendaraan itu membuat derajat kejenuhan (DS) pada empat jalan yaitu Jalan Teuku Umar Timur, Teuku Umar Barat, Jalan Imam Bonjol dan Jalan Diponegoro yang awal 0,43, 0,21, 0, 55 dan 0,64 meningkat menjadi 0,58, 0,24, 0,66 dan 0,80. Untuk kondisi *underpass* Pada pembangunan akan sulit tercapai kerana membutuhkan pembebasan lahan yang besar pada ruas A (Jalan Teuku Umar Timur) dan D (Jalan Teuku Umar Barat) tetapi derajat kejenuhan (DS) dibawah 0,75 dan nilai tundaan rata – rata pada bundaran (DR) turun 4,53 det/ jam. Pada penelitian tersebut terlihat bahwa untuk alternatif *underpass* menjadi solusi yang baik dibanding rekayasa lalu lintas. Adapun derajat kejenuhan rata – rata bundaran diskenario 2 pembangunan *underpass* lebih baik dari skenario 1 rekayasa lalu lintas dimana derajat kejenuhan rata – rata bundaran (DR) 4,53 det/ jam sedangkan skenario

1 rekayasa lalu lintas derajat kejenuhan rata – rata bundaran (DR) 8,07 det/ jam sehingga di rekomendasikan skenario 2 pembangunan underpass dalam mengurangi kemacetan di bundaran Teuku Umar.

2.12. Kerangka Berpikir

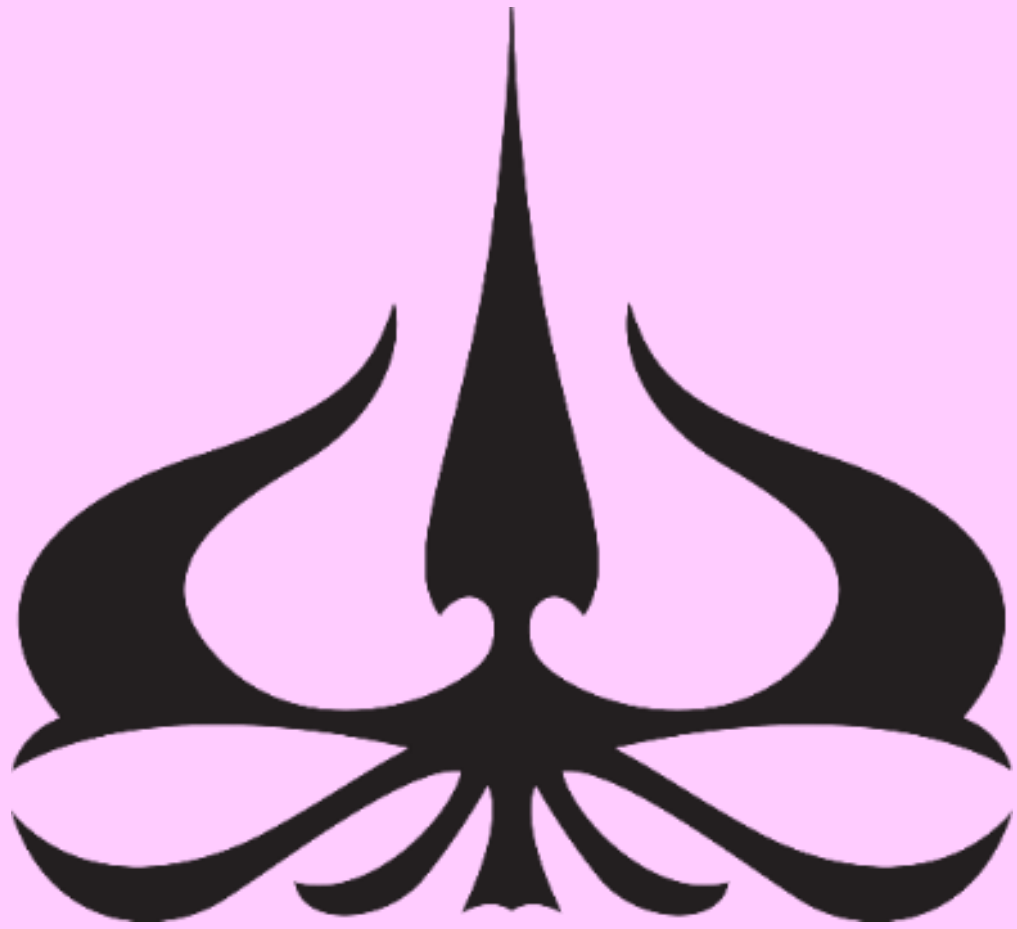


Gambar 2.11. Kerangka Berpikir

2.13. Perumusan Hipotesis

Dalam penelitian ini dibuat untuk hipotesis sebagai berikut:

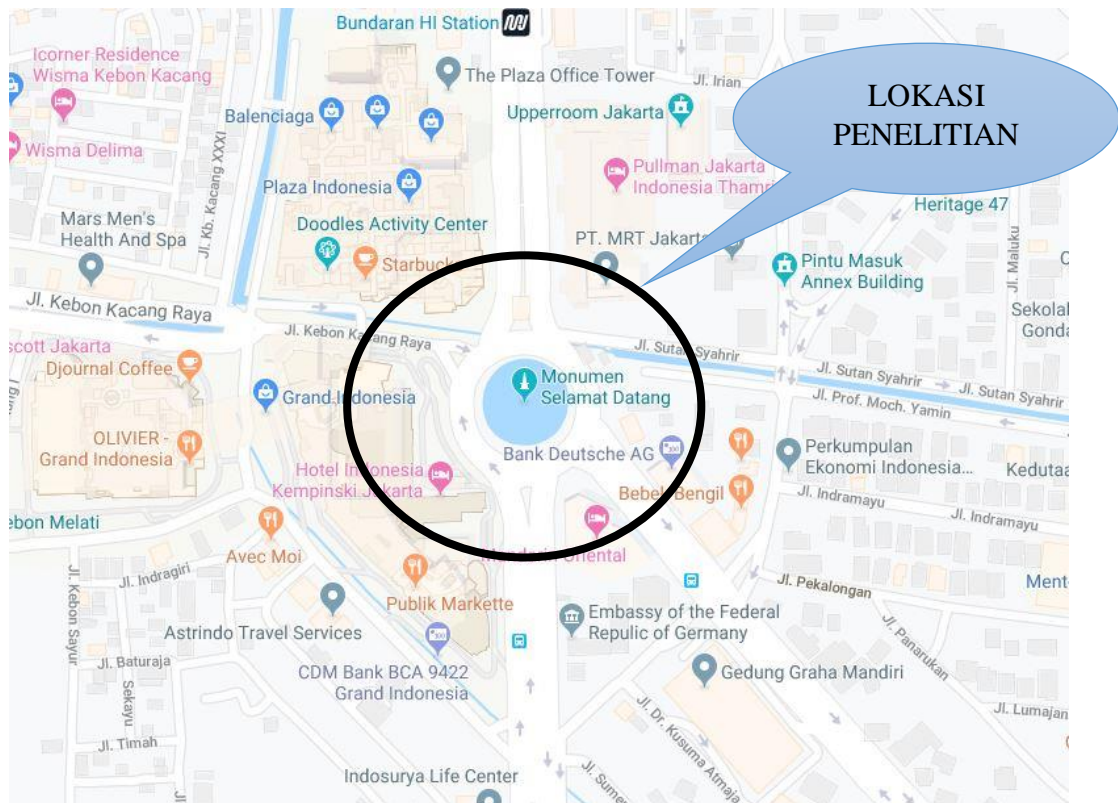
1. Kondisi eksisting pada bundaran HI pada proyeksi sampai 10 tahun kedepan menyebabkan antrean lebih panjang.
2. Rekayasa dengan pelebaran jalan di Bundaran HI dapat mereduksi panjang antrean hingga 5% dari kondisi eksisting dan proyeksi pada tahun ke-10.
3. Rekayasa dengan *underpass* dapat mereduksi panjang antrean hingga 8% dari kondisi eksisting dan proyeksi pada tahun ke-10.
4. Kinerja *underpass* lebih baik dibandingkan pelebaran jalan di sekitar bundaran HI.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Deskripsi Lokasi Penelitian



Gambar 3.1. Lokasi penelitian

Monumen selamat datang atau yang lebih di kenal sebagai Bundaran HI merupakan titik pertemuan dari 5 jalan yaitu Jl. Jend Sudirman, Jl. MH. Thamrin, Jl. Kebon Kacang, Jl. Sutan Syarir dan Jl. Imam Bonjol. Dengan banyak pertemuan tersebut maka akan terjadi konflik jalan untuk menuju tujuan masing-masing. Bundaran HI menjadi kawasan yang padat lalu lintas dikarenakan jalan tersebut terdapat perbelanjaan yang besar dan juga perkantoran, sehingga konflik di jalan tersebut

tidak terelakkan. Kepadatan semakin memuncak karena di jalan tersebut dikarenakan banyak kendaraan yang melakukan manuver bersilangan (*weaving*) di bundaran HI. Hal ini menyebabkan antrean dan juga menurunnya kecepatan kendaraan sehingga menjadikan kepadatan kendaraan yang cukup tinggi.

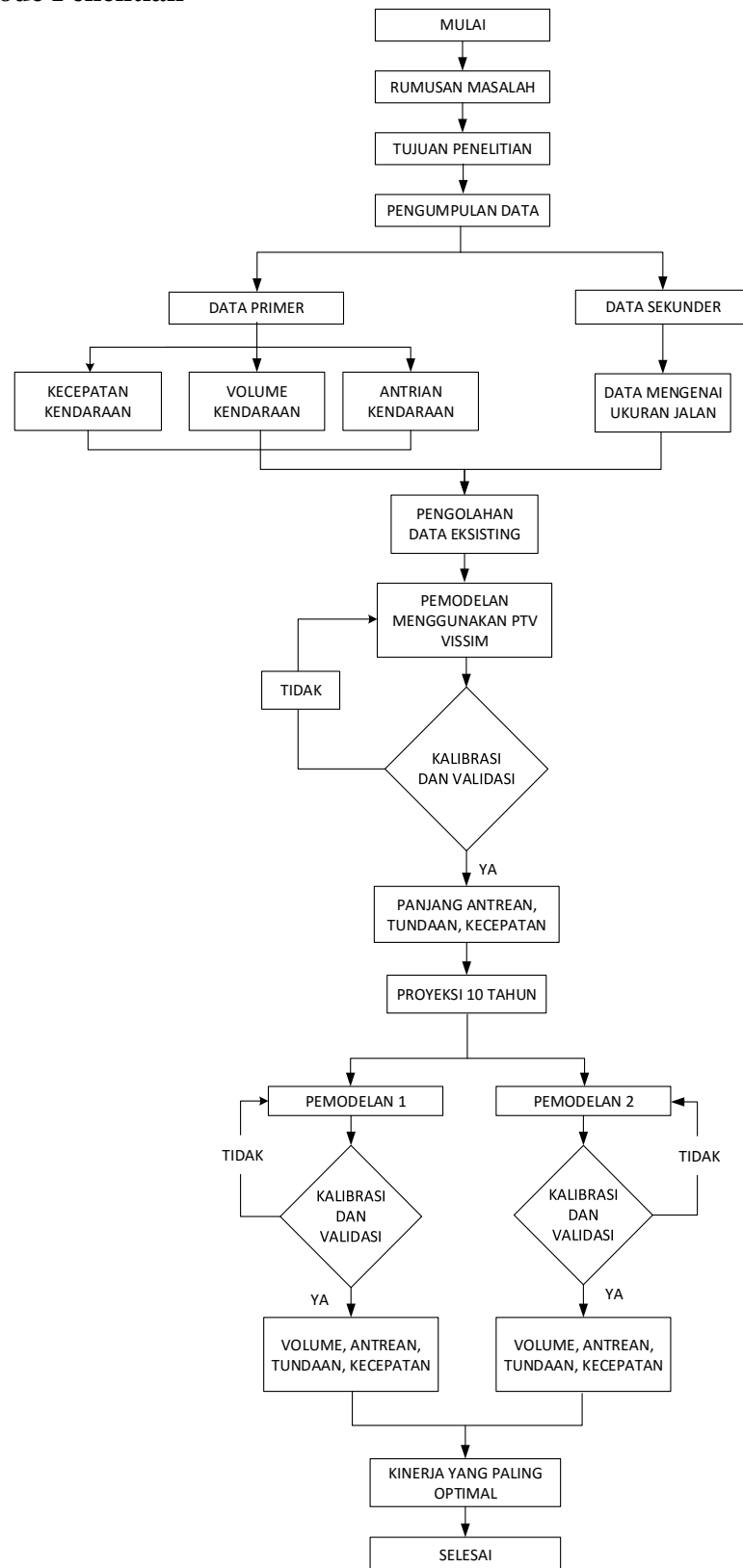
3.2. Data Penelitian

Data yang dibutuhkan terdapat data primer dan juga data sekunder. Untuk pengumpulan data primer ialah sebagai berikut :

1. Observasi lokasi penelitian;
2. Survei arus lalu lintas;
3. Survei kondisi geometrik
4. Survei lingkungan jalan
5. Survei panjang antrean.

Untuk pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk dari BPS DKI Jakarta tahun terakhir. Data volume lalu lintas yang didapat pada penelitian terdahulu untuk dapat mensimulasikan arus lalu lintas pada tahun sebelumnya.

3.3. Metode Penelitian



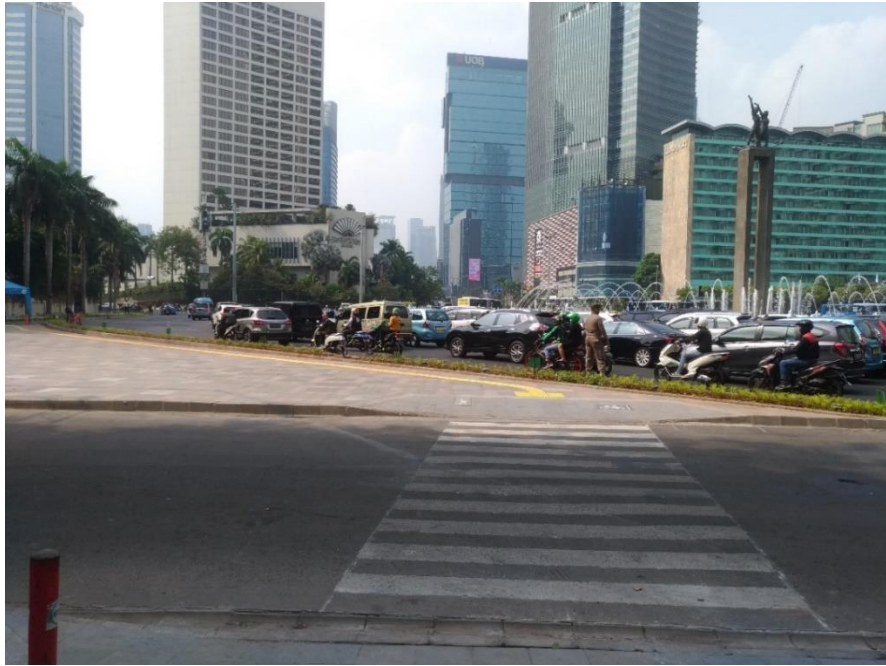
Gambar 3.2. Diagram Alir

3.4. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan dengan melakukan survei ke lapangan untuk menghitung volume kendaraan pada waktu jam sibuk. Untuk pengumpulan data pada jam sibuk tersebut ialah pada pagi hari dari pukul 07.00 – 10.00 untuk di pagi hari. Pengambilan data juga dilakukan pada siang hari yaitu dari pukul 11.00 – 14.00 di siang hari. Untuk kondisi jam sibuk di malam hari diambil pada pukul 16.00 – 19.00 untuk kondisi aktivitas pulang kerja. Observasi awal dilakukan untuk mengamati dan melakukan dokumentasi pada bundaran tersebut akibat lalu lintas di lokasi yang terdapat pada gambar 3.3 sampai gambar 3.5. Hal ini agar dapat melakukan hipotesis awal dan merencanakan rekayasa lalu lintas di lokasi tersebut.



Gambar 3.3. Kondisi di Bundaran HI

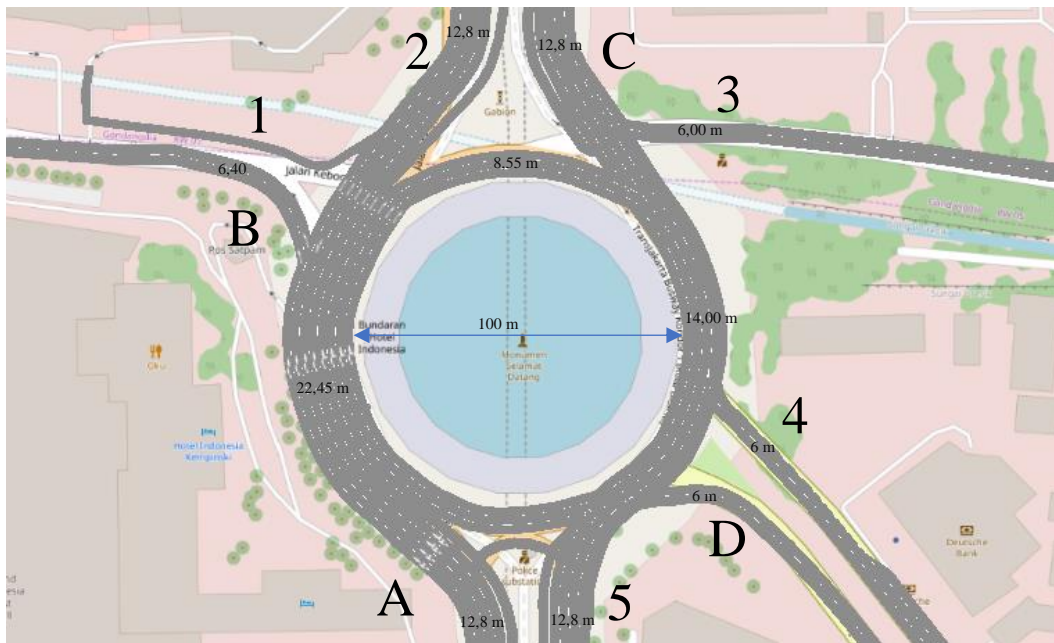


Gambar 3.4. Kepadatan di bundaran HI karena bersilangan menuju Jl. Imam Bonjol



Gambar 3.5. Kondisi Persilangan di Bundaran HI yang menuju ke Jl. Imam Bonjol

Untuk pengambilan data terdapat di 5 titik utama keluar dan masuk ke bundaran HI. Untuk data kendaraan yang diambil ditampilkan pada peta sebagai berikut.



Gambar 3.6. Kondisi Persilangan di Bundaran HI yang menuju ke Jl. Imam Bonjol

Tabel 3.1 Kode keterangan jalan yang ditinjau.

Masuk Kendaraan	
Kode	Nama Jalan Dan Tujuan
A	Jl. Sudirman ke Bundaran HI
B	Bundaran HI ke Jl. Kebon Kacang
C	Jl. Thamrin ke Bundaran HI
D	Jl. Imam Bonjol ke Bundaran HI

Keluar Kendaraan	
Kode	Nama Jalan
1	Jl. Kebon Kacang ke Jl. Thamrin
2	Bundaran HI ke Jl. Thamrin
3	Jl. Thamrin ke Jl. Sutan Syarir
4	Bundaran HI ke Jl. Imam Bonjol
5	Bundaran HI ke Jl. Sudirman

Untuk pengumpulan data pada setiap titik tersebut di survei pada waktu pagi, siang dan malam hari. Untuk data yang didapat dari hasil survei ditampilkan pada tabel berikut. Dalam proses pengambilan data dilakukan dari 07.00 – 19.00. Perhitungan

dilakukan per 15 menit. Setelah 15 menit kendaraan dicatat dan setelah itu dihitung kembali. Untuk hasil survei volume kendaraan ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 3.2 Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Sudirman ke Bundaran HI.

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
06.00 - 06.15	1204	245	25	1474
06.15 - 06.30	1253	355	22	1630
06.30 - 06.45	1281	451	29	1761
06.45 - 07.00	1355	421	31	1807
07.00 - 07.15	1556	754	40	2350
07.15 - 07.30	1424	810	43	2277
07.30 - 07.45	1119	690	32	1841
07.45 - 08.00	1215	792	43	2050
08.00 - 08.15	1049	755	51	1855
08.15 - 08.30	864	596	43	1503
08.30 - 08.45	704	551	27	1282
08.45 - 09.00	900	822	35	1757
09.00 - 09.15	672	637	26	1335
09.15 - 09.30	527	540	27	1094
09.30 - 09.45	714	411	14	1139
09.45 - 10.00	750	795	37	1582
11.00 - 11.15	60	1775	12	1847
11.15 - 11.30	683	695	10	1388
11.30 - 11.45	515	712	14	1241
11.45 - 12.00	564	869	9	1442
12.00 - 12.15	513	787	18	1318
12.15 - 12.30	535	815	12	1362
12.30 - 12.45	475	867	8	1350
12.45 - 13.00	450	805	10	1265
13.00 - 13.15	415	835	7	1257
13.15 - 13.30	381	392	15	788
13.30 - 13.45	416	505	18	939
13.45 - 14.00	430	363	13	806
16.00 - 16.15	413	382	15	810
16.15 - 16.30	410	319	10	739
16.30 - 16.45	409	322	7	738

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
16.45 - 17.00	461	378	15	854
17.00 - 17.15	488	315	11	814
17.15 - 17.30	411	281	6	698
17.30 - 17.45	617	314	9	940
17.45 - 18.00	551	372	15	938
18.00 - 18.15	521	261	9	791
18.15 - 18.30	503	272	17	792
18.30 - 18.45	482	301	10	793
18.45 - 19.00	451	338	12	801
Total	27741	22900	807	51448

Sumber : Survei, 2019

Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan yang masuk dari arah Jl. Sudirman menuju bundaran HI sebanyak 51448 kendaraan dari pukul 06.00 sampai 19.00. Untuk kendaraan sepeda motor (MC) sebanyak 27741 kendaraan, kendaraan ringan (LV) 22900 kendaraan, dan juga kendaraan berat (HV) sebanyak 807 kendaraan.

Tabel 3.3 Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Kebon

Kacang.

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
07.00 - 07.15	31	7	0	38
07.15 - 07.30	76	38	0	114
07.30 - 07.45	158	51	0	209
07.45 - 08.00	263	59	0	322

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
08.00 - 08.15	251	60	0	311
08.15 - 08.30	267	45	0	312
08.30 - 08.45	227	42	0	269
08.45 - 09.00	236	57	0	293
09.00 - 09.15	235	63	0	298
09.15 - 09.30	198	51	0	249
09.30 - 09.45	168	87	0	255
09.45 - 10.00	75	54	1	130
11.00 - 11.15	190	171	0	361
11.15 - 11.30	210	182	0	392
11.30 - 11.45	243	194	1	438
11.45 - 12.00	226	222	0	448
12.00 - 12.15	298	188	0	486
12.15 - 12.30	365	161	0	526
12.30 - 12.45	184	250	0	434
12.45 - 13.00	160	205	0	365
13.00 - 13.15	189	165	0	354
13.15 - 13.30	227	219	0	446
13.30 - 13.45	304	354	0	658
13.45 - 14.00	280	252	0	532
16.00 - 16.15	148	133	0	281
16.15 - 16.30	159	147	0	306
16.30 - 16.45	163	159	0	322
16.45 - 17.00	224	162	0	386
17.00 - 17.15	239	136	0	375
17.15 - 17.30	200	91	0	291
17.30 - 17.45	192	125	0	317
17.45 - 18.00	222	92	0	314
18.00 - 18.15	148	122	0	270
18.15 - 18.30	190	171	0	361
18.30 - 18.45	278	155	0	433
18.45 - 19.00	280	143	0	423
Total	7504	4813	2	12319

Sumber : Survei, 2019

Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan yang masuk dari arah Bundaran HI ke Jl. Kebon Kacang sebanyak 12319 kendaraan dari pukul 07.00 sampai 19.00. Untuk kendaraan sepeda motor (MC) sebanyak 7504 kendaraan, kendaraan ringan (LV) 4813 kendaraan, dan juga kendaraan berat (HV) sebanyak 2 kendaraan.

Tabel 3.4 Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Kebon Kacang ke Jl.

Thamrin.

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
07.00 - 07.15	45	22	0	67
07.15 - 07.30	34	24	0	58
07.30 - 07.45	43	36	0	79
07.45 - 08.00	51	32	0	83
08.00 - 08.15	34	25	0	59
08.15 - 08.30	24	22	0	46
08.30 - 08.45	23	32	0	55
08.45 - 09.00	22	29	0	51
09.00 - 09.15	13	25	0	38
09.15 - 09.30	24	23	0	47
09.30 - 09.45	33	21	0	54
09.45 - 10.00	22	14	0	36
11.00 - 11.15	13	13	0	26
11.15 - 11.30	13	18	0	31
11.30 - 11.45	24	25	0	49
11.45 - 12.00	63	27	0	90
12.00 - 12.15	23	25	0	48
12.15 - 12.30	15	23	0	38
12.30 - 12.45	23	24	0	47
12.45 - 13.00	65	33	0	98
13.00 - 13.15	55	25	0	80
13.15 - 13.30	43	32	0	75
13.30 - 13.45	25	24	0	49
13.45 - 14.00	24	28	0	52

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
16.00 - 16.15	23	23	0	46
16.15 - 16.30	65	35	0	100
16.30 - 16.45	33	34	0	67
16.45 - 17.00	25	24	0	49
17.00 - 17.15	27	23	0	50
17.15 - 17.30	39	25	0	64
17.30 - 17.45	31	24	0	55
17.45 - 18.00	24	36	0	60
18.00 - 18.15	22	35	0	57
18.15 - 18.30	36	54	0	90
18.30 - 18.45	36	23	0	59
18.45 - 19.00	24	43	0	67
Total	1139	981	0	2120

Sumber : Survei, 2019

Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan yang masuk dari arah Jl. Kebon Kacang ke Bundaran HI sebanyak 2120 kendaraan dari pukul 07.00 sampai 19.00. Untuk kendaraan sepeda motor (MC) sebanyak 1139 kendaraan, kendaraan ringan (LV) 981 kendaraan, dan tidak ada kendaraan berat (HV) yang memasuki Bundaran HI.

Tabel 3.5 Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Thamrin.

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
07.00 - 07.15	177	487	14	678
07.15 - 07.30	202	389	19	610
07.30 - 07.45	301	375	11	687

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
07.45 - 08.00	489	463	13	965
08.00 - 08.15	746	390	17	1153
08.15 - 08.30	758	412	12	1182
08.30 - 08.45	613	386	15	1014
08.45 - 09.00	567	437	13	1017
09.00 - 09.15	534	462	10	1006
09.15 - 09.30	400	377	8	785
09.30 - 09.45	456	411	14	881
09.45 - 10.00	471	346	9	826
11.00 - 11.15	423	334	13	770
11.15 - 11.30	399	365	8	772
11.30 - 11.45	358	302	7	667
11.45 - 12.00	365	324	11	700
12.00 - 12.15	307	337	6	650
12.15 - 12.30	399	433	12	844
12.30 - 12.45	357	643	12	1012
12.45 - 13.00	349	576	6	931
13.00 - 13.15	365	458	11	834
13.15 - 13.30	381	392	13	786
13.30 - 13.45	416	505	12	933
13.45 - 14.00	430	363	9	802
16.00 - 16.15	461	354	11	826
16.15 - 16.30	455	366	12	833
16.30 - 16.45	402	334	11	747
16.45 - 17.00	471	356	21	848
17.00 - 17.15	425	318	9	752
17.15 - 17.30	479	237	4	720
17.30 - 17.45	614	308	13	935
17.45 - 18.00	593	309	16	918
18.00 - 18.15	535	304	10	849
18.15 - 18.30	505	292	6	803
18.30 - 18.45	482	305	9	796
18.45 - 19.00	470	322	8	800
Total	16155	13772	405	30332

Sumber : Survei, 2019

Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan yang masuk dari arah Jl. Kebon Kacang ke Bundaran HI sebanyak 30332 kendaraan dari pukul 07.00 sampai 19.00. Untuk kendaraan sepeda motor (MC) sebanyak 16155 kendaraan, kendaraan ringan (LV) 13772 kendaraan, dan untuk kendaraan berat (HV) sebanyak 405 kendaraan.

Tabel 3.6 Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Thamrin ke Jl. Sutan Syarir.

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
07.00 - 07.15	66	34	0	100
07.15 - 07.30	77	35	0	112
07.30 - 07.45	111	39	0	150
07.45 - 08.00	127	41	1	169
08.00 - 08.15	108	37	0	145
08.15 - 08.30	116	39	1	156
08.30 - 08.45	100	37	0	137
08.45 - 09.00	0	0	0	0
09.00 - 09.15	50	32	0	82
09.15 - 09.30	74	33	1	108
09.30 - 09.45	58	48	1	107
09.45 - 10.00	0	0	0	0
11.00 - 11.15	0	0	0	0
11.15 - 11.30	0	0	0	0
11.30 - 11.45	37	28	0	65
11.45 - 12.00	54	51	1	106
12.00 - 12.15	29	26	0	55
12.15 - 12.30	45	29	0	74
12.30 - 12.45	40	26	0	66
12.45 - 13.00	44	30	0	74
13.00 - 13.15	27	23	0	50
13.15 - 13.30	42	36	0	78
13.30 - 13.45	38	29	0	67
13.45 - 14.00	31	27	0	58
16.00 - 16.15	20	24	1	45

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
16.15 - 16.30	90	36	0	126
16.30 - 16.45	114	45	0	159
16.45 - 17.00	90	46	0	136
17.00 - 17.15	100	52	1	153
17.15 - 17.30	122	42	1	165
17.30 - 17.45	127	52	0	179
17.45 - 18.00	152	43	0	195
18.00 - 18.15	93	32	0	125
18.15 - 18.30	61	39	0	100
18.30 - 18.45	77	46	1	124
18.45 - 19.00	67	30	0	97
Total	2387	1167	9	3563

Sumber : Survei, 2019

Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan yang masuk dari arah Jl. Thamrin ke Jl. Sutan Syarir sebanyak 3563 kendaraan dari pukul 07.00 sampai 19.00. Untuk kendaraan sepeda motor (MC) sebanyak 2387 kendaraan, kendaraan ringan (LV) 1167 kendaraan, dan untuk kendaraan berat (HV) sebanyak 9 kendaraan.

Tabel 3.7 Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Thamrin ke Bundaran HI.

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
07.00 - 07.15	325	220	23	568
07.15 - 07.30	258	249	29	536
07.30 - 07.45	1100	729	35	1864
07.45 - 08.00	1214	756	30	2000

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
08.00 - 08.15	1135	772	37	1944
08.15 - 08.30	715	456	42	1213
08.30 - 08.45	932	420	29	1381
08.45 - 09.00	900	435	35	1370
09.00 - 09.15	326	365	30	721
09.15 - 09.30	649	498	32	1179
09.30 - 09.45	630	557	29	1216
09.45 - 10.00	567	432	21	1020
11.00 - 11.15	234	258	12	504
11.15 - 11.30	259	354	17	630
11.30 - 11.45	494	655	14	1163
11.45 - 12.00	641	590	21	1252
12.00 - 12.15	498	743	15	1256
12.15 - 12.30	506	660	20	1186
12.30 - 12.45	487	541	13	1041
12.45 - 13.00	415	583	17	1015
13.00 - 13.15	384	601	12	997
13.15 - 13.30	401	615	15	1031
13.30 - 13.45	540	237	5	782
13.45 - 14.00	517	556	13	1086
16.00 - 16.15	554	530	29	1113
16.15 - 16.30	691	520	77	1288
16.30 - 16.45	683	516	46	1245
16.45 - 17.00	752	566	50	1368
17.00 - 17.15	796	554	37	1387
17.15 - 17.30	764	521	31	1316
17.30 - 17.45	937	647	30	1614
17.45 - 18.00	1019	656	26	1701
18.00 - 18.15	918	423	30	1371
18.15 - 18.30	1181	582	33	1796
18.30 - 18.45	1036	672	30	1738
18.45 - 19.00	1127	686	28	1841
Total	24585	19155	993	44733

Sumber : Survei, 2019

Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan yang masuk dari arah Jl. Thamrin ke Jl. Sutan Syarir sebanyak 44733 kendaraan dari pukul 07.00 sampai 19.00. Untuk kendaraan sepeda motor (MC) sebanyak 24585 kendaraan, kendaraan ringan (LV) 19155 kendaraan, dan untuk kendaraan berat (HV) sebanyak 993 kendaraan.

Tabel 3.8 Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Imam Bonjol.

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
07.00 - 07.15	600	248	5	853
07.15 - 07.30	608	263	4	875
07.30 - 07.45	623	222	2	847
07.45 - 08.00	600	186	2	788
08.00 - 08.15	748	223	6	977
08.15 - 08.30	642	274	5	921
08.30 - 08.45	489	193	5	687
08.45 - 09.00	444	210	6	660
09.00 - 09.15	774	248	7	1029
09.15 - 09.30	430	348	4	782
09.30 - 09.45	328	237	6	571
09.45 - 10.00	344	150	3	497
11.00 - 11.15	292	280	2	574
11.15 - 11.30	303	255	6	564
11.30 - 11.45	279	186	3	468
11.45 - 12.00	219	262	1	482
12.00 - 12.15	214	284	4	502
12.15 - 12.30	289	283	1	573
12.30 - 12.45	249	205	2	456
12.45 - 13.00	264	277	3	544
13.00 - 13.15	267	272	2	541
13.15 - 13.30	289	346	3	638
13.30 - 13.45	301	278	3	582

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
13.45 - 14.00	245	223	4	472
16.00 - 16.15	355	229	9	593
16.15 - 16.30	461	311	12	784
16.30 - 16.45	448	204	12	664
16.45 - 17.00	466	209	14	689
17.00 - 17.15	781	250	14	1045
17.15 - 17.30	792	366	8	1166
17.30 - 17.45	625	321	10	956
17.45 - 18.00	691	371	8	1070
18.00 - 18.15	506	217	8	731
18.15 - 18.30	596	227	13	836
18.30 - 18.45	345	230	14	589
18.45 - 19.00	321	225	7	553
Total	16228	9113	218	25559

Sumber : Survei, 2019

Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan yang masuk dari arah Bundaran HI ke Jl. Imam Bonjol sebanyak 25559 kendaraan dari pukul 07.00 sampai 19.00. Untuk kendaraan sepeda motor (MC) sebanyak 16228 kendaraan, kendaraan ringan (LV) 9133 kendaraan, dan untuk kendaraan berat (HV) sebanyak 218 kendaraan.

Tabel 3.9 Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Imam Bonjol ke Bundaran

HI.

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
07.00 - 07.15	45	78	2	125
07.15 - 07.30	34	76	2	112
07.30 - 07.45	43	62	3	108
07.45 - 08.00	51	64	4	119
08.00 - 08.15	88	41	3	132
08.15 - 08.30	134	44	2	180
08.30 - 08.45	130	63	2	195
08.45 - 09.00	106	50	3	159
09.00 - 09.15	109	47	5	161
09.15 - 09.30	108	62	2	172
09.30 - 09.45	91	58	3	152
09.45 - 10.00	94	42	2	138
11.00 - 11.15	78	48	2	128
11.15 - 11.30	89	64	3	156
11.30 - 11.45	87	57	2	146
11.45 - 12.00	92	64	2	158
12.00 - 12.15	136	73	2	211
12.15 - 12.30	135	111	3	249
12.30 - 12.45	135	161	3	299
12.45 - 13.00	104	176	2	282
13.00 - 13.15	131	101	3	235
13.15 - 13.30	146	110	2	258
13.30 - 13.45	125	130	3	258
13.45 - 14.00	144	141	2	287
16.00 - 16.15	132	71	4	207
16.15 - 16.30	122	83	2	207
16.30 - 16.45	126	76	4	206
16.45 - 17.00	150	80	5	235
17.00 - 17.15	168	90	2	260
17.15 - 17.30	143	113	2	258
17.30 - 17.45	203	108	3	314
17.45 - 18.00	217	113	2	332
18.00 - 18.15	183	115	3	301
18.15 - 18.30	183	109	5	297

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
18.30 - 18.45	190	111	4	305
18.45 - 19.00	167	117	4	288
Total	4419	3109	102	7630

Sumber : Survei, 2019

Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan yang masuk dari arah Jl. Imam Bonjol ke Bundaran HI sebanyak 7630 kendaraan dari pukul 07.00 sampai 19.00. Untuk kendaraan sepeda motor (MC) sebanyak 4419 kendaraan, kendaraan ringan (LV) 3109 kendaraan, dan untuk kendaraan berat (HV) sebanyak 102 kendaraan.

Tabel 3.10 Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl. Sudirman.

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
07.00 - 07.15	510	225	25	760
07.15 - 07.30	682	378	42	1102
07.30 - 07.45	662	441	42	1145
07.45 - 08.00	550	380	31	961
08.00 - 08.15	458	468	23	949
08.15 - 08.30	442	618	19	1079
08.30 - 08.45	425	505	19	949
08.45 - 09.00	489	466	42	997
09.00 - 09.15	413	277	19	709
09.15 - 09.30	338	416	25	779
09.30 - 09.45	338	502	17	857
09.45 - 10.00	407	569	21	997
11.00 - 11.15	359	589	17	965

Waktu	Jenis Kendaraan			Total Kend/15 Mnt
	MC	LV	HV	
11.15 - 11.30	363	533	14	910
11.30 - 11.45	388	523	15	926
11.45 - 12.00	415	556	19	990
12.00 - 12.15	467	570	18	1055
12.15 - 12.30	552	472	16	1040
12.30 - 12.45	481	421	20	922
12.45 - 13.00	422	543	19	984
13.00 - 13.15	365	458	11	834
13.15 - 13.30	559	309	23	891
13.30 - 13.45	630	357	22	1009
13.45 - 14.00	614	528	35	1177
16.00 - 16.15	667	552	50	1269
16.15 - 16.30	528	457	63	1048
16.30 - 16.45	780	494	63	1337
16.45 - 17.00	537	411	25	973
17.00 - 17.15	589	429	23	1041
17.15 - 17.30	642	370	17	1029
17.30 - 17.45	537	256	32	825
17.45 - 18.00	521	424	17	962
18.00 - 18.15	530	418	26	974
18.15 - 18.30	505	292	6	803
18.30 - 18.45	482	305	9	796
18.45 - 19.00	470	322	8	800
Total	18117	15834	893	34844

Sumber : Survei, 2019

Pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa kendaraan yang masuk dari arah Jl. Imam Bonjol ke Bundaran HI sebanyak 34844 kendaraan dari pukul 07.00 sampai 19.00. Untuk kendaraan sepeda motor (MC) sebanyak 18117 kendaraan, kendaraan ringan (LV) 15834 kendaraan, dan untuk kendaraan berat (HV) sebanyak 893 kendaraan.

3.5. Pengolahan Data

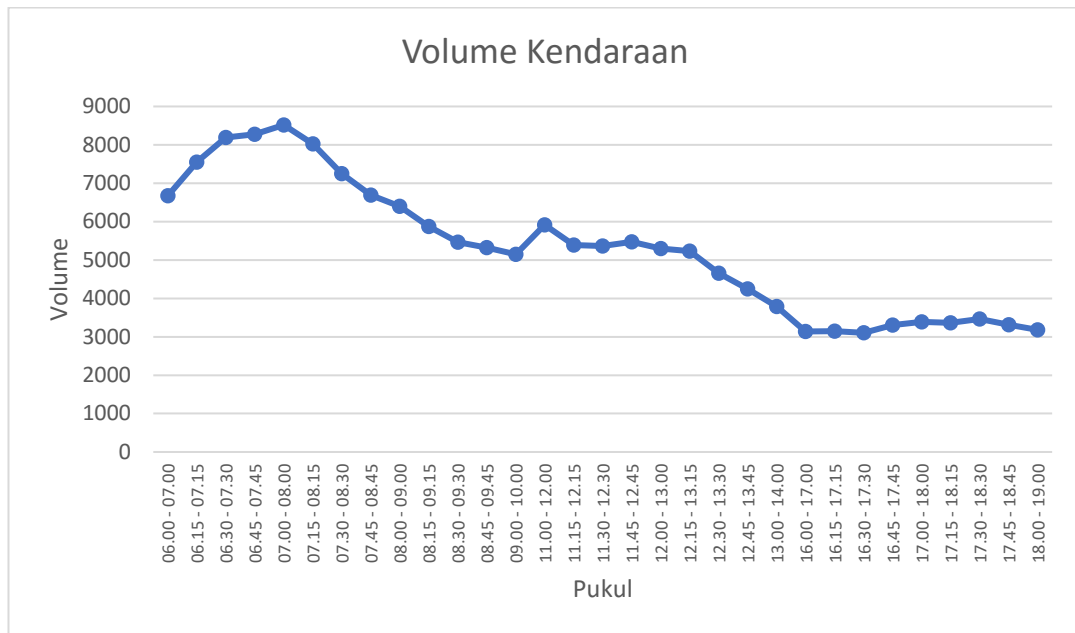
Dalam pengolahan data dilakukan untuk dapat melihat volume lalu lintas di lokasi tersebut. Pada pengolahan tersebut dapat dilihat waktu pada jam puncak pada suatu hari sehingga dapat dilakukan simulasi dan proyeksi untuk transportasi di lokasi tersebut. Pengolahan selanjutnya dimasukkan ke dalam perangkat lunak VISSIM. Hasil dari survei yang dilakukan pada pukul 07.00, 11.00 dan 16.00 selama 12 jam dilakukan kalkulasi dan penjumlahan untuk mendapatkan perhitungan perjam. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan 1 jam puncak volume kendaraan yang masuk dan keluar dari bundaran HI. Data yang dikalkulasikan juga dibuat dalam bentuk grafik untuk membaca kenaikan dan penurunan volume kendaraan yang melintasi jalur tersebut. Berikut ditampilkan untuk hasil kalkulasi dan juga grafik volume kendaraan perjam.

Tabel 3.11 Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Sudirman ke Bundaran HI.

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
1	06.00 - 07.00	6672
2	06.15 - 07.15	7548
3	06.30 - 07.30	8195
4	06.45 - 07.45	8275
5	07.00 - 08.00	8518
6	07.15 - 08.15	8023
7	07.30 - 08.30	7249
8	07.45 - 08.45	6690
9	08.00 - 09.00	6397

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
13	08.15 - 09.15	5877
14	08.30 - 09.30	5468
15	08.45 - 09.45	5325
16	09.00 - 10.00	5150
17	11.00 - 12.00	5918
18	11.15 - 12.15	5389
19	11.30 - 12.30	5363
20	11.45 - 12.45	5472
21	12.00 - 13.00	5295
25	12.15 - 13.15	5234
26	12.30 - 13.30	4660
27	12.45 - 13.45	4249
28	13.00 - 14.00	3790
29	16.00 - 17.00	3141
30	16.15 - 17.15	3145
31	16.30 - 17.30	3104
32	16.45 - 17.45	3306
33	17.00 - 18.00	3390
34	17.15 - 18.15	3367
35	17.30 - 18.30	3461
36	17.45 - 18.45	3314
37	18.00 - 19.00	3177
Total		164162

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 3.7. Grafik kumulatif survei kendaraan Dari Jl. Sudirman ke Bundaran

HI

Sumber : Analisis, 2019

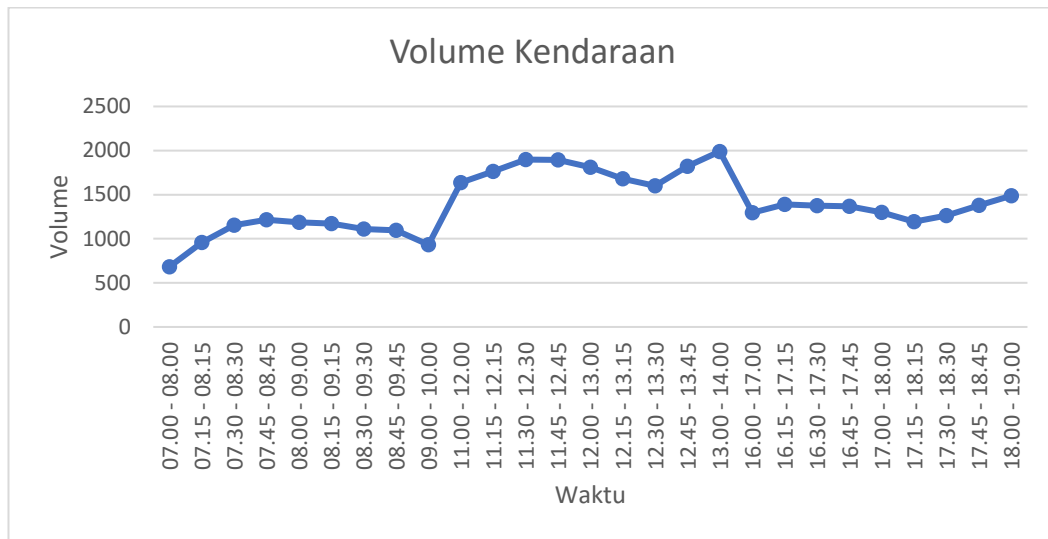
Berdasarkan pada data tersebut terlihat bahwa arus puncak pada Jl. Sudirman ke Bundaran HI berada pada pukul 07.00 – 08.00 dengan total volume kendaraan sebesar 8518 kendaraan. Pada grafik tersebut terlihat penurunan sampai pukul 11.00. Kendaraan meningkat kembali pada pukul 11.00 – 12.00 dan terus menurun.

Tabel 3.12 Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl.

Kebon Kacang.

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
1	07.00 - 08.00	683
2	07.15 - 08.15	956
3	07.30 - 08.30	1154
4	07.45 - 08.45	1214
5	08.00 - 09.00	1185
6	08.15 - 09.15	1172
7	08.30 - 09.30	1109
8	08.45 - 09.45	1095
9	09.00 - 10.00	931
13	11.00 - 12.00	1638
14	11.15 - 12.15	1763
15	11.30 - 12.30	1897
16	11.45 - 12.45	1894
17	12.00 - 13.00	1811
18	12.15 - 13.15	1679
19	12.30 - 13.30	1599
20	12.45 - 13.45	1823
21	13.00 - 14.00	1990
25	16.00 - 17.00	1295
26	16.15 - 17.15	1389
27	16.30 - 17.30	1374
28	16.45 - 17.45	1369
29	17.00 - 18.00	1297
30	17.15 - 18.15	1192
31	17.30 - 18.30	1262
32	17.45 - 18.45	1378
33	18.00 - 19.00	1487
Total		37636

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 3.8. Grafik kumulatif survei kendaraan dari Bundaran HI ke Jl. Kebon Kacang

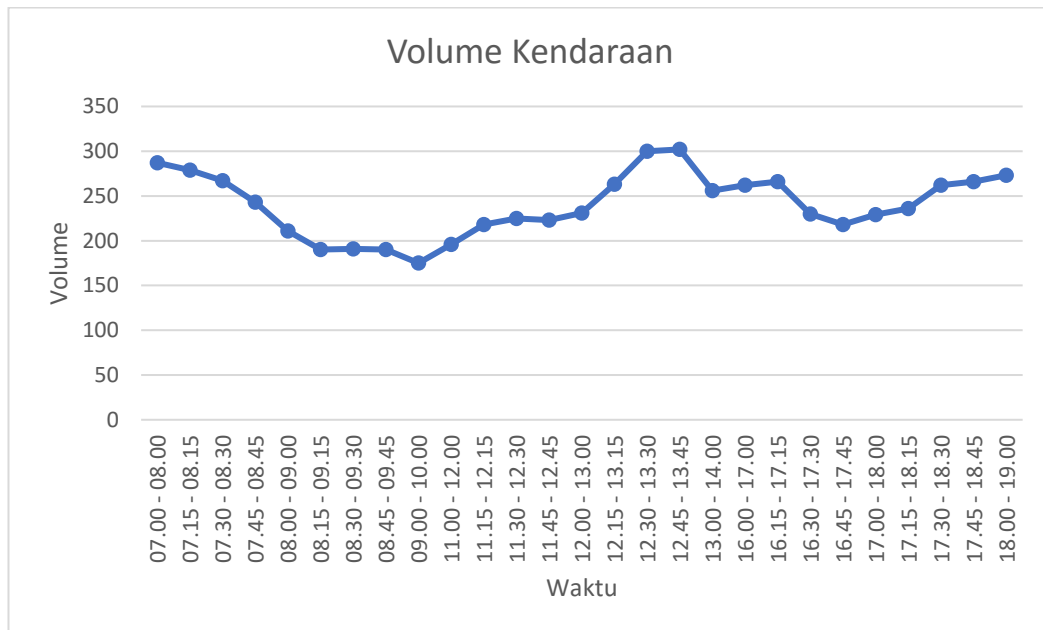
Sumber : Analisis, 2019

Berdasarkan pada data tersebut terlihat bahwa arus puncak pada Bundaran HI ke Jl. Kebon Kacang berada pada pukul 13.00 – 14.00 dengan total volume kendaraan sebesar 1990 kendaraan. Pada grafik tersebut terlihat kenaikan dan penurunan pada setiap waktu survei untuk pagi, siang dan malam. Pada kondisi pagi kenaikan tidak signifikan. Untuk kondisi menjelang siang diantara 11.00 – 14.00 terdapat kenaikan signifikan untuk volume kendaraan. Saat menuju malam kendaraan cenderung menurun.

Tabel 3.13 Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Kebon Kacang
ke Jl. Thamrin.

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
1	07.00 - 08.00	287
2	07.15 - 08.15	279
3	07.30 - 08.30	267
4	07.45 - 08.45	243
5	08.00 - 09.00	211
6	08.15 - 09.15	190
7	08.30 - 09.30	191
8	08.45 - 09.45	190
9	09.00 - 10.00	175
13	11.00 - 12.00	196
14	11.15 - 12.15	218
15	11.30 - 12.30	225
16	11.45 - 12.45	223
17	12.00 - 13.00	231
18	12.15 - 13.15	263
19	12.30 - 13.30	300
20	12.45 - 13.45	302
21	13.00 - 14.00	256
25	16.00 - 17.00	262
26	16.15 - 17.15	266
27	16.30 - 17.30	230
28	16.45 - 17.45	218
29	17.00 - 18.00	229
30	17.15 - 18.15	236
31	17.30 - 18.30	262
32	17.45 - 18.45	266
33	18.00 - 19.00	273
Total		6489

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 3.9. Grafik kumulatif survei kendaraan dari Jl. Kebon Kacang ke Jl. Thamrin

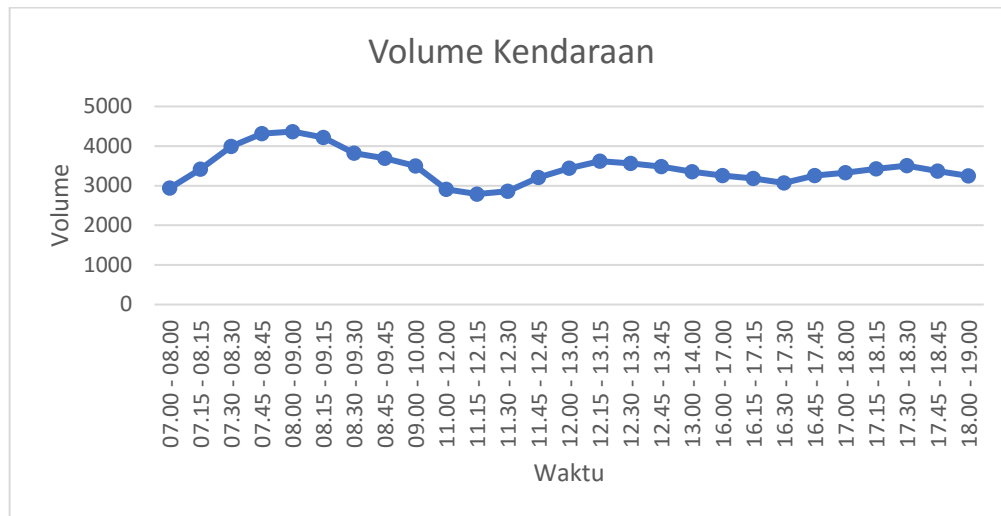
Sumber : Analisis, 2019

Berdasarkan pada data tersebut terlihat bahwa arus puncak pada Jl. Kebon Kacang ke Jl. Thamrin berada pada pukul 13.45 – 14.45 dengan total volume kendaraan sebesar 302 kendaraan. Pada grafik tersebut terlihat kenaikan dan penurunan pada setiap waktu survei untuk pagi, siang dan malam. Pada kondisi pagi kenaikan cukup tinggi dan setelah itu menurun sampai pukul 09.00 pagi. Untuk kondisi siang bisa meningkat sampai 11.45. Untuk menuju malam hari terdapat penurunan dan juga kenaikan untuk volume kendaraan.

Tabel 3.14 Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl.

Thamrin.

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
1	07.00 - 08.00	2940
2	07.15 - 08.15	3415
3	07.30 - 08.30	3987
4	07.45 - 08.45	4314
5	08.00 - 09.00	4366
6	08.15 - 09.15	4219
7	08.30 - 09.30	3822
8	08.45 - 09.45	3689
9	09.00 - 10.00	3498
13	11.00 - 12.00	2909
14	11.15 - 12.15	2789
15	11.30 - 12.30	2861
16	11.45 - 12.45	3206
17	12.00 - 13.00	3437
18	12.15 - 13.15	3621
19	12.30 - 13.30	3563
20	12.45 - 13.45	3484
21	13.00 - 14.00	3355
25	16.00 - 17.00	3254
26	16.15 - 17.15	3180
27	16.30 - 17.30	3067
28	16.45 - 17.45	3255
29	17.00 - 18.00	3325
30	17.15 - 18.15	3422
31	17.30 - 18.30	3505
32	17.45 - 18.45	3366
33	18.00 - 19.00	3248
Total		93097



Gambar 3.10. Grafik kumulatif survei kendaraan dari Bundaran HI ke Jl.

Thamrin

Sumber : Analisis, 2019

Berdasarkan pada data tersebut terlihat bahwa arus puncak pada Jl. Thamrin ke Bundaran HI berada pada pukul 08.00 – 09.00 dengan total volume kendaraan sebesar 4366 kendaraan. Pada grafik tersebut terlihat kenaikan pada kondisi di pagi hari. Untuk waktu di siang terdapat penurunan dan peningkatan tetapi tidak signifikan. Untuk kondisi malam hari lebih cenderung stabil.

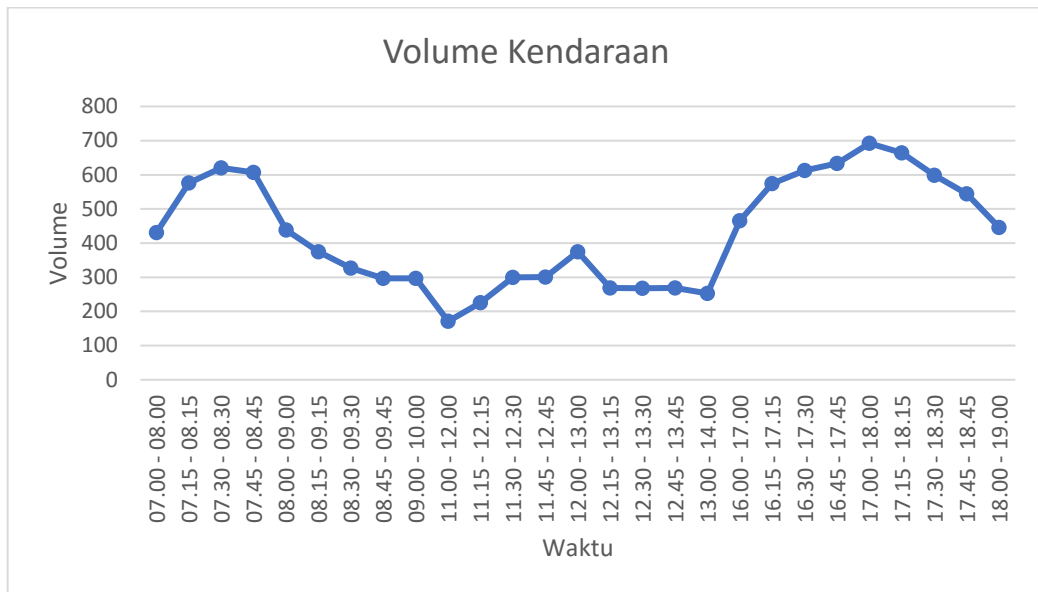
Tabel 3.15 Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Thamrin ke Jl.

Sutan Syarir.

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
1	07.00 - 08.00	431
2	07.15 - 08.15	576

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
3	07.30 - 08.30	620
4	07.45 - 08.45	607
5	08.00 - 09.00	438
6	08.15 - 09.15	375
7	08.30 - 09.30	327
8	08.45 - 09.45	297
9	09.00 - 10.00	297
13	11.00 - 12.00	171
14	11.15 - 12.15	226
15	11.30 - 12.30	300
16	11.45 - 12.45	301
17	12.00 - 13.00	375
18	12.15 - 13.15	269
19	12.30 - 13.30	268
20	12.45 - 13.45	269
21	13.00 - 14.00	253
25	16.00 - 17.00	466
26	16.15 - 17.15	574
27	16.30 - 17.30	613
28	16.45 - 17.45	633
29	17.00 - 18.00	692
30	17.15 - 18.15	664
31	17.30 - 18.30	599
32	17.45 - 18.45	544
33	18.00 - 19.00	446
Total		11631

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 3.11. Grafik kumulatif survei kendaraan dari Jl. Thamrin ke Jl. Sutan Syarir

Sumber : Analisis, 2019

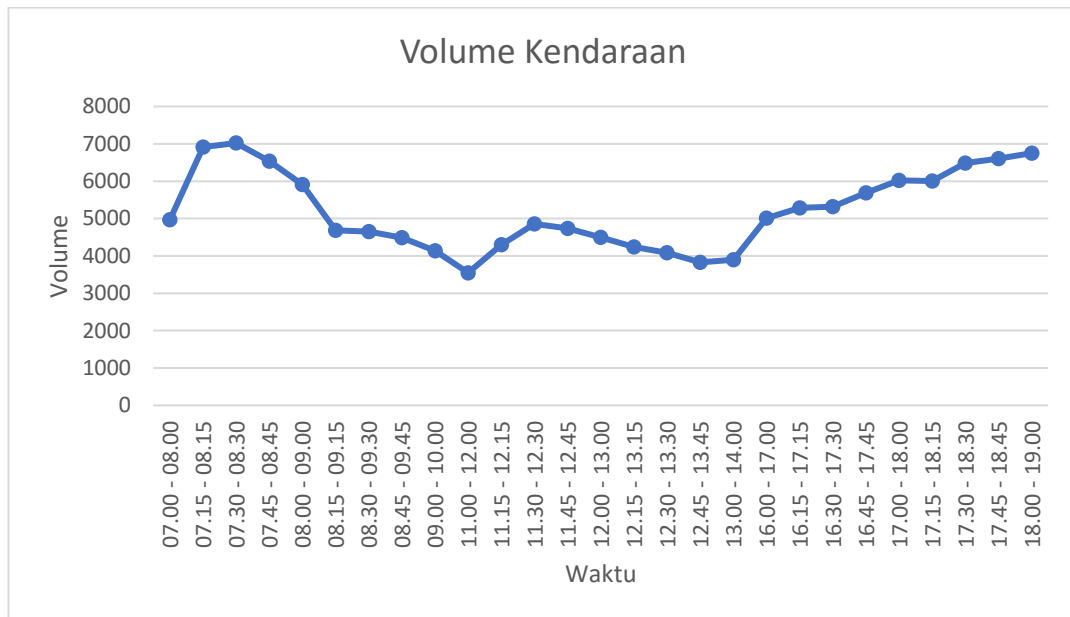
Berdasarkan pada data tersebut terlihat bahwa arus puncak pada Jl. Thamrin ke Jl. Sutan Syarir berada pada pukul 17.00 – 18.00 dengan total volume kendaraan sebesar 692 kendaraan. Pada grafik tersebut terlihat kenaikan dan penurunan yang cukup signifikan. Untuk pagi hari terdapat penurunan dari jam 08.45 sampai 12.00. Pada kondisi siang hari juga mengalami kenaikan dan penurunan volume kendaraan. Untuk sore sampai malam hari terdapat peningkatan volume secara konstan sampai pukul 18.00 dan setelah itu turun perlahan sampai pukul 19.00.

Tabel 3.16 Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Thamrin ke

Bundaran HI.

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
1	07.00 - 08.00	4968
2	07.15 - 08.15	6912
3	07.30 - 08.30	7021
4	07.45 - 08.45	6538
5	08.00 - 09.00	5908
6	08.15 - 09.15	4685
7	08.30 - 09.30	4651
8	08.45 - 09.45	4486
9	09.00 - 10.00	4136
13	11.00 - 12.00	3549
14	11.15 - 12.15	4301
15	11.30 - 12.30	4857
16	11.45 - 12.45	4735
17	12.00 - 13.00	4498
18	12.15 - 13.15	4239
19	12.30 - 13.30	4084
20	12.45 - 13.45	3825
21	13.00 - 14.00	3896
25	16.00 - 17.00	5014
26	16.15 - 17.15	5288
27	16.30 - 17.30	5316
28	16.45 - 17.45	5685
29	17.00 - 18.00	6018
30	17.15 - 18.15	6002
31	17.30 - 18.30	6482
32	17.45 - 18.45	6606
33	18.00 - 19.00	6746
Total		140446

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 3.12. Grafik kumulatif survei kendaraan dari Jl. Thamrin ke Bundaran

HI

Sumber : Analisis, 2019

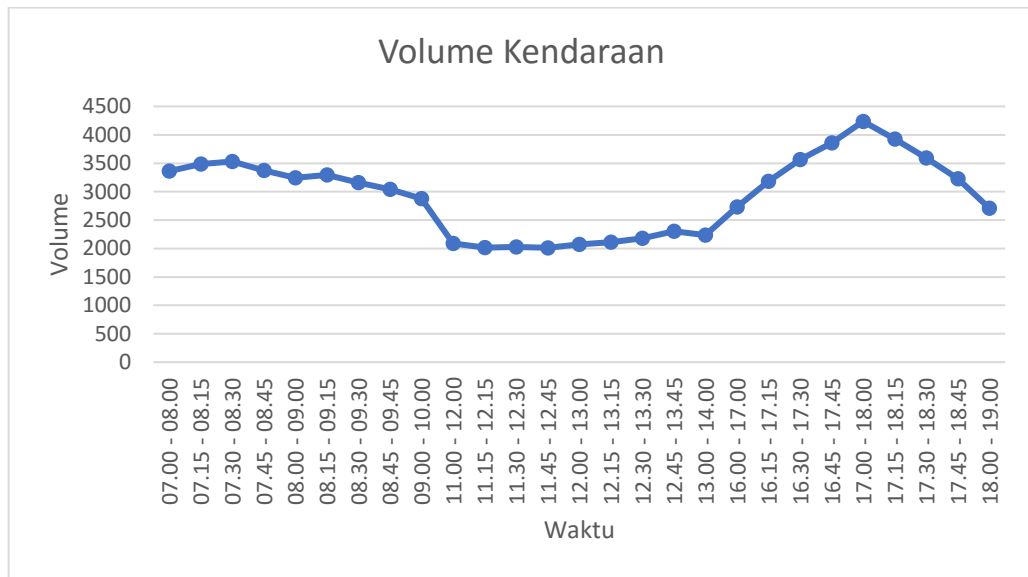
Berdasarkan pada data tersebut terlihat bahwa arus puncak pada Jl. Thamrin ke Bundaran HI berada pada pukul 07.30 – 08.30 dengan total volume kendaraan sebesar 7021 kendaraan. Pada grafik tersebut terlihat kenaikan dan penurunan yang cukup signifikan. Untuk pagi hari setelah pukul 08.30 terdapat penurunan volume kendaraan sampai pukul 12.00. Pada kondisi siang hari juga mengalami kenaikan dan penurunan volume kendaraan. Untuk sore sampai malam hari terdapat peningkatan volume secara konstan sampai pukul 18.00 dan setelah itu turun perlahan sampai pukul 19.00.

Tabel 3.17 Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl.

Imam Bonjol.

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
1	07.00 - 08.00	3363
2	07.15 - 08.15	3487
3	07.30 - 08.30	3533
4	07.45 - 08.45	3373
5	08.00 - 09.00	3245
6	08.15 - 09.15	3297
7	08.30 - 09.30	3158
8	08.45 - 09.45	3042
9	09.00 - 10.00	2879
13	11.00 - 12.00	2088
14	11.15 - 12.15	2016
15	11.30 - 12.30	2025
16	11.45 - 12.45	2013
17	12.00 - 13.00	2075
18	12.15 - 13.15	2114
19	12.30 - 13.30	2179
20	12.45 - 13.45	2305
21	13.00 - 14.00	2233
25	16.00 - 17.00	2730
26	16.15 - 17.15	3182
27	16.30 - 17.30	3564
28	16.45 - 17.45	3856
29	17.00 - 18.00	4237
30	17.15 - 18.15	3923
31	17.30 - 18.30	3593
32	17.45 - 18.45	3226
33	18.00 - 19.00	2709
Total		79445

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 3.13. Grafik kumulatif survei kendaraan dari Bundaran HI ke Jl. Imam Bonjol

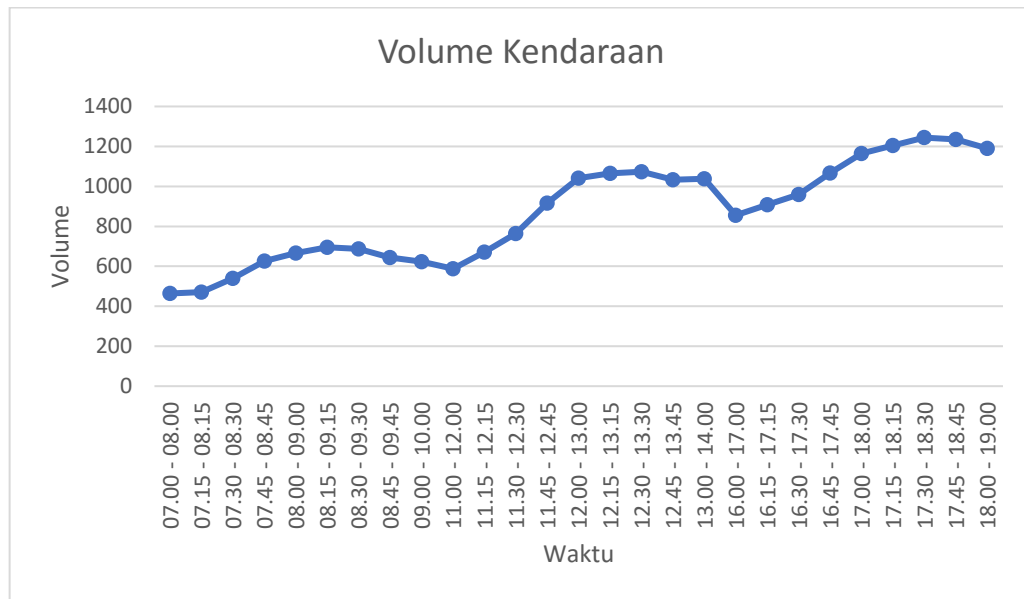
Sumber : Analisis, 2019

Berdasarkan pada data tersebut terlihat bahwa arus puncak pada Bundaran HI ke Jl. Imam Bonjol berada pada pukul 17.00 – 18.00 dengan total volume kendaraan sebesar 4237 kendaraan. Pada grafik tersebut terlihat kenaikan dan penurunan yang cukup signifikan. Untuk pagi hari mengalami penurunan volume di setiap jamnya. Pada kondisi siang hari juga mengalami penurunan volume kendaraan. Untuk sore sampai malam hari terdapat peningkatan volume secara konstan sampai pukul 18.00 dan setelah itu turun perlahan sampai pukul 19.00.

Tabel 3.18 Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Jl. Imam Bonjol ke Bundaran HI.

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
1	07.00 - 08.00	464
2	07.15 - 08.15	471
3	07.30 - 08.30	539
4	07.45 - 08.45	626
5	08.00 - 09.00	666
6	08.15 - 09.15	695
7	08.30 - 09.30	687
8	08.45 - 09.45	644
9	09.00 - 10.00	623
13	11.00 - 12.00	588
14	11.15 - 12.15	671
15	11.30 - 12.30	764
16	11.45 - 12.45	917
17	12.00 - 13.00	1041
18	12.15 - 13.15	1065
19	12.30 - 13.30	1074
20	12.45 - 13.45	1033
21	13.00 - 14.00	1038
25	16.00 - 17.00	855
26	16.15 - 17.15	908
27	16.30 - 17.30	959
28	16.45 - 17.45	1067
29	17.00 - 18.00	1164
30	17.15 - 18.15	1205
31	17.30 - 18.30	1244
32	17.45 - 18.45	1235
33	18.00 - 19.00	1191
Total		23434

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 3.14. Grafik kumulatif survei kendaraan dari Jl. Imam Bonjol ke Bundaran HI

Sumber : Analisis, 2019

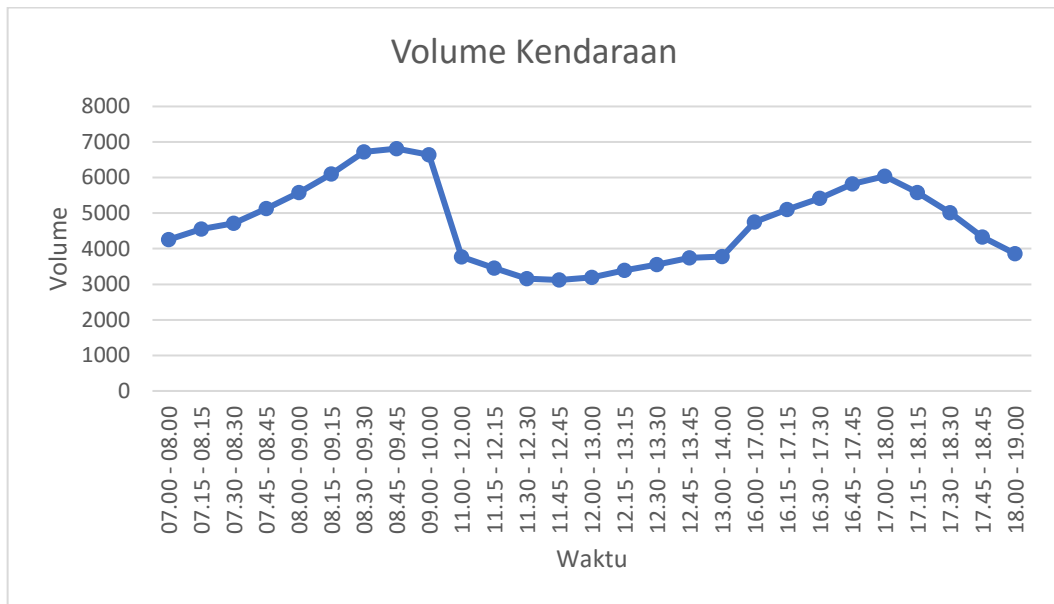
Berdasarkan pada data tersebut terlihat bahwa arus puncak pada Jl. Imam Bonjol ke Bundaran HI berada pada pukul 17.30 – 18.30 dengan total volume kendaraan sebesar 1244 kendaraan. Pada grafik tersebut terlihat kenaikan yang lebih signifikan dibandingkan dengan penurunannya. Untuk pagi hari cenderung mengalami kenaikan volume di setiap jamnya. Pada kondisi siang hari juga mengalami kenaikan volume kendaraan. Untuk sore juga mengalami penurunan volume tetapi pada jam selanjutnya mengalami kenaikan volume. Penurunan volume terjadi pada pukul 18.30 sampai 19.00 walaupun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan.

Tabel 3.19 Kalkulasi Waktu dan Volume kendaraan dari arah Bundaran HI ke Jl.

Sudirman.

No.	Waktu Kumulatif 1 jam	Total Kend/jam
1	07.00 - 08.00	4259
2	07.15 - 08.15	4557
3	07.30 - 08.30	4713
4	07.45 - 08.45	5128
5	08.00 - 09.00	5583
6	08.15 - 09.15	6104
7	08.30 - 09.30	6723
8	08.45 - 09.45	6814
9	09.00 - 10.00	6641
13	11.00 - 12.00	3772
14	11.15 - 12.15	3454
15	11.30 - 12.30	3154
16	11.45 - 12.45	3120
17	12.00 - 13.00	3190
18	12.15 - 13.15	3394
19	12.30 - 13.30	3553
20	12.45 - 13.45	3740
21	13.00 - 14.00	3778
25	16.00 - 17.00	4752
26	16.15 - 17.15	5101
27	16.30 - 17.30	5413
28	16.45 - 17.45	5818
29	17.00 - 18.00	6041
30	17.15 - 18.15	5580
31	17.30 - 18.30	5010
32	17.45 - 18.45	4330
33	18.00 - 19.00	3860
Total		127582

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 3.15. Grafik kumulatif survei kendaraan dari Bundaran HI ke Jl.

Sudirman

Sumber : Analisis, 2019

Berdasarkan pada data tersebut terlihat bahwa arus puncak pada Bundaran HI ke Jl. Sudirman berada pada pukul 08.45 – 09.45 dengan total volume kendaraan sebesar 6814 kendaraan. Pada grafik tersebut terlihat kenaikan volume kendaraan di pagi hari dan penurunannya tidak signifikan. Penurunan volume kendaraan yang signifikan terjadi antara jam 10.00 sampai jam 11.00. Kondisi untuk volume kendaraan disiang hari mengalami kenaikan walaupun tidak signifikan. Untuk sore volume kendaraan mengalami kenaikan volume tetapi pada jam 18.00 sampai 19.00 mengalami penurunan volume.

3.6. Analisis Data

Untuk menganalisis kinerja lalu lintas di bundaran HI tersebut, maka digunakan perangkat lunak VISSIM sebagai alat simulasi dan perbandingan pada kondisi eksisting dan alternatif untuk solusi pada bundaran tersebut. Metode pengumpulan data yang berupa volume kendaraan, pengukuran lebar jalan dan kondisi panjang antrean eksisting. Pengambilan data dilakukan pada keluar dan masuk bundaran. Hal ini berfungsi sebagai data yang akan dimasukkan ke dalam VISSIM dan juga perbandingan pada keluaran dari VISSIM. Keluaran dari VISSIM ialah volume, tundaan, panjang antrean, kecepatan dan juga dapat melihat simulasi di sekitar jalan tersebut dengan beberapa alternatif untuk mengurai kepadatan lalu lintas. Analisis data dilakukan untuk membandingkan kondisi eksisting dengan kondisi proyeksi sampai 10 tahun mendatang. Dengan adanya proyeksi hingga 10 tahun kedepan maka dapat menggambarkan kondisi eksisting tersebut pada simulasi lalu lintas di bundaran. Kondisi eksisting yang diproyeksikan tersebut diperlukan alternatif untuk dapat mereduksi lalu lintas di bundaran HI. Selanjutnya, dilakukan perubahan kondisi eksisting di sekitar bundaran HI sebagai alternatif untuk mengurai kepadatan di lokasi tersebut. Perbandingan ini dilakukan agar dapat memberikan informasi dan gambar mengenai beban kinerja dari bundaran tersebut. Untuk dapat menguraikan beban dari bundaran tersebut maka dibutuhkan suatu perubahan kondisi eksisting sehingga lalu lintas dapat terurai. Dengan perangkat lunak VISSIM dapat mempermudah dan memberi gambaran atas hasil rekayasa dan manajemen.

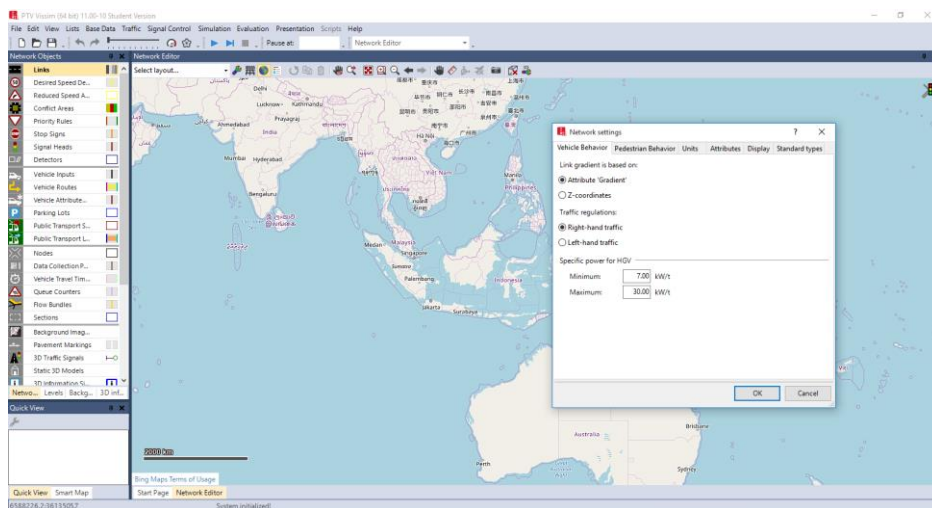
3.7. Pemodelan Pada VISSIM

Pada penelitian kinerja bundaran HI digunakan perangkat lunak VISSIM sebagai perbandingan akurasi dan juga simulasi untuk lalu lintas bundaran HI. Dengan perangkat lunak tersebut memberikan gambaran secara mudah akan kondisi lalu lintas yang akan di tinjau. Pada program ini bisa dimodelkan segala jenis konfigurasi geometrik ataupun perilaku pengguna jalan yang terjadi pada lalu lintas yang ditinjau. Pada program VISSIM dibutuhkan banyak simulasi sistem transportasi dan lalu lintas yang ditinjau. Program VISSIM dalam kegunaannya dapat menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran, jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah metropolitan. Dalam jaringan-jaringan transportasi berikut, VISSIM mampu memodelkan semua klasifikasi fungsi jalan mulai dari jalan raya lintas untuk sepeda motor hingga jalan raya untuk mobil. Jangkauan aplikasi jaringan VISSIM yang luas juga meliputi fasilitas-fasilitas transportasi umum, sepeda hingga pejalan kaki.

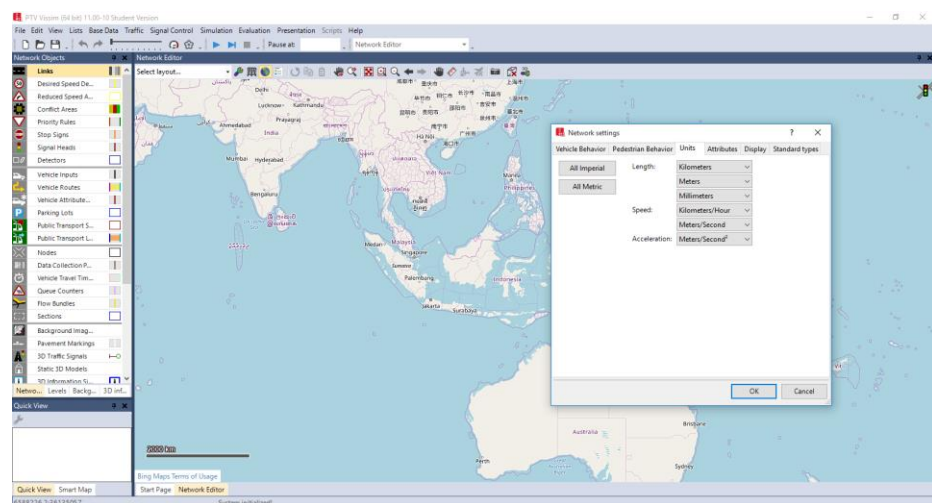
3.7.1. *Network Development*

Program lunak VISSIM merupakan alat bantu untuk membantu dalam kemudahan penggambaran dan simulasi alternatif untuk menjawab permasalahan pada kinerja lalu lintas yang ditinjau. Untuk dapat menyamakan keluarannya maka dibutuhkan data dan gambaran dasar agar keluaran dari VISSIM mendekati kondisi eksisting. Pengaturan ini merupakan dasar sebelum melakukan penggambaran kondisi eksisting. Perlunya pengaturan ini dikarenakan perilaku pengendara yang berbeda

disetiap negara khususnya di Indonesia. Untuk di Indonesia ada kondisi yang disesuaikan. Penyesuaian yang dilakukan ialah penggunaan lajur. Pada program VISSIM lajur yang distandarkan ialah sebelah kiri. Satuan yang digunakan juga harus diubah dengan meter untuk menyesuaikan dengan peraturan di Indonesia. Cara mengubah pengaturan pada *network development* dilakukan dengan memilih menu *base data* lalu pilih *network development*. Tampilan pada network setting dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 3.16. Pengaturan *network setting* untuk lajur

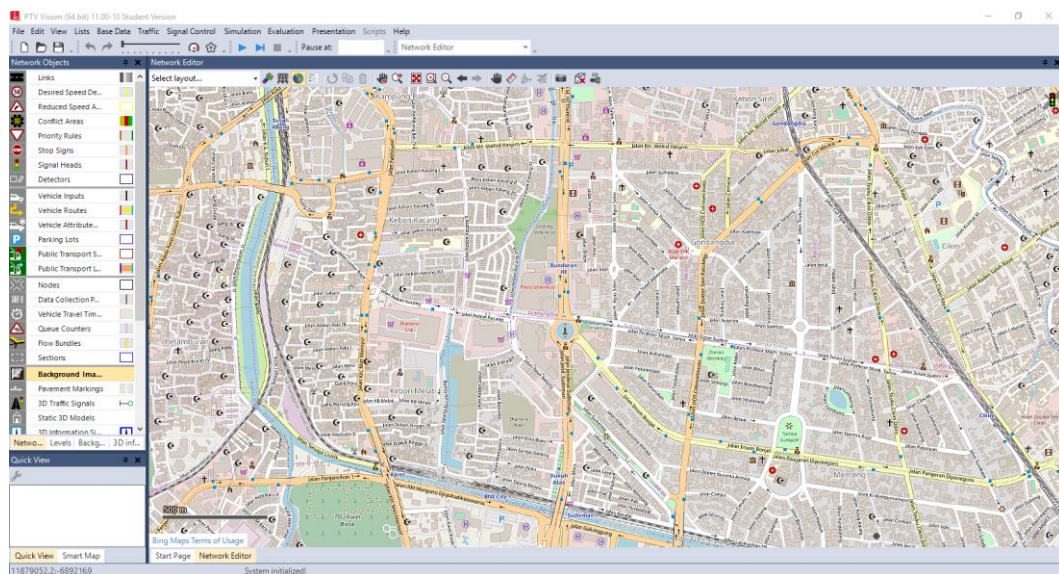


Gambar 3.17. Pengaturan *network setting* untuk perubahan satuan

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

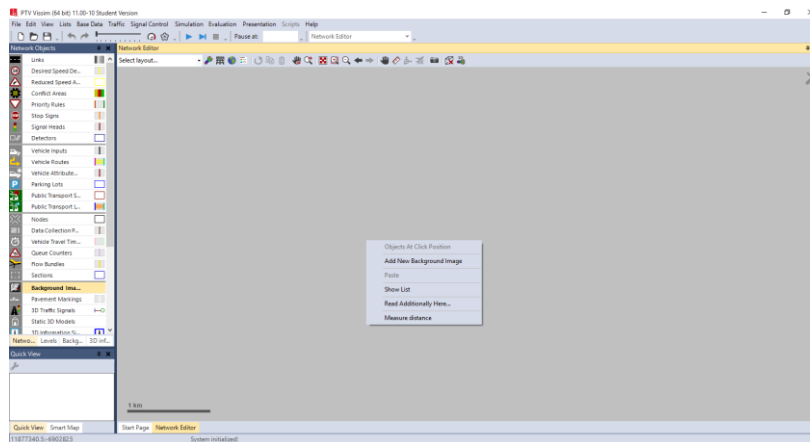
3.7.2. Memasukkan Gambar Jaringan Jalan Yang Akan dibuat

Sebelum melakukan simulasi pada program VISSIM maka diperlukan pemodelan jaringan jalan yang akan ditinjau. Fungsinya agar dapat mengimplementasikan dengan pendekatan antara kondisi eksisting dengan hasil simulasi yang akan dikeluarkan oleh VISSIM. Dalam menggambarkan kondisi eksisting bisa menggunakan 2 cara. Cara pertama ialah dengan memasukkan gambar peta yang akan ditinjau. Fungsi peta tersebut ialah untuk membuat jaringan jalan sehingga bisa dimasukkan kendaraan. Istilah memasukkan gambar dalam program VISSIM ialah *background image*. Cara kedua ialah dengan mengikuti peta yang berada di program VISSIM. Pada program VISSIM terdapat peta *default* yang dikeluarkan oleh *bing maps*. Untuk cara kedua ini membutuhkan koneksi internet dalam pemodelan jaringan jalannya. Sedangkan cara pertama tidak membutuhkan koneksi internet karena adanya gambar.



Gambar 3.18. Tampilan peta yang ada di program VISSIM

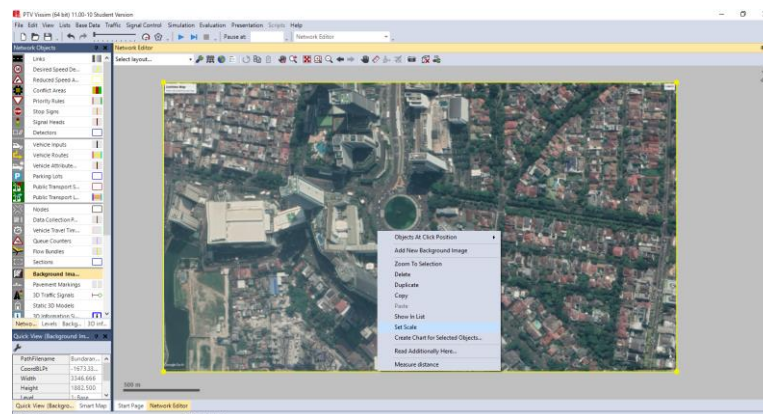
Sumber : Program VISSIM 11, 2019



Gambar 3.19. Tampilan memasukkan gambar ke VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

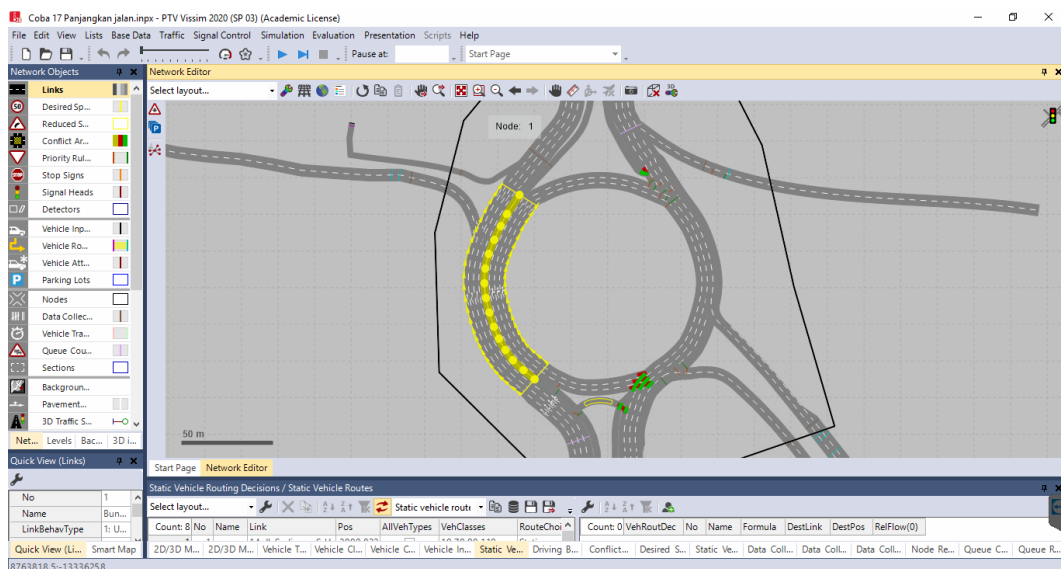
Untuk menggunakan *background input* maka dibutuhkan perbandingan skala pada gambar yang diambil. Hal ini untuk menyesuaikan dengan panjang jalan dan juga lebar jalan yang terdapat pada lokasi yang di tinjau. Untuk penyesuaian skala dilakukan dengan cara klik kanan pada gambar kemudian memilih *Set Scale*. Menentukan garis acuan kemudian menarik garis tersebut lalu memasukkan berapa panjang aslinya dan garis acuan tersebut. Berikut ini merupakan langkah *Set Scale Image* dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 3.20. Tampilan *Set Scale Image* di VISSIM

3.7.3. Membuat Jaringan Jalan Dan Sambungan

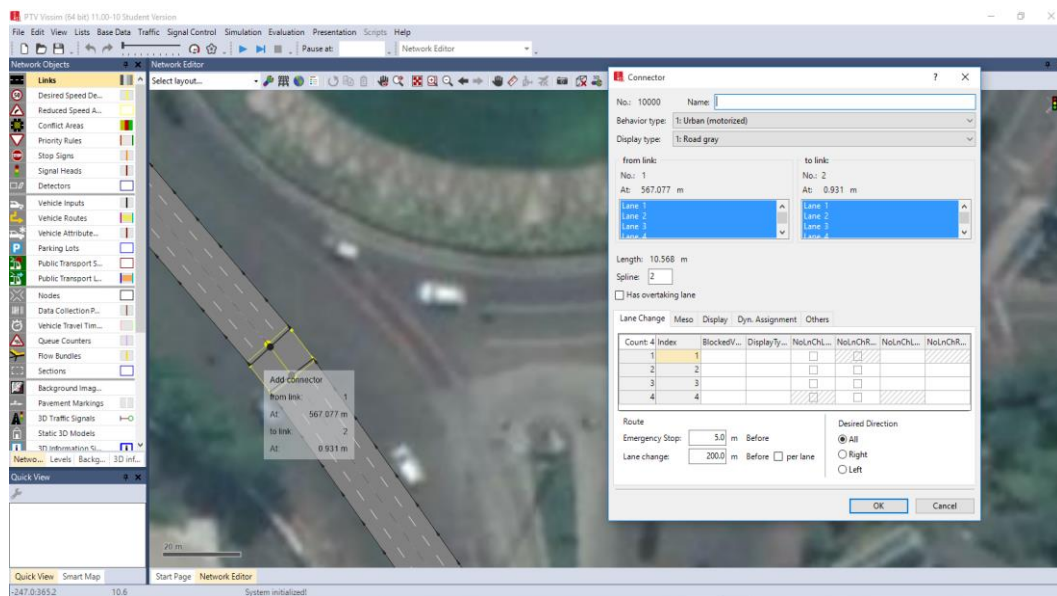
Membuat jaringan dan dimensi jalan ialah untuk menyamakan kondisi lapangan terhadap simulasi lalu lintas yang akan ditinjau. Istilah dalam pembuatan lajur dan sambungannya ialah *links* dan *connector*. Pembuatan *Links* adalah pembuatan lajur pada bundaran dan juga jalan disekitar bundaran yang akan masuk ataupun keluar dari bundaran yang diteliti. Lebar *Links* disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Pembuatan *Links* dilakukan dengan klik *Link* yang ada di program VISSIM. Selanjutnya untuk menggambarkan jalannya dengan cara tahan ctrl pada *keyboard* lalu klik kanan dan tarik sampai batas jalan yang diinginkan. Untuk dapat membuat lekukan pada jalan maka di tengah jalan tersebut tahan ctrl dan klik kanan. Setelah itu muncul titik dan pada titik tersebut dilakukan lekukan sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan. Untuk gambar bisa terlihat pada gambar berikut.



Gambar 3.21. Tampilan *Links* di VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

Setelah menyelesaikan pembuatan *link* di jalan tersebut maka dibutuhkan sambungan untuk menghubungkan jalan yang satu dengan jalan yang lainnya. Istilah yang digunakan untuk sambungan antar jalan ialah *Connector*. Dalam pembuatan *connector* dilakukan dengan cara menahan tombol ctrl pada keyboard lalu klik kanan pada asal dan arahkan pada *link* yang diinginkan. Berikut untuk langkah membuat *connector* dapat dilihat pada gambar berikut.



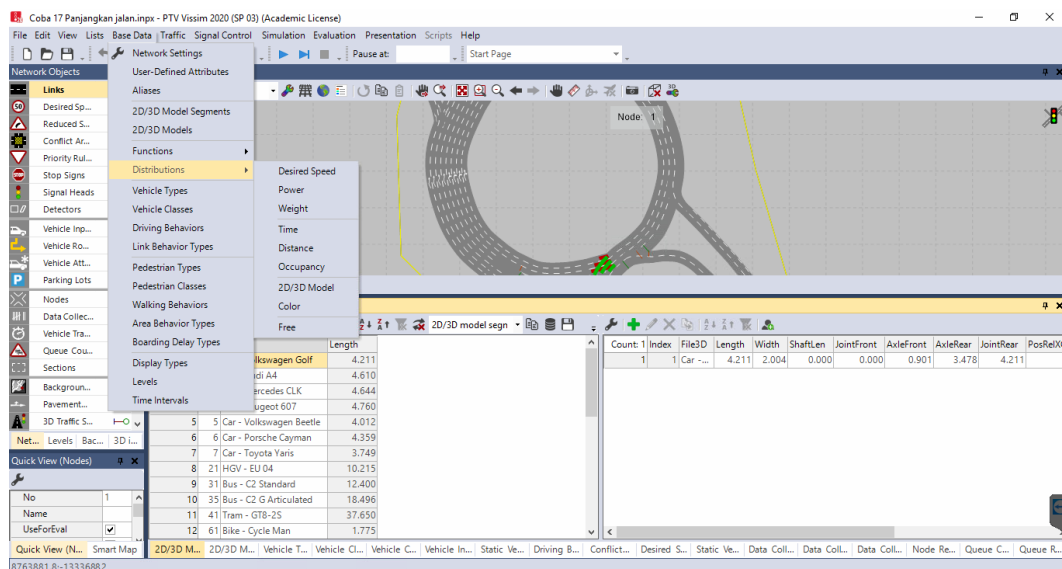
Gambar 3.22. Tampilan *Connector* di VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

3.7.4. Memasukkan Volume, Kecepatan dan Rute

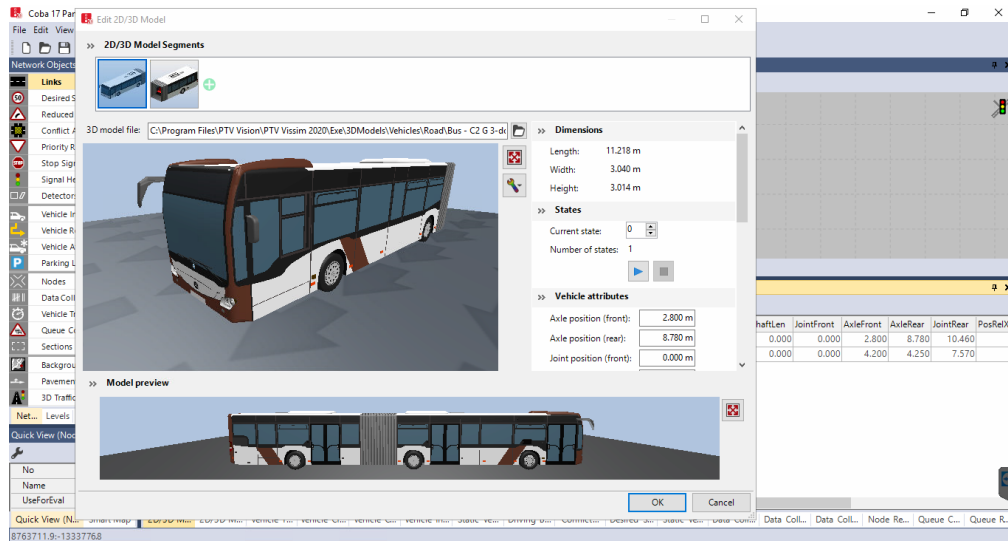
Pada program VISSIM diperlukan masukan data berupa volume, kecepatan dan rute sebagai acuan kinerja sistem transportasi yang akan ditinjau. Volume kendaraan yang dimasukkan ke program VISSIM ialah 1 jam puncak dari total 12 jam yang dilakukan survei. Untuk volume kendaraan yang akan di input perlu tahapan untuk

menyesuaikan dengan tampilan VISSIM. Hal pertama ialah memasukkan jenis kendaraan yang akan dimasukkan saat *running* di program VISSIM. Pada penelitian ini kendaraan yang akan dimasukkan ialah sepeda motor, mobil, truk, bus, dan bus transjakarta. Untuk desain kendaraan dapat dilakukan dengan cara *base data*, lalu arahkan ke *distribution*, lalu arahkan ke *2D/3D model*. Pada tampilan VISSIM akan muncul pada tabel *2D/3D model*. Untuk menambahkan bus tipe baru klik menu *add* dan pilih kendaraan yang akan ditambahkan. Modul atau gambar bus terdapat pada program VISSIM. Untuk tampilan *2D/3D model* dan model kendaraan terdapat pada gambar berikut.



Gambar 3.23. Tampilan *2D/3D model*

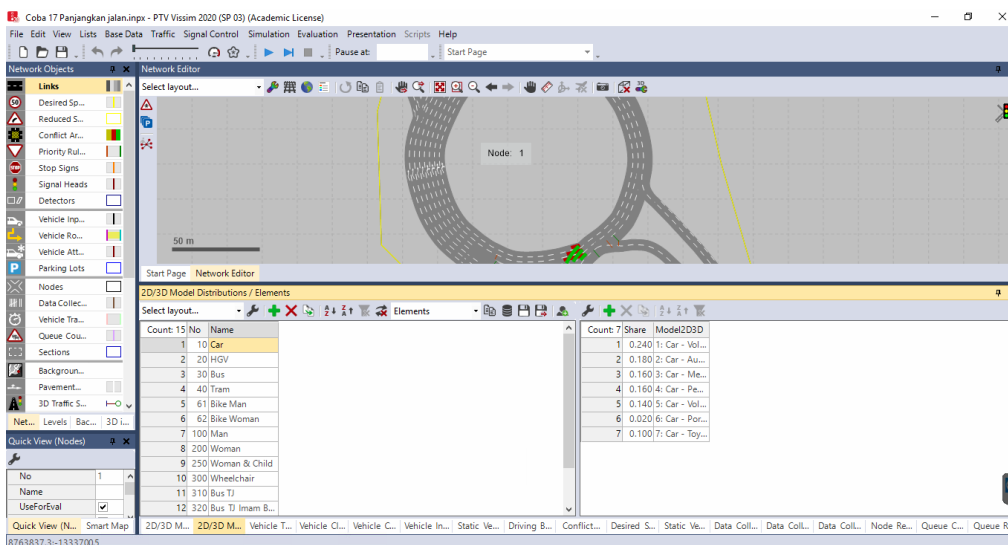
Sumber : Program VISSIM 11, 2019



Gambar 3.24. Tampilan pilihan kendaraan di VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

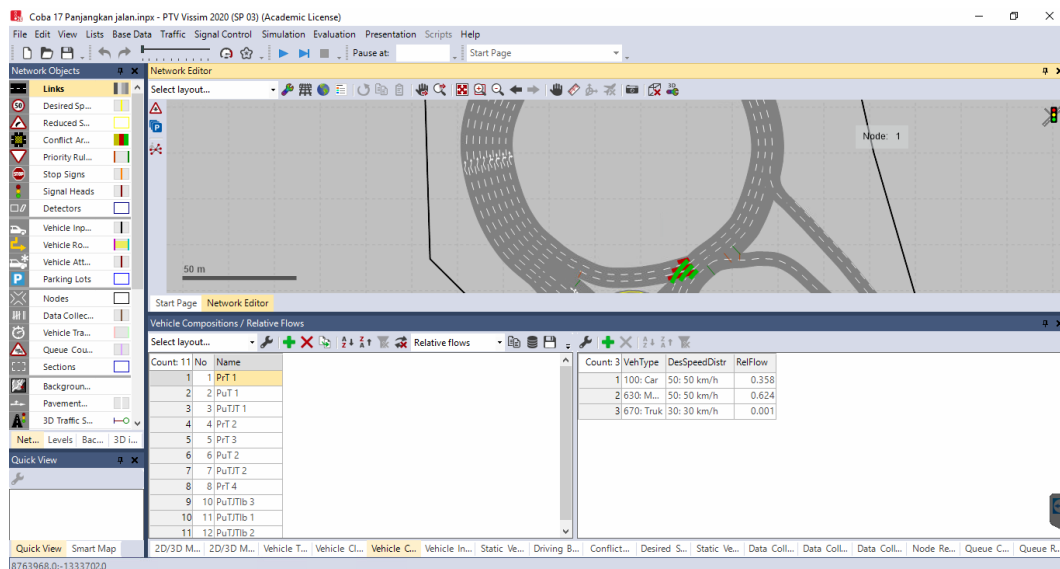
Setelah memasukkan model tersebut maka tahap selanjutnya ialah *2D/3D model distributions* untuk memasukkan dan membuat kelompok untuk kendaraan yang akan ditinjau. Tampilan untuk *2D/3D model distributions* sebagai berikut.



Gambar 3.25. Tampilan *2D/3D model distributions* di VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

Setelah *2D/3D model distributions*, maka tahapan selanjutnya dilakukan komposisi kendaraan untuk memasukkan lengan pada setiap lajur. Menu untuk memasukkan kendaraan kedalam sistem di VISSIM ialah dengan pengaturan *Vehicle Composition*. Untuk menu didalam *vehicle composition* ialah untuk mengatur persentase kendaraan yang ada di lajur tersebut. *Vehicle composition* juga mempertimbangkan tipe kendaraan yang akan melintasi jalan tersebut seperti kendaraan pribadi atau kendaraan umum seperti angkutan umum atau transjakarta. Pada *vehicle composition* dibuat kelompok untuk memasukkan data. Pada *vehicle composition* dimasukkan juga kecepatan dan juga pembagian komposisi tipe kendaraan antara mobil, motor, truk dan juga angkutan umum lainnya. Tampilan pengaturan *vehicle composition* sebagai berikut.

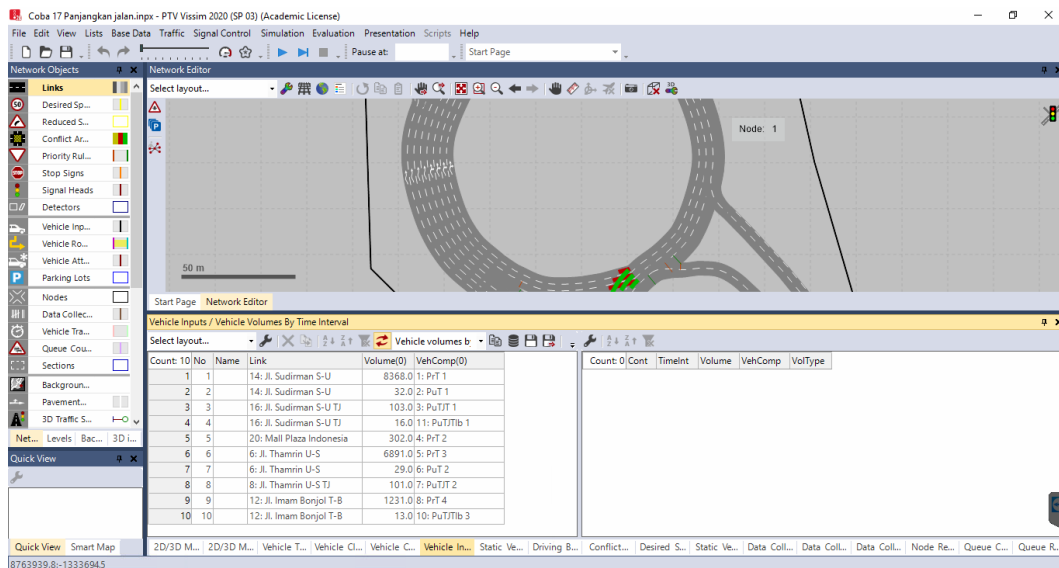


Gambar 3.26. Tampilan Pengaturan *vehicle composition* di VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

Untuk kebutuhan kecepatan yang dimasukkan ke dalam *vehicle composition* dapat merujuk pada batas kecepatan yang disesuaikan oleh peraturan atau regulasi yang telah diterbitkan. Kecepatan kendaraan saat survei juga menjadi salah satu masukkan data di VISSIM. Pada penelitian ini untuk kecepatan kendaraan selalu rendah. Hal ini dikarenakan saat waktu senggang atau volume kendaraan turun kepadatan di lajur masih tinggi. Sehingga untuk kecepatan dasar menggunakan data *default* melalui sistem VISSIM. Hal ini sebagai dasar bahwa saat *running* dilakukan, bahwa kendaraan yang melalui lajur tersebut masih kosong sehingga diasumsikan kendaraan melalui kecepatan arus bebas. Hal ini dibutuhkan *warming up* untuk menyesuaikan hambatan atau tingginya volume pada suatu titik. Fungsinya ialah agar menyesuaikan untuk keluaran VISSIM agar sama dengan kondisi eksisting.

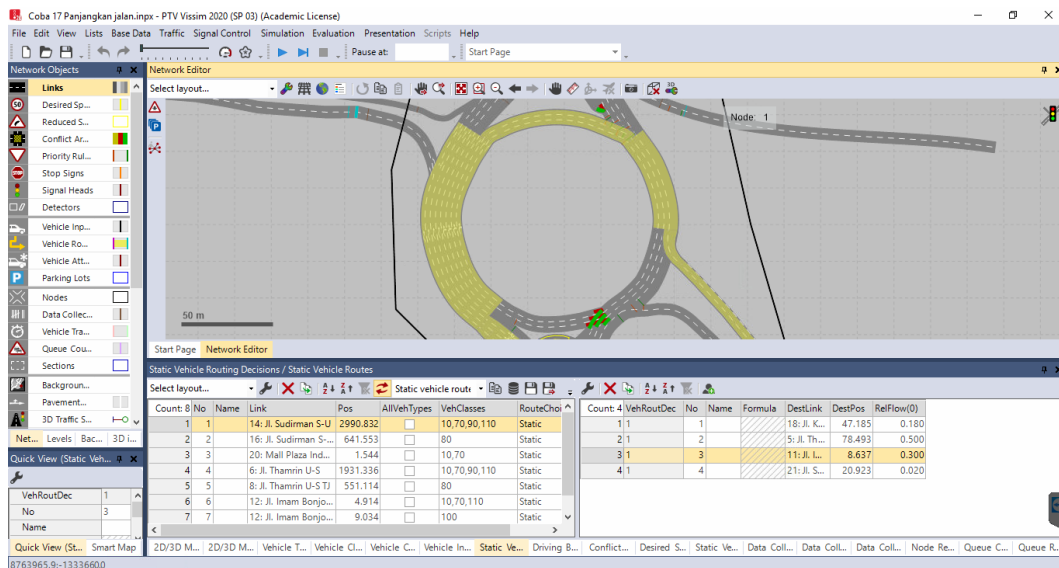
Setelah penyesuaian kecepatan di *vehicle composition* maka dilakukan komposisi antar kendaraan di lajur yang akan dimasukkan. Setelah *vehicle composition* selesai dilakukan maka memasukkan total kendaraan ke dalam program VISSIM. Untuk memasukkan nilai volume kendaraan yang dibutuhkan didapat dari 1 jam puncak kendaraan dari total waktu survei. Menu untuk memasukkan volume kendaraan berada di *vehicle input*. Cara untuk memasukkan nilai volumenya ialah dengan memilih *vehicle input* yang ada dikiri layar. Lalu memasukkan di lajur yang diinginkan. Setelah itu bisa memasukkan nilai volume yang telah disesuaikan dengan hasil survei di lapangan. Pengaturan *vehicle input* ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 3.27. Tampilan Pengaturan *vehicle input* di VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

Selesai memasukkan volume ke dalam *vehicle input* maka dilakukan rute jalan untuk memilih arah kendaraan. Rute berfungsi membuat arah dan tujuan pergerakan volume kendaraan. Untuk langkah pembuatan rute dimulai dengan pilih Vehicle Route pada Network Objects, kemudian klik bagian lajur yang telah diinput volume kendaraannya setelah itu arahkan sesuai dengan rute masing-masing pergerakan. Setelah selesai, isi volume kendaraan (RealFlow) pada masing-masing pergerakan. *Real Flow* pada VISSIM ialah persentase rute yang akan dibagi untuk rute pergerakan kendaraan. Untuk pembagian rute ditampilkan pada gambar berikut.

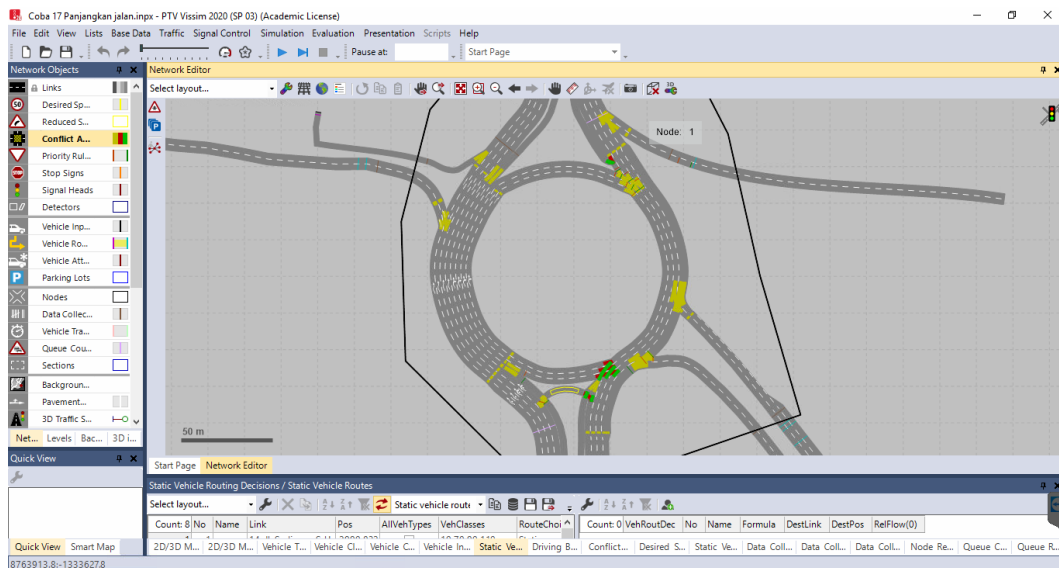


Gambar 3.28. Tampilan Pengaturan *static vehicle routing decisions* di VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

3.7.5. Area Konflik

Area konflik ialah pertemuan antar kendaraan di simpang atau penggabungan lajur yang akan ditinjau. Istilah yang digunakan VISSIM untuk konflik ialah *conflict area*. Untuk melakukan pengaturan *Conflict Area* dapat dilakukan dengan melalui *Network Object*, lalu pilih *Conflict Area*. Area yang berwarna kuning merupakan area terjadinya konflik kendaraan yang secara otomatis dianalisis oleh VISSIM. Area konflik tersebut dapat diatur dan disesuaikan dengan area eksisting lapangan. Permodelan untuk *Conflict Area* ditampilkan pada gambar berikut.

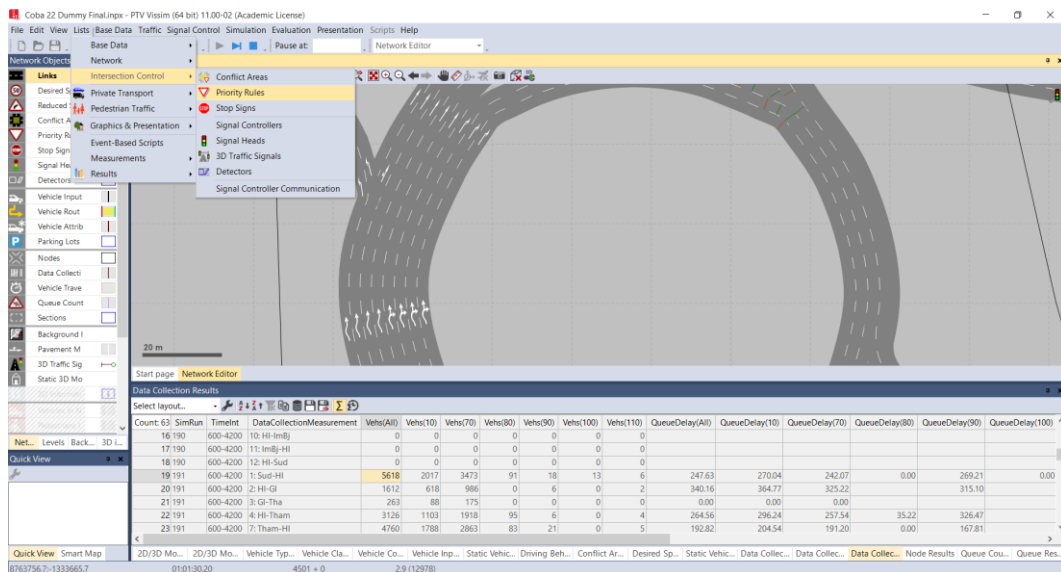


Gambar 3.29. Tampilan Pengaturan *Conflict Area* di VISSIM

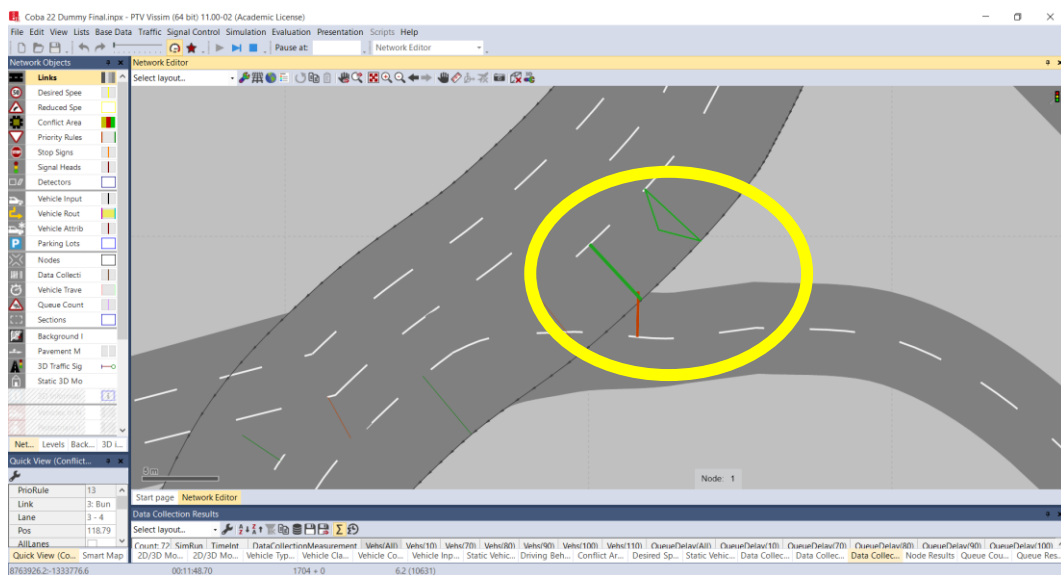
Sumber : Program VISSIM 11, 2019

3.7.6. Aturan Prioritas Jalan (*Priority Rules*)

Kegunaan dari priority rules ialah untuk pengaturan secara bebas dimana kendaraan berhenti sesaat untuk menunggu kendaraan yang lewat. Secara teknis di VISSIM ialah pengaturan titik dimana kendaraan mulai menunggu sehingga kendaraan tersebut dapat lolos pada saat kendaraan dari arus lain kosong atau sudah melewati daerah yang telah didesain. Untuk menggunakan *priority rules* dengan cara klik menu *list, intersection control, priority rules*. Untuk mengaplikasikan pada jaringan jalan yaitu dengan tekan ctrl dan klik kanan pada jaringan jalan yang akan diatur. Untuk gambar menu *priority rules* dan tampilan hasilnya terdapat pada gambar berikut.



Gambar 3.30. Tampilan Pengaturan *Priority Rules* di VISSIM



Gambar 3.31. Tampilan hasil dari *Priority Rules* di VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

Pada gambar 3.31 terdapat gambar garis merah dan hijau untuk mengindikasikan bahwa *priority rules* sudah terpasang. Tanda merah merupakan titik dimana kendaraan akan menunggu sedangkan tanda hijau merupakan tanda jika kendaraan

dari arus lain sudah melewati garis hijau tersebut, maka kendaraan yang menunggu bisa langsung lewat.

3.7.7. Perilaku Berkendara (*Driving Behavior*)

Driving Behaviour yaitu salah satu parameter dari VISSIM yang secara langsung dipengaruhi tingkah laku pengemudi kendaraan. *Driving Behaviour* harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan agar permodelan yang dibuat pada VISSIM dapat mewakili kondisi lapangan dengan cara trial and error. Pengaturan *Driving behaviour* dengan pilih Menu *Base Data, Driving Behaviour*, kemudian edit bagian Urban (*motorized*).

3.7.8. Kalibrasi Dan Validasi

Program VISSIM merupakan program simulasi untuk menyesuaikan kondisi eksisting dengan hasil keluaran dari VISSIM. Kalibrasi dan Validasi menjadi 2 hal yang berbeda. Kalibrasi ialah proses penyesuaian antara kondisi lapangan dan diimplementasikan ke dalam program VISSIM. Untuk dapat menyesuaikan antara kondisi lapangan dengan model simulasi yang dilakukan oleh VISSIM maka diperlukan beberapa perubahan angka pada data yang dipilih. Berikut ini merupakan parameter yang dilakukan kalibrasi dan proses trial and error.

- a. *Desired position at free flow*, yaitu perilaku pengendara ketika arus bebas.
- b. *Distance standing*, yaitu perilaku jarak pengendara kiri-kanan ketika kendaraan berhenti.

- c. *Distance driving*, yaitu perilaku jarak pengendara kiri-kanan ketika kendaraan berjalan.
- d. *Average standsill distance*, yaitu perilaku jarak pengendara depan belakang ketika kendaraan berhenti.
- e. *Additive part of safety distance*, yaitu perilaku jarak pengendara depanbelakang ketika kendaraan berjalan
- f. *Multiplicative part of safety distance*, yaitu parameter penentu jarak aman kendaraan.

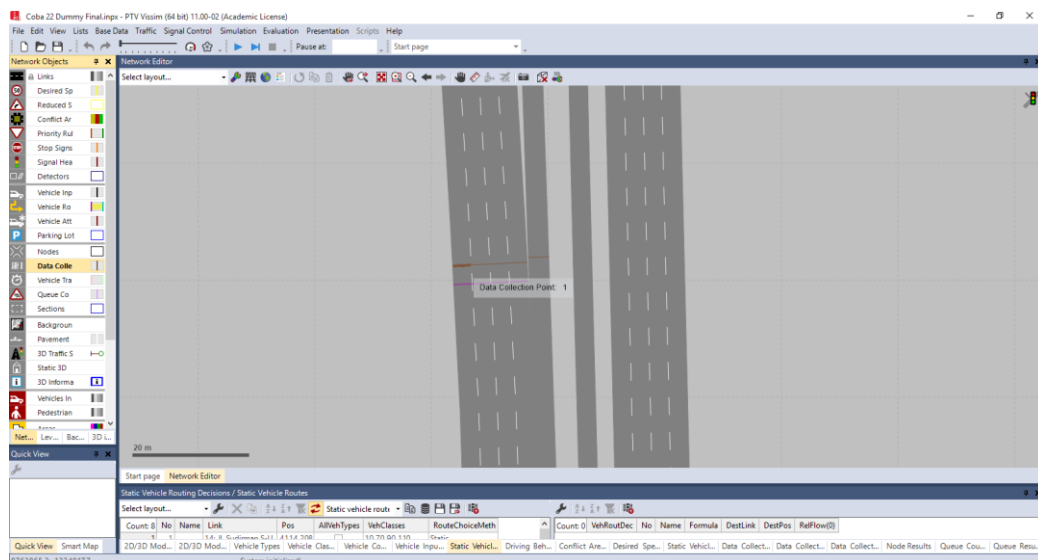
Pada parameter tersebut diubah angka yang *default* dari program VISSIM untuk dapat menyesuaikan dengan kondisi eksisting. Tabel penyesuaian untuk *driving behavior* dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 3.20 Nilai kalibrasi di VISSIM.

No.	Jenis Driving Behavior	Parameter Driving Behaviour	Nilai	
			Default VISSIM	Kalibrasi Penyesuaian
1	Car Following	<i>Average standsill distance</i>	2 m	0.45 m
2		<i>Additive part of safety distance</i>	2 m	0.45 m
3		<i>Multiplicative part of safety distance</i>	3 m	1 m
4	Lateral	<i>Desired position at free flow</i>	<i>Middle of Lane</i>	<i>Any</i>
5		<i>Distance standing</i>	1 m	0.3 m
6		<i>Distance driving</i>	1 m	0.5 m

3.7.9. Mengatur Kebutuhan Keluaran Dari VISSIM

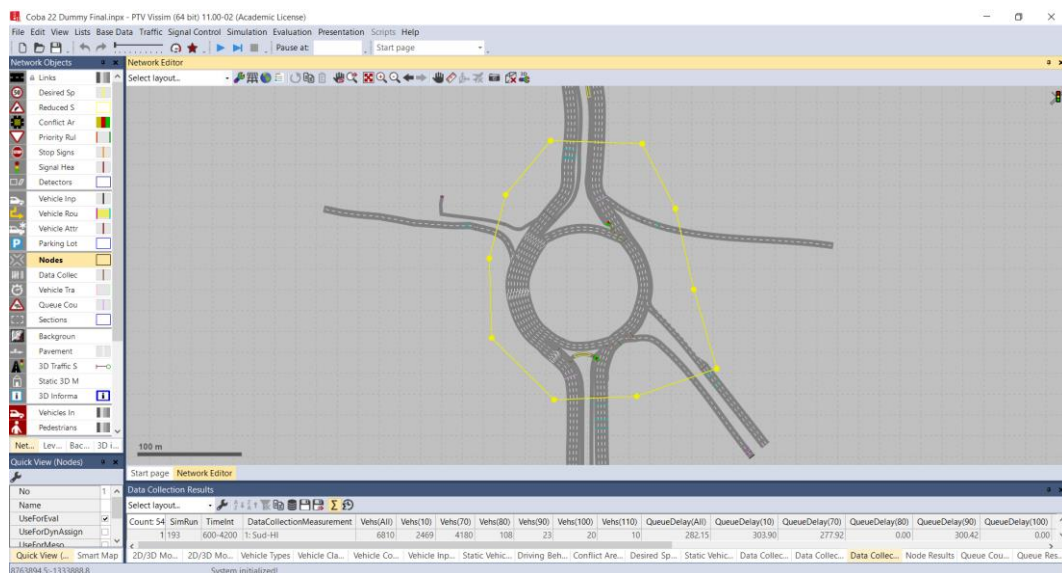
Program VISSIM dapat memberikan banyak keluaran untuk kebutuhan tinjauan analisis dan juga alternatif yang dibutuhkan. Untuk dapat mengeluarkan data yang telah diolah dari VISSIM menyesuaikan dengan kebutuhan yang akan ditinjau. Pada penelitian ini tinjauan yang dilihat yaitu volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrian. Untuk dapat meninjau dan melihat keluaran data dilakukan tahapan pemasangan *tools* dititik yang ditinjau. Untuk volume dan kecepatan menggunakan *data collection*. Tahapan yang harus dilakukan ialah dengan klik *data collection points* lalu arahkan ke posisi lajur yang diinginkan. Untuk *collection points* diarahkan selebar jalur yang akan ditinjau. Hal ini dikarenakan *data collection* untuk mengambil data volume dan kecepatan. Untuk tampilan *data collection* sebagai berikut.



Gambar 3.32. Tampilan dari *data collection* di VISSIM

Sumber : Program VISSIM 11, 2019

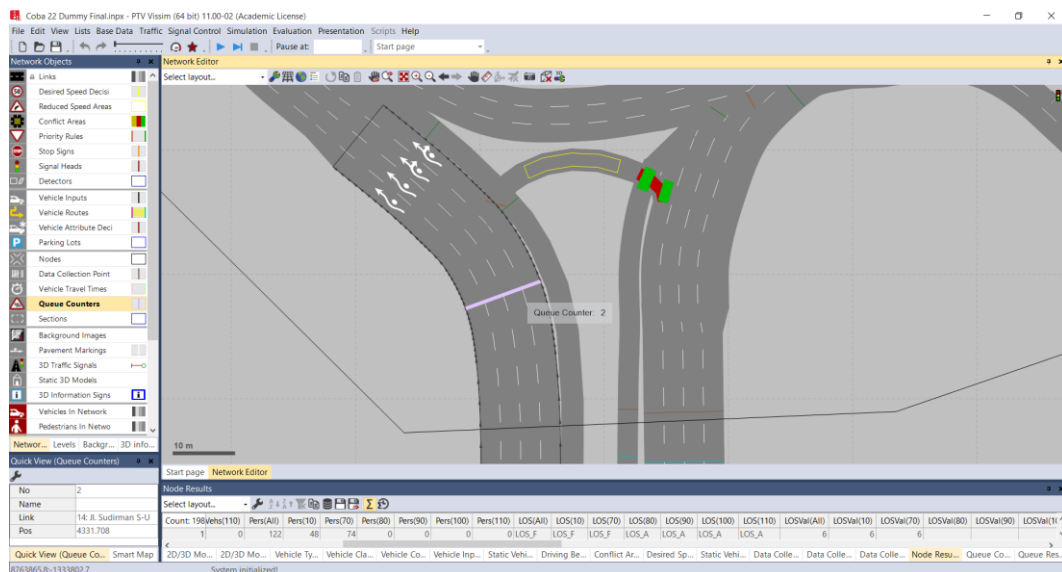
Setelah menyelesaikan *data collection* untuk mendapatkan volume dan kecepatan maka untuk selanjutnya mencari tundaan dan panjang antrian. Untuk mencari tundaan dengan menggunakan menu *node*. Setelah itu membuat jangkauan pada simpang atau bundaran. Untuk melakukan *node* ialah dengan mengklik fitur *node*, lalu membuat area yang dibutuhkan untuk mengeluarkan hasil data yang dibutuhkan. Untuk tampilan *node* sebagai berikut.



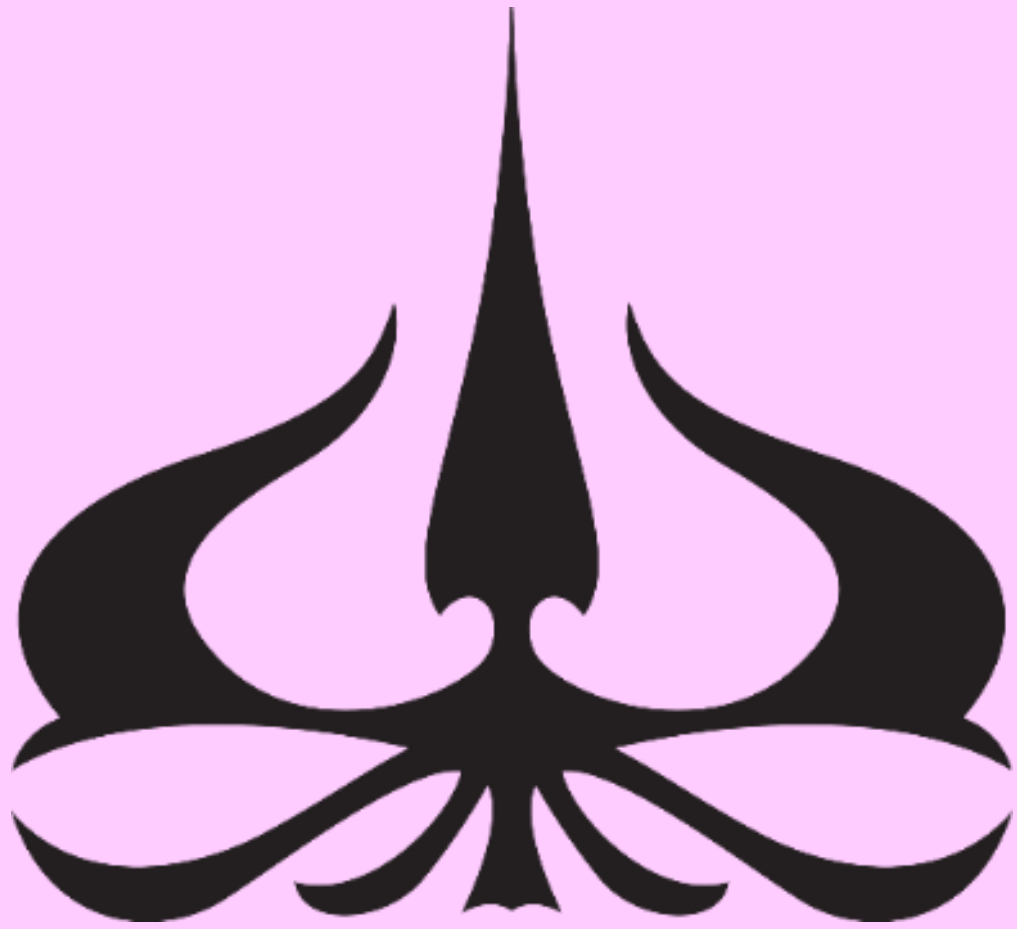
Gambar 3.33. Tampilan dari *nodes* di VISSIM

Hasil dari *nodes* yang terpasang maka bisa mendapatkan untuk panjang antrian dan lainnya. Untuk keluaran yang diinginkan bisa diatur dalam VISSIM sesuai dengan kebutuhan yang akan ditinjau. Cara kerja *nodes* yang ada pada program VISSIM dengan memperhatikan rute dari jaringan jalan yang ditinjau. *Nodes* yang ada dapat menjelaskan rute dengan memperhitungkan panjang kendaraan yang akan dituju. Untuk panjang antrian menggunakan menu *queue counters*. Fungsi dari *queue*

counters untuk menentukan panjang antrean pada titik saat survei di lapangan. Hal ini dikarenakan untuk menyesuaikan dengan panjang antrean yang terjadi dilapangan dengan simulasi di VISSIM. Untuk tahapan dari *queue counters* ialah dengan klik menu *queue counters* dan mengklik jalur yang akan ditinjau. Pada penelitian ini *queue counters* diletakkan pada Jl. Sudirman yang masuk ke bundaran HI dan Jl. Thamrin yang masuk ke bundaran HI. Tinjauan ini untuk melihat nilai panjang antrean pada titik yang ditinjau. Untuk menggunakan *queue counters* dilakukan dengan klik *queue counters* lalu arahkan pada jalur yang ditinjau dengan penempatan sesuai dengan titik survei yang di tinjau. Untuk gambar *queue counters* yang digunakan dalam VISSIM sebagai berikut.



Gambar 3.34. Tampilan dari *queue counters* di VISSIM



BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam pemodelan VISSIM ialah data primer. Survei tersebut dilakukan untuk mendapatkan data primer. Data primer yang dimaksud ialah dengan menghitung jumlah kendaraan yang masuk dan keluar dari dan menuju bundaran HI. Untuk data yang digunakan ialah 1 jam puncak dalam waktu survei sepanjang 12 jam. Untuk data yang dimasukkan ialah geometri jalan, data volume lalu lintas, data untuk *driving behavior* dan kondisi eksisting. Untuk data sekunder yang digunakan ialah foto udara dari *google earth* dan juga peta *bing* yang ada di sistem di VISSIM.

4.2. Data Geometrik Bundaran HI

Geometrik pada bundaran HI yaitu berupa ukuran lebar jalan pada bundaran termasuk jalan yang masuk ke bundaran dan yang keluar bundaran. Untuk geometrik yang didapat dari pengamatan langsung di lapangan. Geometrik yang ada di bundaran HI diperlukan untuk analisis dengan menggunakan VISSIM. Dalam permodelan di program tersebut merupakan lebar lajur dan jalurnya. Skala juga menjadi acuan penting untuk penyesuaian agar mencapai target yang mendekati kondisi eksisting. Kondisi eksisting untuk geometrik jalan ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 4.1. Geometrik jalan di Bundaran HI

Sumber : Modeling VISSIM, 2019

Penjelasan lebih mendetail untuk geometrik di bundaran HI ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.1. Data geometrik bundaran

Arah	Lebar lajur masuk (m)	Lebar lajur keluar (m)
Jl. Sudirman – Bundaran HI	3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2	
Bundaran HI	2,8 + 2,8 + 2,8 + 2,8 + 2,8 + 2,8 + 2,8 + 2,5	
Bundaran HI – Jl. Kebon kacang		3,2 + 3,2
Jl. Kebon kacang – Bundaran HI	2,85	
Bundaran HI – Jl. Thamrin		3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir		3,0 + 3,0
Jl. Thamrin – Bundaran HI	3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2	

Arah	Lebar lajur masuk (m)	Lebar lajur keluar (m)
Bundaran HI	3,0 + 3,0 + 3,0 + 5,0	
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol		3,0 + 3,0
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	3,0 + 3,0	
Bundaran HI – Jl. Sudirman		3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2

Sumber : Survei dan Pemodelan, 2019

Pada tabel tersebut merupakan urutan jalan yang dibuat untuk kemudahan pembacaan. Urutan jalan tersebut dimulai dari arah selatan yaitu Jl. Sudirman menuju ke Jl. Thamrin. Urutan pada tabel tersebut mengikuti arah jam. Mendefinisikan istilah lajur masuk dan keluar ialah kendaraan yang masuk ke bundaran HI yang disebut lajur masuk. Untuk kendaraan yang keluar bundaran HI diistilahkan lajur keluar.

4.3. Analisis Existing

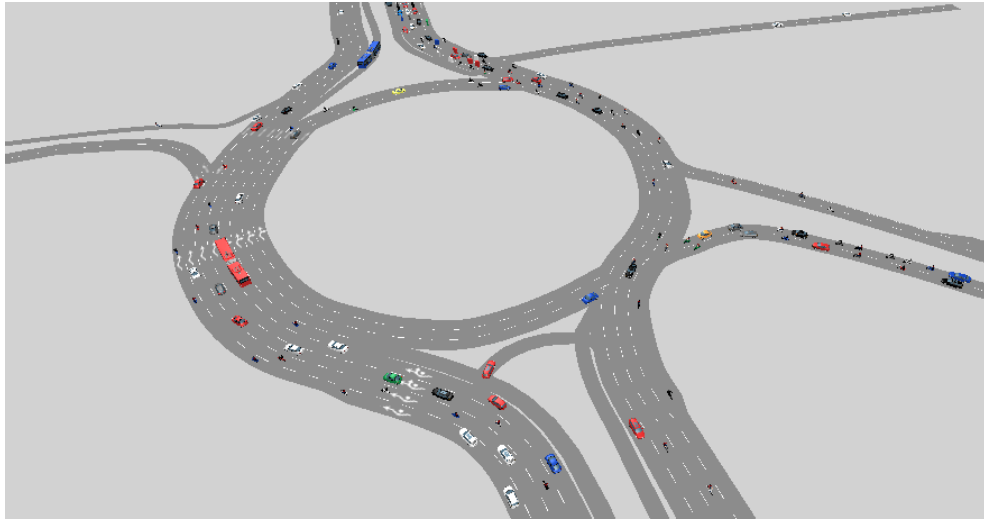
Kondisi eksisting yang dilakukan ialah untuk melihat perilaku dan hasil output dari program VISSIM agar dapat disandingkan dengan alternatif. Kondisi eksisting yang ditampilkan berupa volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Dalam penerapan program VISSIM pada kondisi eksisting dibutuhkan untuk kalibrasi dan validasi. Untuk nilai kalibrasi pada program VISSIM didapat pada tabel berikut.

Tabel 4.2. Nilai kalibrasi yang digunakan di VISSIM

No.	Jenis <i>Driving Behavior</i>	Parameter <i>Driving Behaviour</i>	Nilai	
			<i>Default VISSIM</i>	Kalibrasi Penyesuaian
1	<i>Car Following</i>	<i>Average standsill distance</i>	2 m	0.45 m
2		<i>Additive part of safety distance</i>	2 m	0.45 m
3		<i>Multiplicative part of safety distance</i>	3 m	1 m
4	<i>Lateral</i>	<i>Desired position at free flow</i>	<i>Middle of Lane</i>	<i>Any</i>
5		<i>Distance standing</i>	1 m	0.3 m
6		<i>Distance driving</i>	1 m	0.5 m

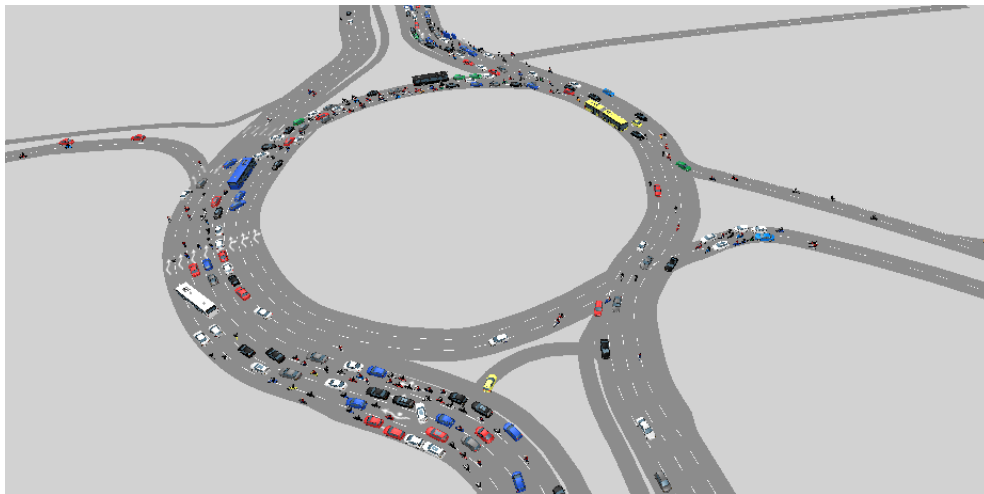
Sumber : Analisis, 2019

Setelah data tersebut disesuaikan terdapat perbedaan karakteristik pengemudi yang ditampilkan oleh VISSIM. *Driving behavior* ialah untuk menyesuaikan dengan karakteristik pengemudi yang ada di Indonesia. Dengan karakteristik tersebut maka hasil yang diperoleh hasil yang sama sesuai dengan kondisi lapangan. Uji regresi juga diperuntukan untuk melihat nilai validasi setelah dilakukan kalibrasi. Untuk tampilan sebelum dan setelah kalibrasi ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 4.2. Kondisi VISSIM sebelum kalibrasi

Sumber : Modelling VISSIM, 2019

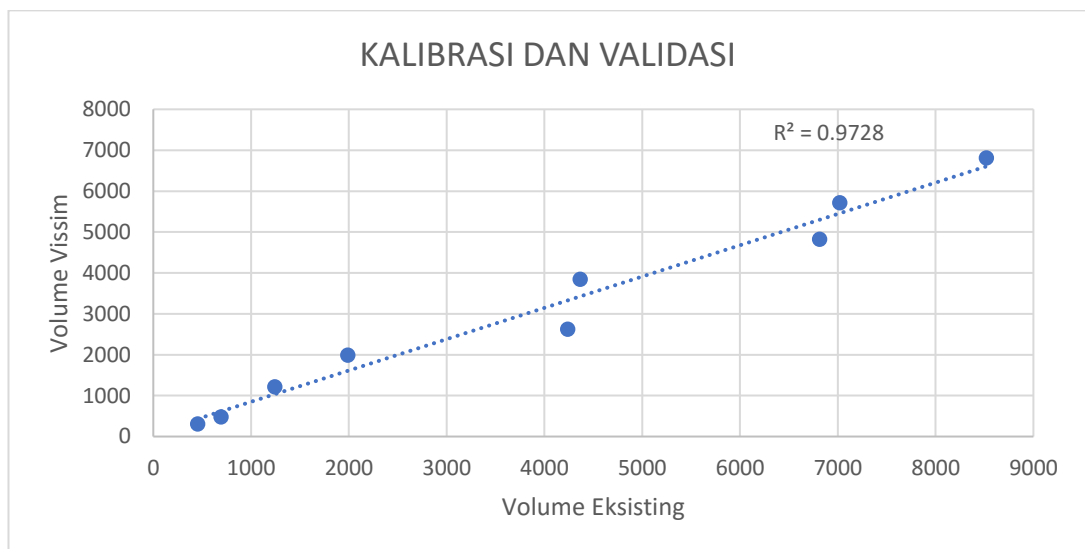


Gambar 4.3. Kondisi VISSIM setelah kalibrasi

Sumber : Modelling VISSIM, 2019

Untuk keluaran hasil VISSIM ialah berupa data volume kendaraan, kecepatan kendaraan yang ditinjau, tundaan dan juga panjang antrean. Hasil tinjauan kalibrasi

dan validasi dinyatakan dalam bentuk regresi (r^2). Berikut ialah grafik hasil regresi yang dikeluarkan dari VISSIM.



Gambar 4.4. Validasi model VISSIM dengan regresi (r^2)

Sumber : Analisis, 2019

Dilihat dari nilai regresi (r^2) bahwa nilai yang didapat ialah 0,97. Untuk konsistensi rata-rata pada hasil pemodelan pada hasil VISSIM sebesar 83% yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.3. Volume perbandingan antara eksisting dan VISSIM

Arah	Eksisting	VISSIM	Persentase Kesamaan
Jl. Sudirman – Bundaran HI	8518	6810	80%
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	302	306	101%

Arah	Eksisting	VISSIM	Persentase Kesamaan
Jl. Thamrin – Bundaran HI	7021	5715	81%
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1244	1212	97%
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1990	1991	100%
Bundaran HI – Jl. Thamrin	4366	3844	88%
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	692	475	69%
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	4237	2625	62%
Bundaran HI – Jl. Sudirman	6814	4826	71%
Rata-Rata			83%

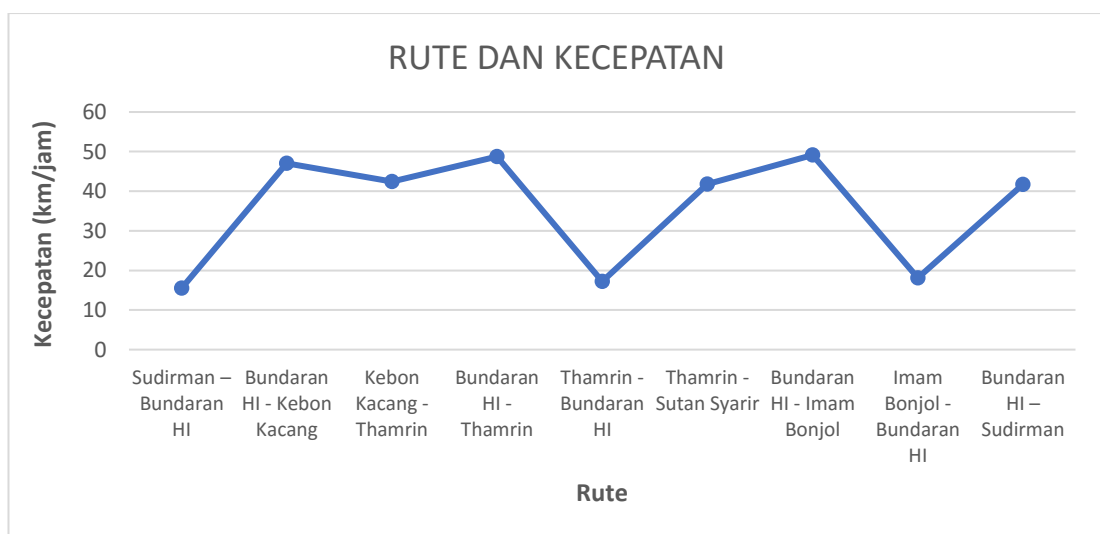
Sumber : Analisis, 2019

Setelah kalibrasi dan validasi maka keluaran pada kondisi eksisting data dianalisis. Dasar analisis hasil keluaran dari VISSIM dibandingkan dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 tahun 2015. Pada peraturan Menteri tersebut meninjau tingkat pelayanan pada kendaraan dengan tinjauan kecepatan dan tundaan. Tinjauan hasil untuk hasil keluaran dari VISSIM untuk volume dan juga kecepatan ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.4. Hasil volume kendaraan dan kecepatan dari VISSIM

Arah	Total Kendaraan	Kecepatan kendaraan (km/jam)
Jl. Sudirman – Bundaran HI	6810	15.49
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1991	47.05
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	306	42.4
Bundaran HI – Jl. Thamrin	3844	48.77
Jl. Thamrin – Bundaran HI	5715	17.18
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	475	41.81
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	2625	49.13
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1212	18.09
Bundaran HI – Jl. Sudirman	4826	41.68

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.5. Grafik hubungan kecepatan terhadap rute

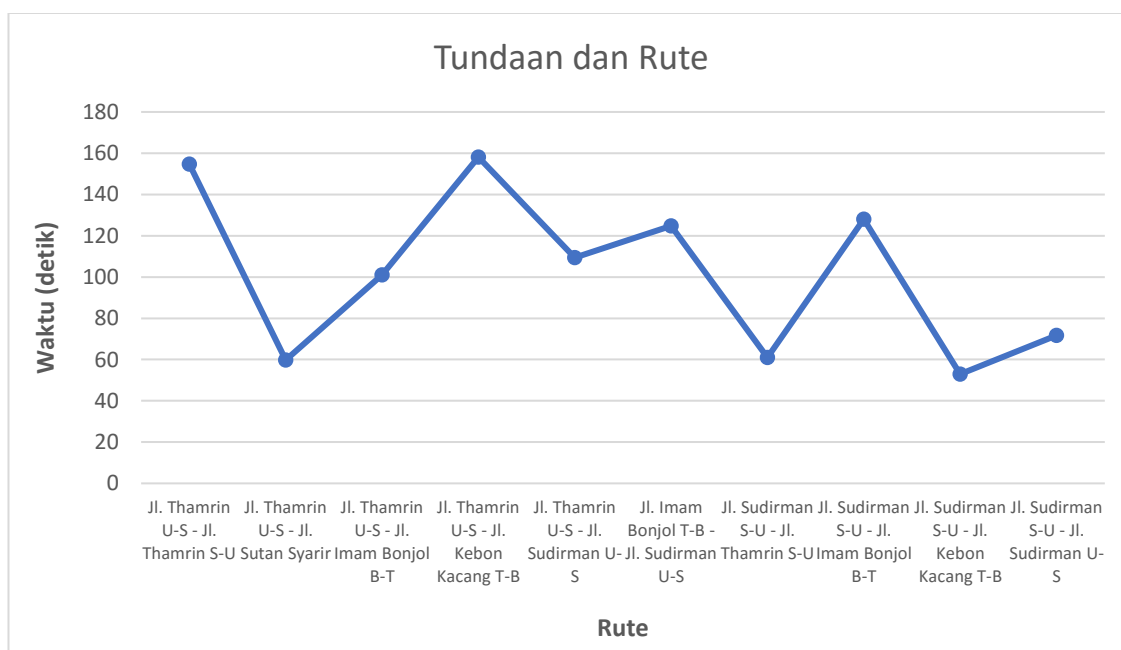
Sumber : Analisis, 2019

Pada tabel 4.4 dan gambar 4.5 menjelaskan untuk kondisi *data collection* yang diambil untuk meninjau kondisi eksisting berdasarkan pemodelan VISSIM. Berdasarkan data dan grafik terlihat bahwa rute untuk Sudirman – Bundaran HI dan Thamrin - Bundaran HI mengalami penurunan kecepatan yang drastis. Untuk kecepatan pada rute Sudirman – Bundaran HI sebesar 15,49 km/jam. Untuk rute Thamrin – Bundaran HI kecepatannya 17,18 km/jam. Untuk rute sudirman – bundaran HI mengalami penurunan kecepatan karena jalur tersebut masuk ke bundaran HI dan adanya pertemuan kendaraan dari arah thamrin yang menuju kebon kacang. Bus gandeng (*articulated*) transjakarta juga menjadi faktor dalam penurunan kecepatan kendaraan. Pada rute thamrin – bundaran HI terdapat penurunan kecepatan karena saat memasuki bundaran HI terdapat penyempitan jalur. Perlu diketahui bahwa pada sisi timur bundaran HI untuk jalurnya hanya terdapat 4 lajur. Untuk sisi barat bundaran HI terdapat 8 lajur. Setiap sisi barat dan timur bundaran HI tidak ada marka jalan sehingga asumsi lebar pada lajur menggunakan lebar kendaraan mobil. Menurut PM No. 95 tahun 2015 pada kecepatan tersebut masuk pelayanan F. Tahap selanjutnya mengeluarkan data berupa tundaan kendaraan. Untuk mendapatkan data tundaan pada kendaraan berdasarkan hasil dari VISSIM didapat dari menu *node result*. Berdasarkan hasil simulasi VISSIM didapat beberapa jalan yang mengalami tundaan yang cukup tinggi. Keluaran dari node result merupakan rute yang dimasukkan dan VISSIM menterjemahkan lama kendaraan dari titik masuk hingga keluar. Untuk hal tersebut diberikan tabel untuk asal tujuan dengan tundaan yang terjadi pada suatu jalan yang ditinjau.

Tabel 4.5. Hasil tundaan dari VISSIM

Asal - Tujuan	Tundaan (detik)
Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	154.77
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	59.76
Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	101.06
Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	158.1
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	109.4
Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	124.74
Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	61.02
Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	127.99
Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	52.95
Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	71.71
Rata – Rata	102.15

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.6. Grafik tundaan dan rute disekitar bundaran HI

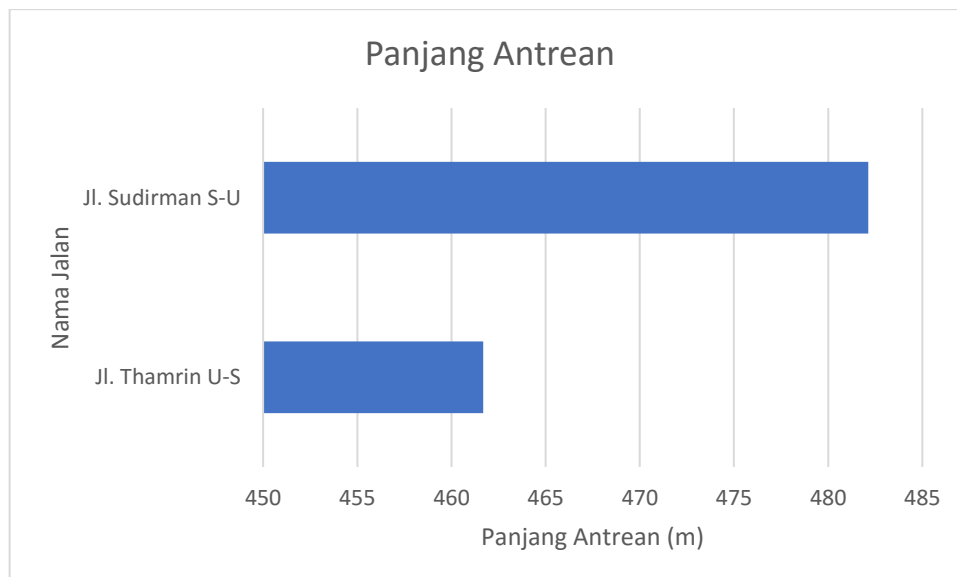
Sumber : Analisis, 2019

Pada tabel 4.5 merupakan rute dan tundaan kendaraan yang didapat dari keluaran VISSIM. Pada tabel tersebut terdapat 2 tundaan tertinggi yang diberikan warna kuning. Tundaan terbesar didapat pada rute Jl. Thamrin ke Jl. Kebon kacang dan rute Jl. Sudirman ke Jl. Imam bonjol. Hal ini terjadi karena kendaraan memotong di sisi timur bundaran HI yang juga bersilangan dengan kendaraan dari arah sudirman menuju thamrin atau imam bonjol. Pada rute Jl. Sudirman ke Jl. Imam bonjol terdapat tundaan yang tinggi karena adanya pertemuan pada sisi barat bundaran HI dengan kendaraan dari arah Jl. Thamrin dengan rute Jl. Sudirman atau Jl. Kebon kacang. Tabel yang diberikan warna biru ialah Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin yang ditinjau untuk mengetahui tundaan saat kendaraan mau menuju Jl. Sudirman maupun Jl. Thamrin. Hal ini untuk perbandingan bahwa rute yang lurus seperti Jl. Sudirman ke Jl. Thamrin mengalami tundaan yang lebih singkat. Pada PM No. 95 tahun 2015 untuk pelayanan pada persimpangan sesuai dengan klasifikasi yang melihat dari tundaan dapat dinyatakan dalam pelayanan F. Hal ini dikarenakan rata-rata pada tundaan mencapai 102 detik. Pada tabel juga terlihat bahwa nilai tundaan terkecil sebesar 52 detik dan sudah masuk pada tingkat pelayanan E. Pada kondisi tersebut maka diperlukan suatu kondisi alternatif berupa perubahan fisik. Usulan yang ditampilkan dalam bentuk pelebaran atau *underpass*. Setelah tundaan selesai dianalisis selanjutnya ialah panjang antrean yang dikeluarkan dari VISSIM. Untuk tinjauan panjang antrean digunakan jalur yang masuk ke bundaran HI yaitu Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin. Kedua jalur tersebut memiliki volume kendaraan yang cukup tinggi sehingga terdapat potensi antrean yang panjang. Untuk panjang antrean ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.6. Hasil panjang antrean dari VISSIM

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Thamrin U-S	461.69
2	Jl. Sudirman S-U	482.13

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.7. Grafik panjang antrean hasil VISSIM

Sumber : Analisis, 2019

Pada panjang antrean di Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin terlihat bahwa pada Jl. Sudirman lebih tinggi dibanding Jl. Thamrin. Beberapa penyebab tingginya panjang antrean di Jl. Sudirman yang masuk ke Bundaran HI ialah karena adanya kendaraan yang menuju ke Jl. Imam bonjol. Sehingga dia harus berputar di bundaran tersebut untuk menuju Jl. Imam bonjol. Saat berputar di Bundaran, maka bersilangan dengan kendaraan dari arah Jl. Thamrin. Persilangan tersebut menjadi beberapa

penyebab adanya panjang antrean. Penyebab lain ialah kendaraan yang mau memasuki bundaran di sisi sebelah timur terhalang oleh bus gandeng transjakarta. Dengan lewatnya bus tersebut maka waktu tunggu kendaraan untuk masuk ke sisi timur bundaran akan semakin panjang. Dengan panjang antrean tersebut maka dapat diusulkan untuk kondisi alternatif untuk memperpendek panjang antrean di sekitar bundaran.

Pada peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015 tentang pedoman pelaksanaan kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas terdapat aturan mengenai tingkat pelayanan. Dilihat dari kondisi eksisting yang ditampilkan dari VISSIM maka dapat dibuat simpulan bahwa nilai pelayanan pada jalan menuju dan keluar dari bundaran HI sudah mencapai tingkat pelayanan yang rendah. Tingkat pelayanan yang diberikan berdasarkan data diatas berada pada tingkat pelayanan F. Berdasarkan hal tersebut maka diberikan solusi untuk alternatif yang dikemukakan untuk dapat mereduksi dan memperbaiki tingkat pelayanan pada jalan dari dan menuju bundaran HI.

4.4. Analisis Alternatif 1

Pada alternatif 1 yang diusulkan ialah pelebaran jalan disekitar bundaran HI. Pelebaran diterapkan pada kondisi Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin yang akan masuk ke bundaran HI. Sisi sebelah timur bundaran HI juga perlu diperlebar. Hal ini untuk membuat ideal antara sisi barat dan sisi timur. Hasil analisis dari VISSIM menitik beratkan pada volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Alternatif 1 menampilkan hasil pada 4 data tersebut dan akan disandingkan pada kondisi

eksisting pada sub bab berikutnya. Volume pada kondisi alternatif 1 ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.7. Hasil keluaran volume dari VISSIM untuk alternatif 1

Arah	Volume Alternatif 1
Jl. Sudirman – Bundaran HI	5861
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	306
Jl. Thamrin – Bundaran HI	6083
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1212
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1761
Bundaran HI – Jl. Thamrin	3360
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	507
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	2216
Bundaran HI – Jl. Sudirman	4949

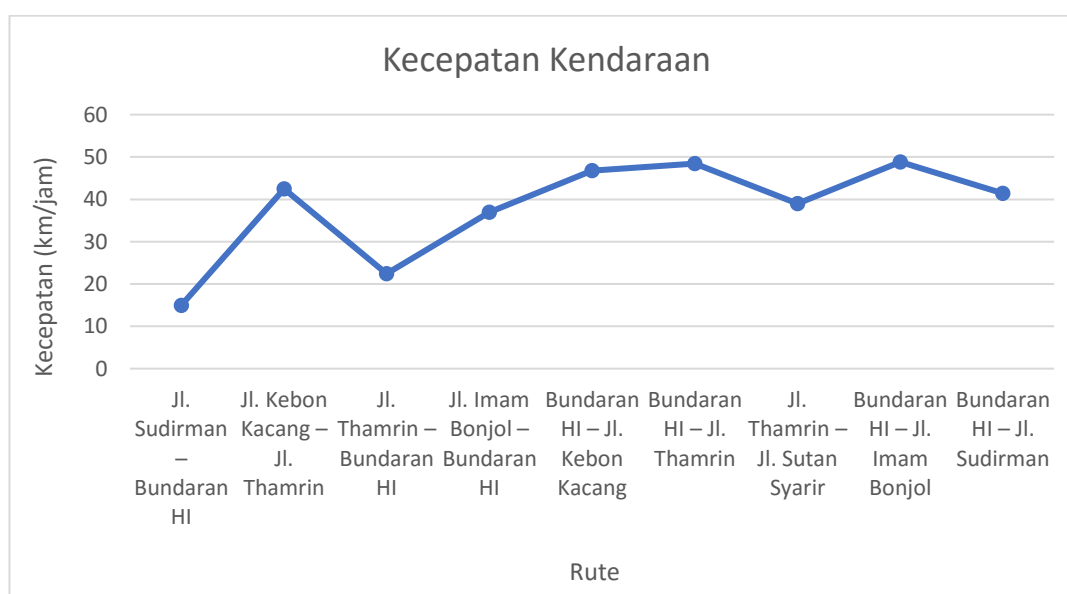
Sumber : Analisis, 2019

Dari data tersebut terlihat bahwa volume terbesar dari hasil VISSIM ialah pada arah Jl. Sudirman – Bundaran HI dan Jl. Thamrin – Bundaran HI. Kedua arah tersebut besar dikarenakan kondisi eksisting yang dimasukkan ke program VISSIM sudah besar. Sehingga pada keluaran hasil VISSIM menjadi perilaku yang sama. Perlu tinjauan pada kecepatan, tundaan dan panjang antrean untuk mengetahui penyebab dari penurunan volume tersebut. Pengecekan selanjutnya dilihat dari kecepatan kendaraan yang keluar dan masuk di bundaran HI. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.8. Hasil keluaran kecepatan dari VISSIM untuk alternatif 1

Arah	Total Kendaraan	Kecepatan kendaraan (km/jam)
Jl. Sudirman – Bundaran HI	5861	14.97
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	306	42.44
Jl. Thamrin – Bundaran HI	6083	22.44
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1212	36.95
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1761	46.77
Bundaran HI – Jl. Thamrin	3360	48.43
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	507	38.97
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	2216	48.82
Bundaran HI – Jl. Sudirman	4949	41.38

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.8. Grafik kecepatan kendaraan hasil VISSIM alternatif 1

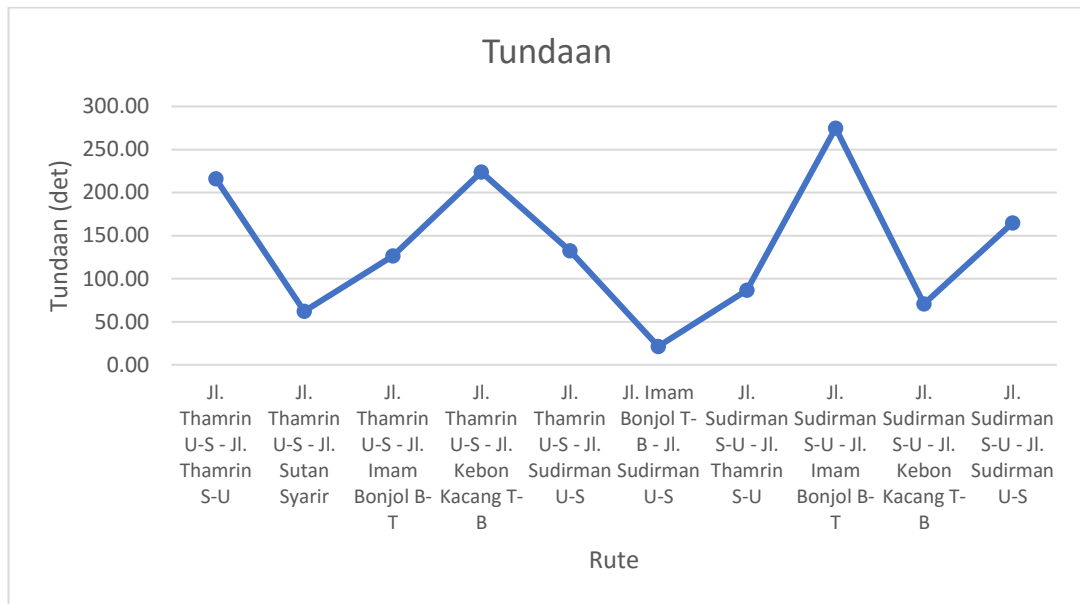
Sumber : Analisis, 2019

Pada tabel dan grafik tersebut dapat dilihat bahwa kecepatan pada kondisi alternatif 1 beberapa masih rendah. Pada data terlihat bahwa kecepatan terendah terdapat pada Jl. Sudirman – Bundaran HI dan Jl. Thamrin – Bundaran HI. Pada rute tersebut terlihat untuk kondisi masuk ke dalam bundaran HI sehingga kecepatan menurun. Untuk keluaran tundaan pada VISSIM dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.9. Hasil keluaran tundaan dari VISSIM untuk alternatif 1

Asal - Tujuan	Tundaan (detik)
Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	216.11
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	61.95
Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	126.43
Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	223.87
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	132.49
Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	21.39
Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	86.49
Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	274.89
Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	70.74
Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	164.64
Rata - Rata	137.90

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.9. Grafik tundaan hasil VISSIM alternatif 1

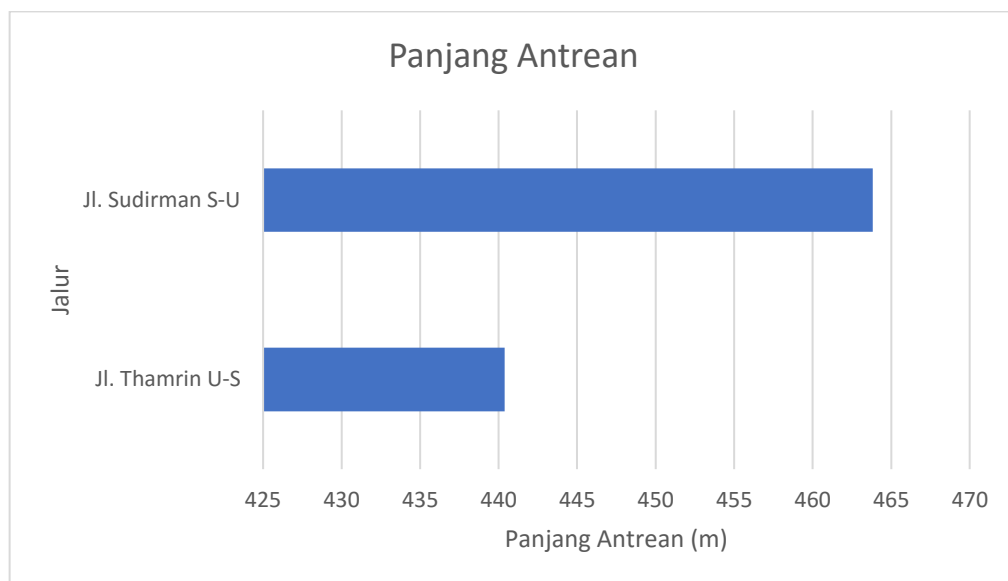
Sumber : Analisis, 2019

Pada tundaan yang terjadi pada kendaraan terlihat bahwa kondisi tertinggi terdapat pada jalan dengan rute Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T dan Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B. Kondisi tersebut terjadi karena pada rute tersebut mengalami persilangan antar kendaraan. Untuk dari arah Jl. Sudirman – Jl. Imam bonjol mendapat tundaan tinggi dikarenakan arus yang menuju ke Jl. Imam bonjol sangat tinggi. Saat kendaraan mau berputar menuju Jl. Imam bonjol maka akan terjadi persilangan kendaraan dari arah Jl. Thamrin yang menuju ke Jl. Sudirman atau rute lainnya. Untuk rute Jl. Thamrin menuju ke jalan Jl. Kebon kacang juga mengalami persilangan antar kendaraan. Hal ini terjadi karena adanya kendaraan dari arah Jl. Sudirman yang menuju ke Jl. Thamrin. Faktor bus gandeng transjakarta menjadi faktor juga karena kendaraan harus menunggu bus tersebut lewat dan setelahnya dia masuk ke Jl. Kebon kacang.

Tabel 4.10. Hasil keluaran panjang antrean dari VISSIM untuk alternatif 1

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Thamrin U-S	440.38
2	Jl. Sudirman S-U	463.82

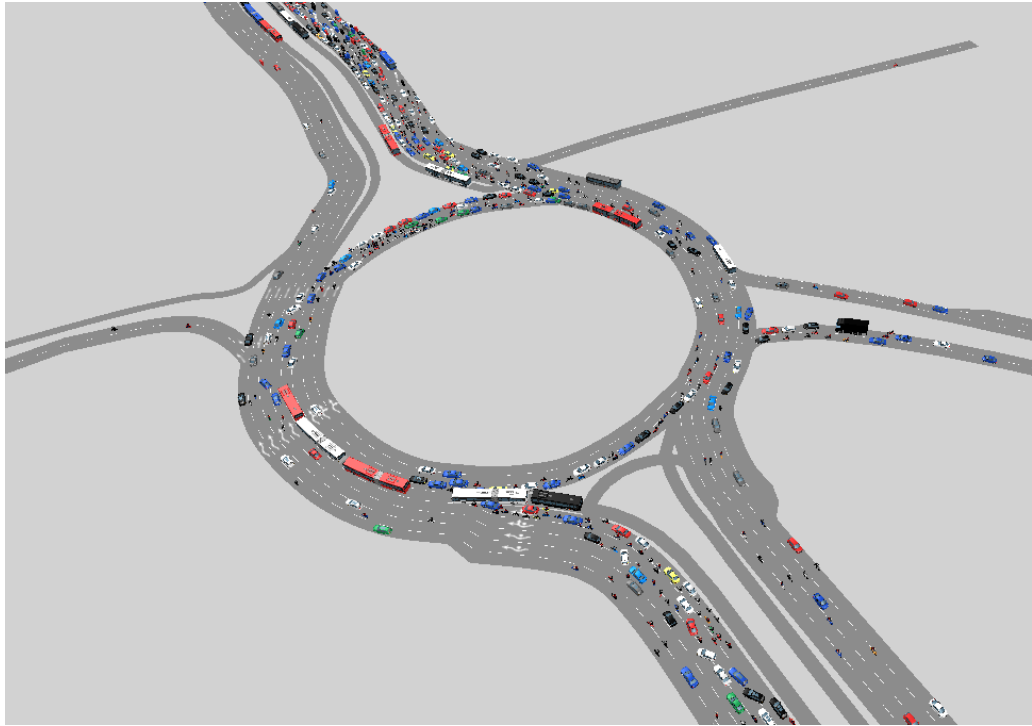
Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.10. Grafik panjang antrean hasil VISSIM alternatif 1

Sumber : Analisis, 2019

Untuk panjang antrean juga masih terbilang cukup tinggi dengan tinjauan utama pada Jl. Thamrin dan Jl. Sudirman. Berikut ditampilkan untuk kondisi hasil simulasi alternatif 1 berdasarkan program VISSIM.



Gambar 4.11. Kondisi lalu lintas hasil arah Jl. Sudirman

Sumber : Analisis VISSIM, 2019



Gambar 4.12. Kondisi lalu lintas hasil arah Jl. Thamrin

Sumber : Analisis VISSIM, 2019

4.5. Analisis Alternatif 2

Pada alternatif 2 yang diusulkan ialah pembuatan terowongan (*underpass*) disekitar bundaran HI. *Underpass* tersebut diterapkan pada kondisi Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin yang akan masuk ke bundaran HI. Pembuatan *underpass* tersebut dengan usulan dari Jl. Sudirman langsung menuju Jl. Thamrin dan begitu pun sebaliknya. Kondisi ini dibuat dikarenakan kondisi volume keluar terjadi pada Jl. Thamrin maupun Jl. Sudirman. Untuk Transjakarta tidak melalui *underpass* baik bus standar maupun bus gandeng. Hal ini untuk membuat ideal antara sisi utara dan sisi selatan dengan kondisi kendaraan tidak mengalami hambatan baik persilangan maupun bergabung serta berpencair. Hasil analisis dari VISSIM menitik beratkan pada volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Alternatif 2 menampilkan hasil pada 4 data tersebut dan akan disandingkan pada kondisi eksisting pada sub bab berikutnya. Volume pada kondisi alternatif 2 ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.11. Hasil keluaran volume dari VISSIM untuk alternatif 2

Arah	Hasil VISSIM
Jl. Sudirman – Bundaran HI	8172
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	306
Jl. Thamrin – Bundaran HI	7051
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1212
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	2482
Bundaran HI – Jl. Thamrin	4577
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	637
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	3075
Bundaran HI – Jl. Sudirman	5668

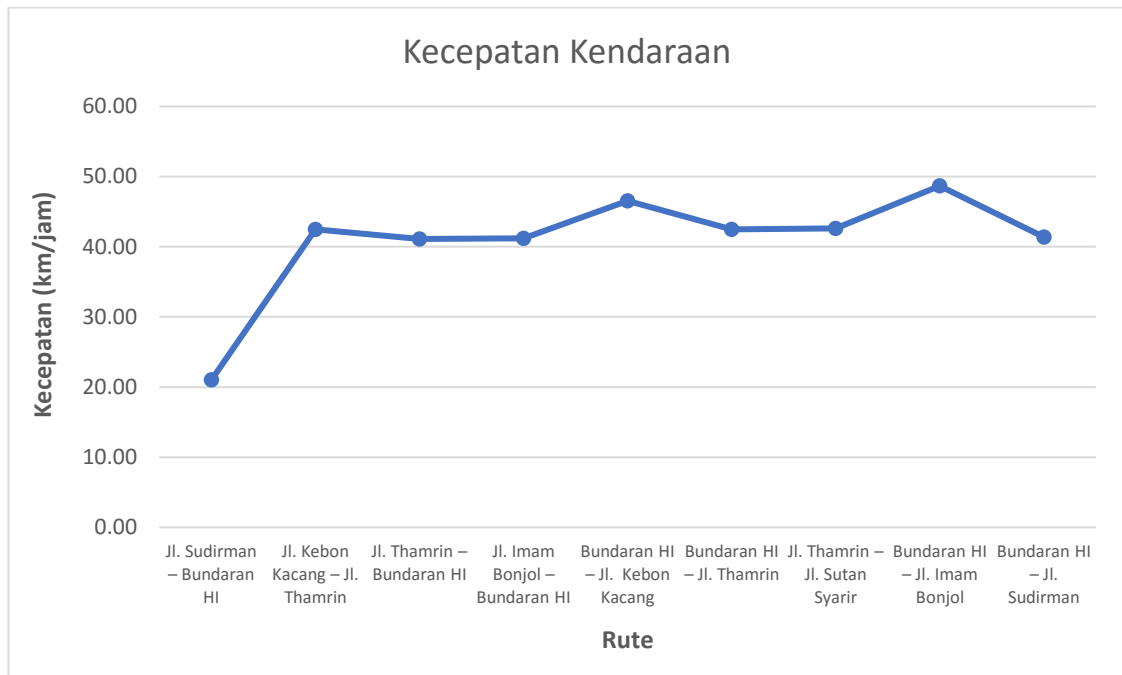
Sumber : Analisis, 2019

Dari data tersebut terlihat bahwa volume terbesar dari hasil VISSIM ialah pada arah Jl. Sudirman – Bundaran HI dan Jl. Thamrin – Bundaran HI. Kedua arah tersebut besar dikarenakan kondisi eksisting yang dimasukkan ke program VISSIM sudah besar. Sehingga pada keluaran hasil VISSIM menjadi perilaku yang sama. Perlu tinjauan pada kecepatan, tundaan dan panjang antrean untuk mengetahui penyebab dari penurunan volume tersebut. Pengecekan selanjutnya dilihat dari kecepatan kendaraan yang keluar dan masuk di bundaran HI. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.12. Hasil keluaran volume dan kecepatan dari VISSIM untuk alternatif 2

Arah	Volume	Kecepatan
Jl. Sudirman – Bundaran HI	8172	21.01
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	306	42.50
Jl. Thamrin – Bundaran HI	7051	41.13
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1212	41.22
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	2482	46.55
Bundaran HI – Jl. Thamrin	4577	42.50
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	637	42.61
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	3075	48.67
Bundaran HI – Jl. Sudirman	5668	41.40
Rata - Rata		40.84

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.13. Grafik kecepatan hasil VISSIM alternatif 2

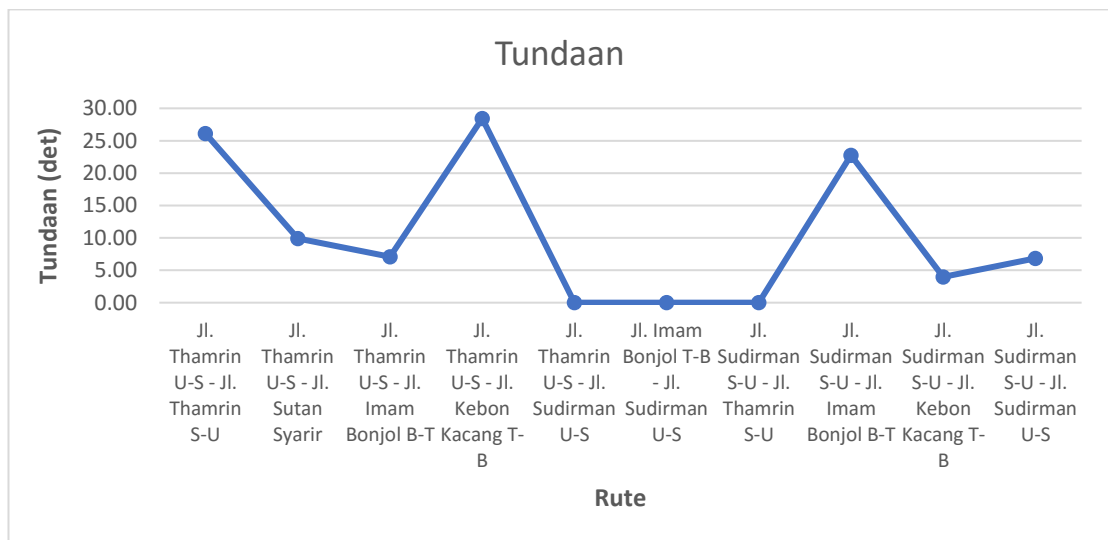
Sumber : Analisis, 2019

Pada tabel dan grafik tersebut dapat dilihat bahwa kecepatan pada kondisi alternatif 2 kecepatan kendaraan cukup tinggi. Pada data terlihat bahwa kecepatan terendah terdapat pada Jl. Sudirman – Bundaran HI. Kondisi tersebut terjadi dikarenakan kendaraan mengurangi kecepatan saat memasuki bundaran. Sedangkan untuk kecepatan tertinggi terjadi pada rute bundaran HI ke JL. Imam bonjol. Kondisi tersebut terjadi karena banyak kendaraan yang mau menuju JL. Sudirman sudah tereduksi dengan adanya alternatif *underpass*. Kondisi tersebut dapat dimanfaatkan kendaraan yang menuju Jl. Imam bonjol tanpa perlu adanya persilangan ataupun gabungan. Untuk keluaran tundaan pada VISSIM dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 4.13. Hasil keluaran tundaan dari VISSIM untuk alternatif 2

Asal - Tujuan	Tundaan (detik)
Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	26.11
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	9.90
Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	7.08
Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	28.44
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	0.00
Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	0.00
Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	0.00
Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	22.78
Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	4.00
Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	6.82
Rata - Rata	10.51

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.14. Grafik tundaan hasil VISSIM alternatif 2

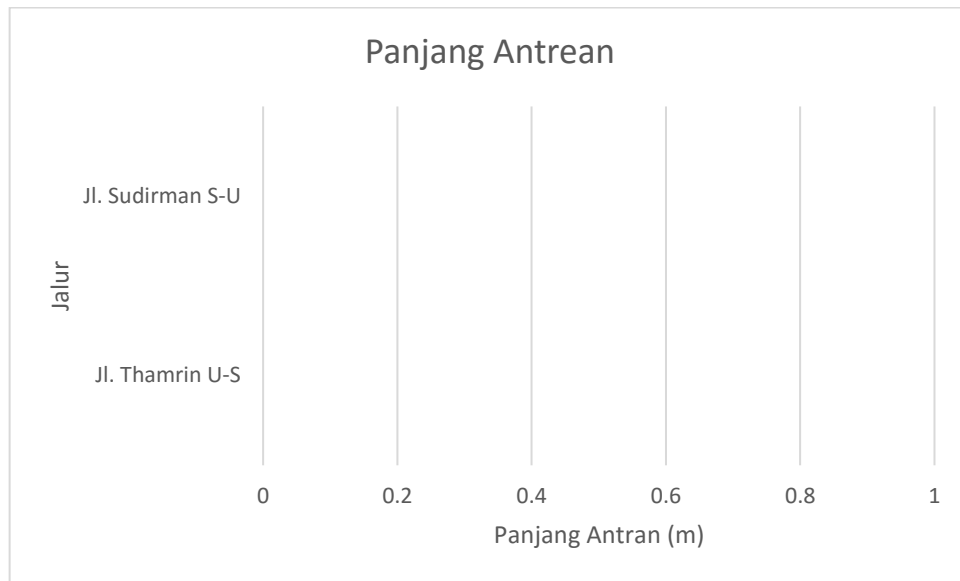
Sumber : Analisis, 2019

Pada tundaan yang terjadi pada kendaraan terlihat bahwa kondisi tertinggi terdapat pada jalan dengan rute Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B dan Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U. Kondisi tersebut terjadi karena pada rute tersebut mengalami persilangan antar kendaraan. Untuk dari arah Jl. Sudirman – Jl. Kebon Kacang mendapat tundaan tinggi dikarenakan arus yang menuju ke Jl. Imam bonjol sangat tinggi. Kondisi tersebut membuat kendaraan dalam kondisi bersilangan atau bergabung antar kendaraan. Kondisi tersebut terjadi juga untuk rute Jl. Thamrin menuju Jl. Thamrin. Dikarenakan tidak ada putaran balik saat diujung jalan maka kendaraan harus menuju sisi selatan bundaran lalu berputar balik menuju ke Jl. Thamrin. Untuk rute yang lain tundaannya sangat rendah dan beberapa rute tundaan sama dengan nol (0). Hal ini dikarenakan kinerja *underpass* yang banyak digunakan para kendaraan untuk menuju jalan lainnya tanpa perlu adanya pertemuan dengan kendaraan yang lain. Pada keluaran panjang antrean dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.14. Hasil keluaran panjang antrean dari VISSIM untuk alternatif 2

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Thamrin U-S	0
2	Jl. Sudirman S-U	0

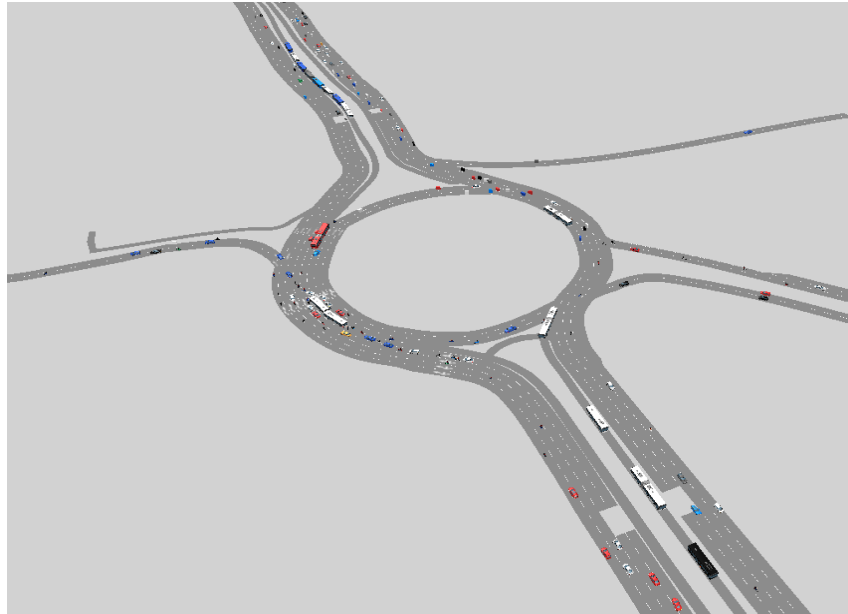
Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.15. Grafik panjang antrean hasil VISSIM alternatif 2

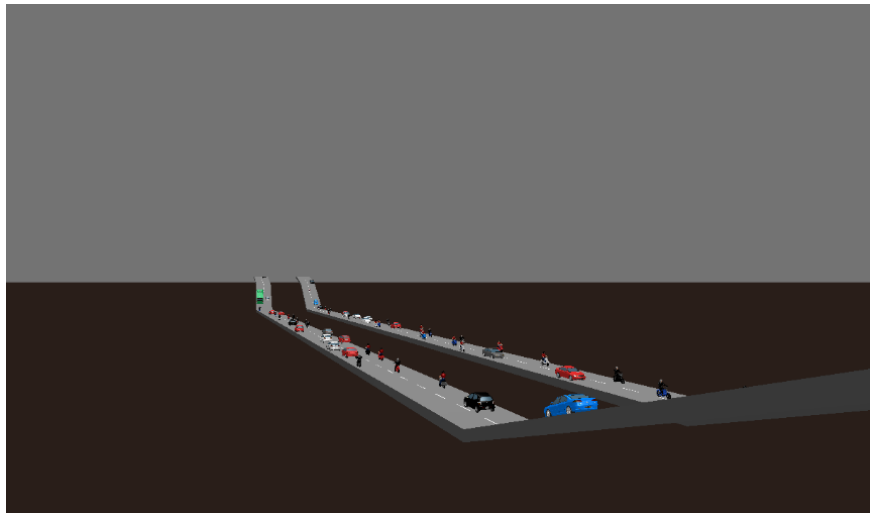
Sumber : Analisis, 2019

Untuk panjang antrean dapat dinyatakan tidak ada antrean. Kondisi ini terjadi dikarenakan pada jalan tersebut sebagian besar kendaraan sudah melalui *unterpass*. Berikut ditampilkan kondisi arus lalu lintas berdasarkan simulasi VISSIM untuk alternatif 2.



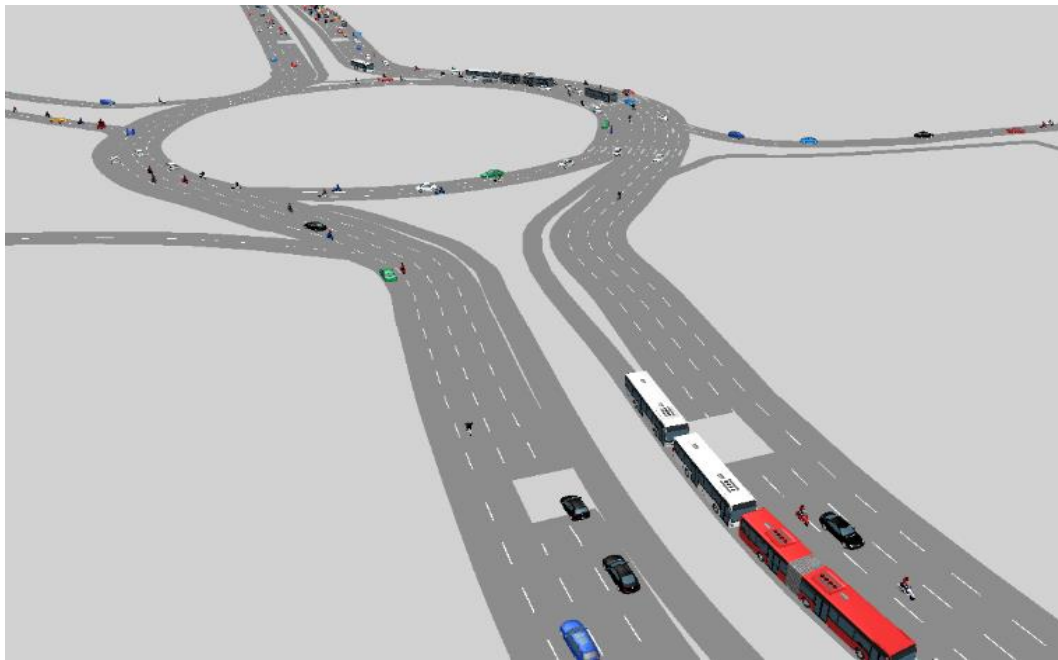
Gambar 4.16. Kondisi lalu lintas hasil arah Jl. Sudirman

Sumber : Analisis VISSIM, 2019



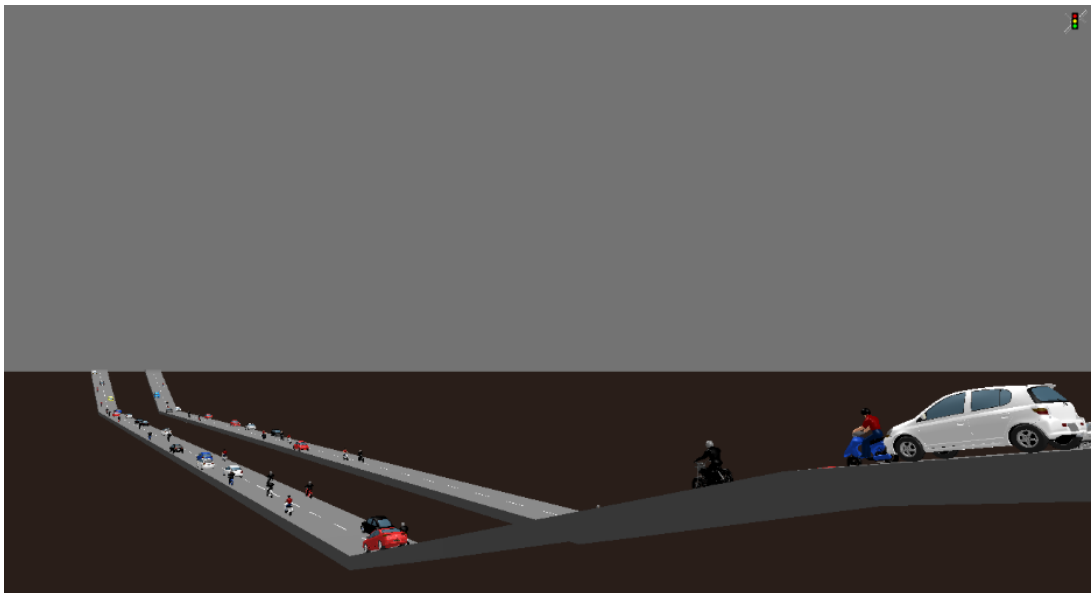
Gambar 4.17. Kondisi lalu lintas *underpass* hasil arah Jl. Sudirman

Sumber : Analisis VISSIM, 2019



Gambar 4.18. Kondisi lalu lintas hasil arah Jl. Thamrin

Sumber : Analisis VISSIM, 2019



Gambar 4.19. Kondisi lalu lintas *underpass* hasil arah Jl. Sudirman

Sumber : Analisis VISSIM, 2019

4.6. Analisis Perbandingan Antar Alternatif

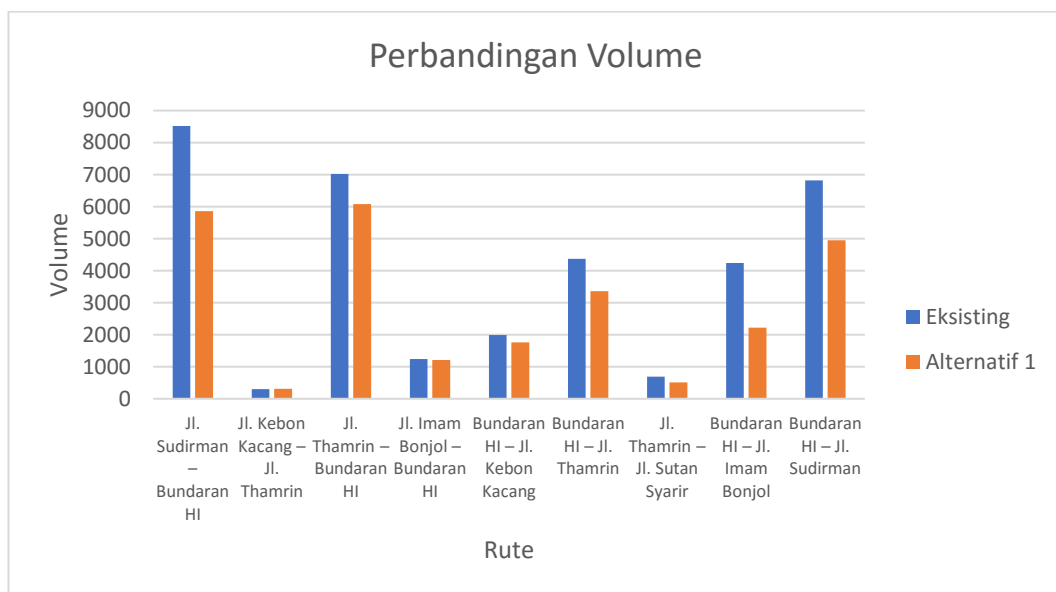
Pada kondisi perbandingan antara eksisting dengan alternatif 1 yaitu pelebaran dan alternatif 2 berupa *underpass*, akan dilihat perbedaan terhadap eksisting. Perbandingan yang pertama ialah kondisi eksisting dengan alternatif 1 dan setelahnya membandingkan dengan alternatif 2. Perbandingan untuk melihat karakteristik kenaikan atau penurunan terhadap volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean akibat eksisting yang ditinjau. Setelah kedua alternatif dibandingkan dengan eksisting tahapan selanjutnya ialah mengkomparasi dengan 3 kondisi yaitu eksisting, alternatif 1 dan alternatif 2. Perbandingan 3 kondisi untuk memperlihatkan kondisi mana yang terbaik untuk masalah di bundaran HI. Untuk perbandingan pertama ialah kondisi eksisting dengan alternatif 1. Untuk bagian pertama ditunjukkan untuk perbandingan pertama ialah volume eksisting dengan alternatif 1. Hal ini untuk menyandingkan kondisi volume apakah mendekati ke eksisting atau menjauh dari eksisting. Pendekatan ini diharapkan dapat menyesuaikan dengan implementasi pada kondisi lapangan. Untuk perbandingan antara kondisi eksisting dengan alternatif 1 yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.15. Hasil perbandingan volume eksisting dan alternatif 1

Arah	Kondisi		Persentase Kesamaan
	Eksisting	Alternatif 1	
Jl. Sudirman – Bundaran HI	8518	5861	69%
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	302	306	101%
Jl. Thamrin – Bundaran HI	7021	6083	87%

Arah	Kondisi		Persentase Kesamaan
	Eksisting	Alternatif 1	
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1244	1212	97%
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1990	1761	88%
Bundaran HI – Jl. Thamrin	4366	3360	77%
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	692	507	73%
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	4237	2216	52%
Bundaran HI – Jl. Sudirman	6814	4949	73%
Rata - Rata			80%

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.20. Grafik perbandingan volume dengan alternatif 1

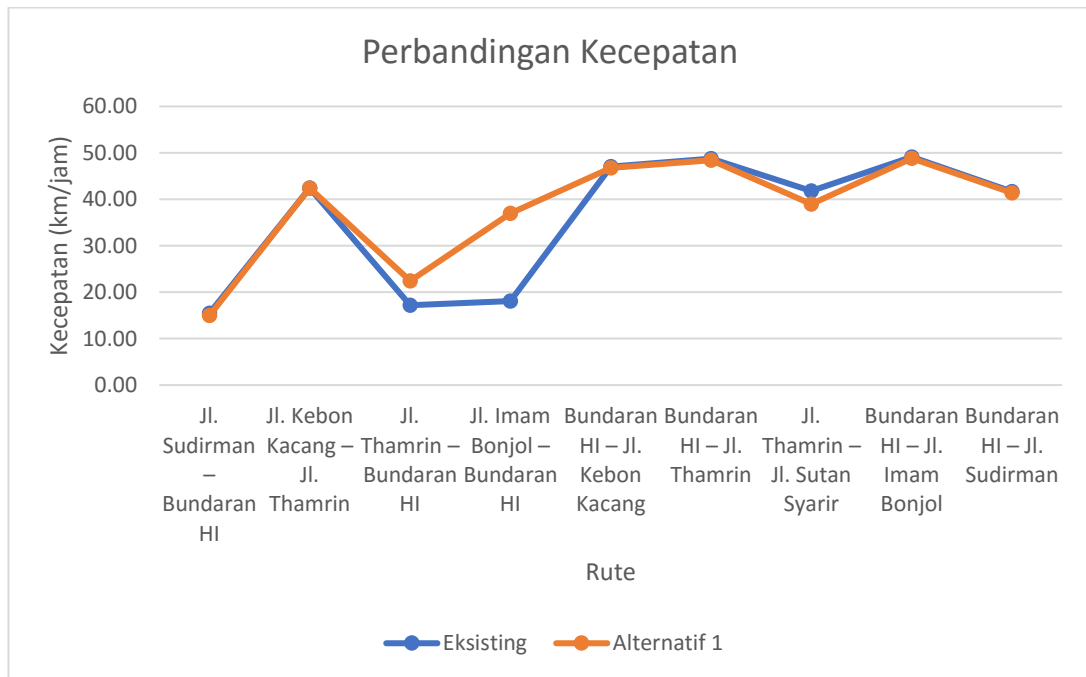
Sumber : Analisis, 2019

Pada tabel dan gambar grafik untuk perbandingan antara eksisting dengan alternatif 1 terdapat kesamaan data sebesar 80%. Untuk volume terbesar didominasi oleh kondisi eksisting dibanding kondisi alternatif 1. Setelah ada perbandingan antara volume maka tinjauan selanjutnya ialah kecepatan yang ditampilkan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 4.16. Hasil perbandingan kecepatan eksisting dan alternatif 1

Arah	Kecepatan (km/jam)		Peningkatan / Penurunan
	Eksisting	Alternatif 1	
Jl. Sudirman – Bundaran HI	15.49	14.97	-3%
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.40	42.44	0%
Jl. Thamrin – Bundaran HI	17.18	22.44	31%
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	18.09	36.95	104%
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	47.05	46.77	-1%
Bundaran HI – Jl. Thamrin	48.77	48.43	-1%
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	41.81	38.97	-7%
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	49.13	48.82	-1%
Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.68	41.38	-1%

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.21. Grafik perbandingan kecepatan dengan alternatif 1

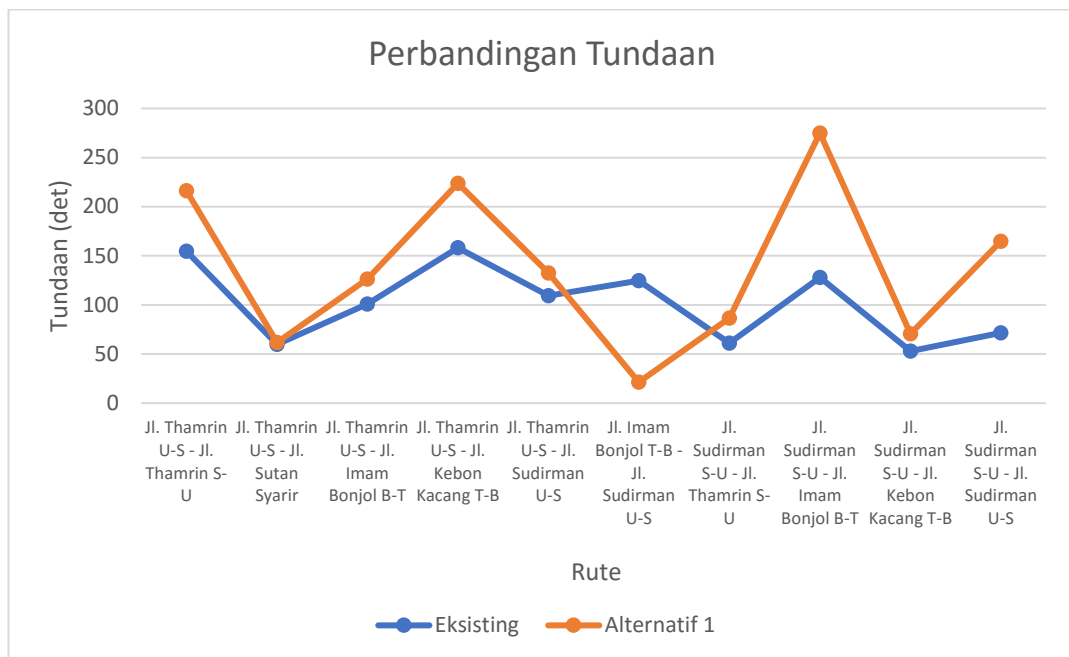
Sumber : Analisis, 2019

Pada tabel dan gambar grafik perbandingan kecepatan antara kondisi eksisting dengan alternatif 1 terdapat kenaikan dan penurunan kecepatan. Untuk kenaikan kecepatan yang dominan ialah pada rute Jl. Thamrin – Bundaran HI dan Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI. Kenaikan kecepatan pada rute tersebut sebesar 31% dan 104% dari kecepatan dikondisi eksisting. Pada rute lain mengalami penurunan kecepatan tetapi tidak lebih dari 8%. Dari segi kecepatan di alternatif 1 dapat disimpulkan kondisi simulasi pelebaran jalan masih layak dilakukan. Untuk tinjauan selanjutnya dapat dilihat pada tundaan kendaraan yang ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.17. Hasil perbandingan tundaan eksisting dan alternatif 1

Arah	Kecepatan (km/jam)		Peningkatan / Penurunan
	Eksisting	Alternatif 1	
Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	154.77	216.11	40%
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	59.76	61.95	4%
Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	101.06	126.43	25%
Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	158.1	223.87	42%
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	109.4	132.49	21%
Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	124.74	21.39	-83%
Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	61.02	86.49	42%
Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	127.99	274.89	115%
Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	52.95	70.74	34%
Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	71.71	164.64	130%
Rata - Rata	102.15	137.90	35%

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.22. Grafik perbandingan tundaan dengan alternatif 1

Sumber : Analisis, 2019

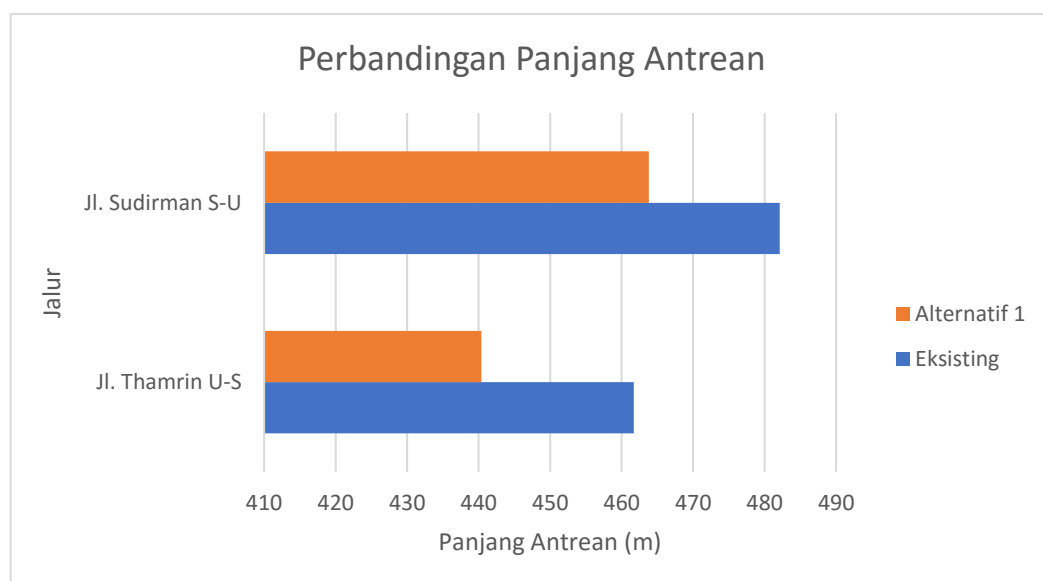
Pada tundaan kendaraan terdapat perbedaan dengan kecepatan. Hal ini terlihat bahwa dengan alternatif 1 menambah tundaan pada kendaraan. Rata-rata tundaan yang terjadi diatas 50%. Penurunan tundaan terjadi hanya di rute Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S yang bisa mereduksi sampai 83% dari kondisi eksisting. Beberapa hal peningkatan tundaan ini ialah kendaraan mendapatkan keleluasaan ruang gerak sehingga menumpuk dan dimungkinkan kondisi semakin menyempit untuk ruang kendaraan yang ada pada jalur tersebut. Tinjauan selanjutnya ialah melihat dari panjang antrean yang terjadi di dekat bundaran HI. Pada panjang antrean yang ditinjau hanya di Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin. Pada titik tersebut terdapat volume kendaraan yang besar sehingga bisa menyebabkan antrean

kendaraan. Berikut ialah tabel dan grafik perbandingan panjang antrean antara eksisting dengan panjang antrean.

Tabel 4.18. Hasil perbandingan panjang antrean eksisting dan alternatif 1

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)		Peningkatan / Penurunan
		Eksisting	Alternatif 1	
1	Jl. Thamrin U-S	461.69	440.38	-5%
2	Jl. Sudirman S-U	482.13	463.82	-4%

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.23. Grafik perbandingan panjang antrean dengan alternatif 1

Sumber : Analisis, 2019

Pada perbandingan eksisting dan alternatif 1 terhadap panjang antrean terdapat pengurangan pada panjang antreannya. Untuk nilai pengurangan panjang antrean yang di dapat ialah 4% sampai 5%. Kondisi pengurangan ini dikarenakan jalan

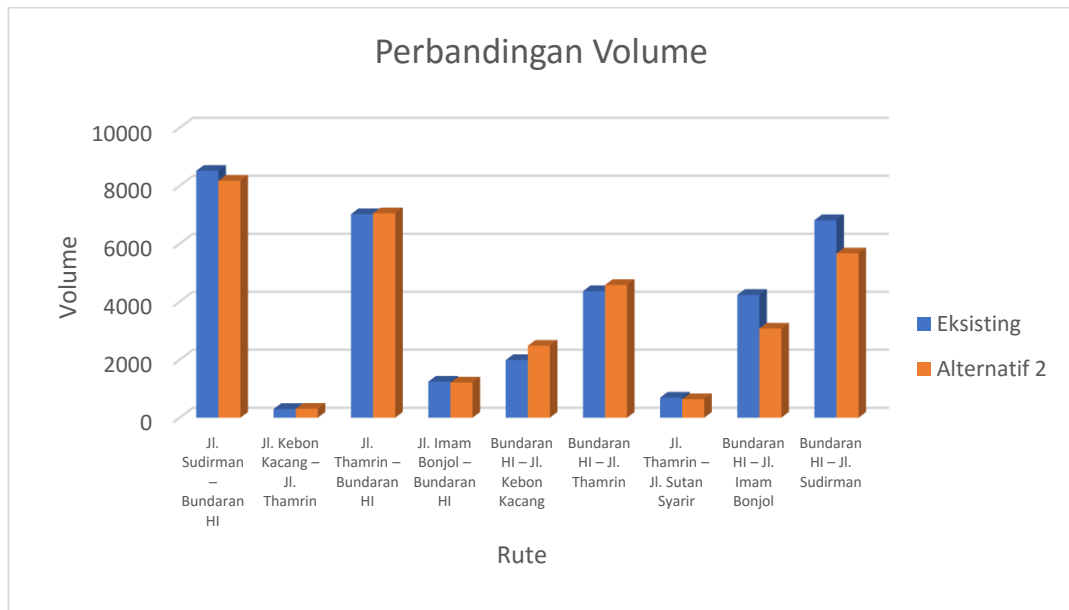
menuju bundaran HI mengalami pelebaran sehingga kendaraan dapat masuk melalui lajur tambahan.

Secara keseluruhan bahwa untuk alternatif 1 yaitu pelebaran jalan dapat diterapkan untuk kondisi lalu lintas di sekitar bundaran HI. Tinjauan selanjutnya yaitu pada alternatif 2 terhadap eksisting. Analisis pertama yang dilihat ialah pada volume kendaraan yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.19. Hasil perbandingan volume eksisting dan alternatif 2

Arah	Kondisi		Persentase Kesamaan
	Eksisting	Alternatif 2	
Jl. Sudirman – Bundaran HI	8518	8172	96%
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	302	306	101%
Jl. Thamrin – Bundaran HI	7021	7051	100%
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1244	1212	97%
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1990	2482	125%
Bundaran HI – Jl. Thamrin	4366	4577	105%
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	692	637	92%
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	4237	3075	73%
Bundaran HI – Jl. Sudirman	6814	5668	83%
Rata - Rata			97%

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.24. Grafik volume kendaraan dengan alternatif 2

Sumber : Analisis, 2019

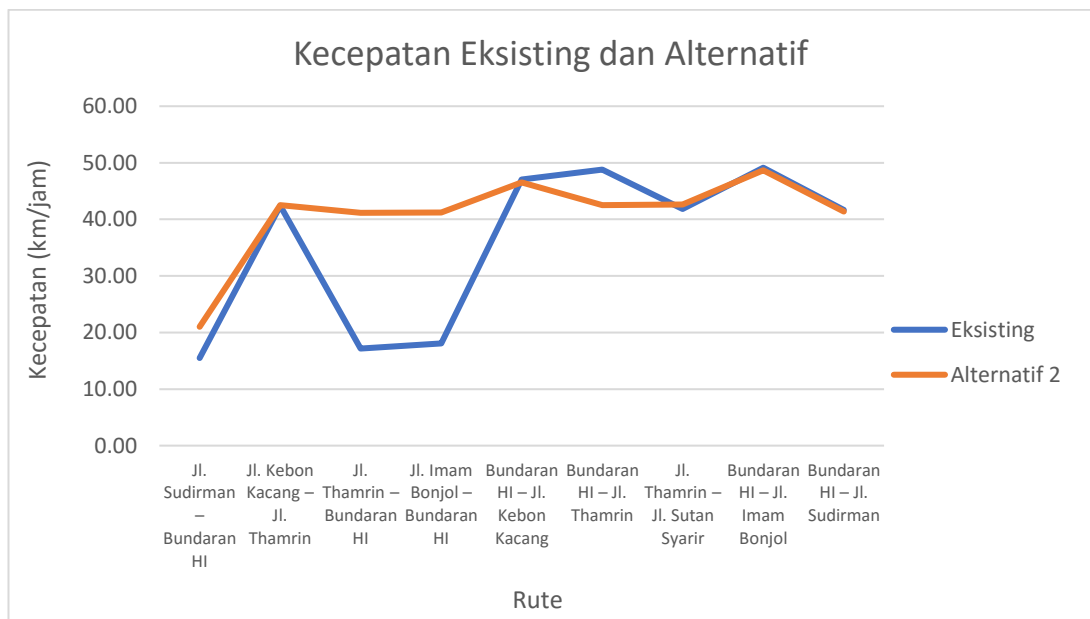
Dilihat pada tabel 4.19 dan gambar grafik 4.16 didapat kemiripan antara volume eksisting dengan alternatif 2. Nilai kemiripan volume mencapai 97%. Volume tersebut dapat terjadi dikarenakan kondisi *underpass* yang terpasang sepanjang Jl. Sudirman hingga Jl. Thamrin sehingga kendaraan yang menuju Jl. Thamrin atau sebaliknya dapat menggunakan *underpass* tersebut. Selanjutnya ialah melihat dari kecepatan yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.20. Hasil perbandingan kecepatan eksisting dan alternatif 2

Arah	Kecepatan (km/jam)		Peningkatan / Penurunan
	Eksisting	Alternatif 2	
Jl. Sudirman – Bundaran HI	15.49	21.01	36%
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.40	42.50	0%

Arah	Kecepatan (km/jam)		Peningkatan / Penurunan
	Eksisting	Alternatif 2	
Jl. Thamrin – Bundaran HI	17.18	41.13	139%
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	18.09	41.22	128%
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	47.05	46.55	-1%
Bundaran HI – Jl. Thamrin	48.77	42.50	-13%
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	41.81	42.61	2%
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	49.13	48.67	-1%
Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.68	41.40	-1%

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.25. Grafik kecepatan kendaraan dengan alternatif 2

Sumber : Analisis, 2019

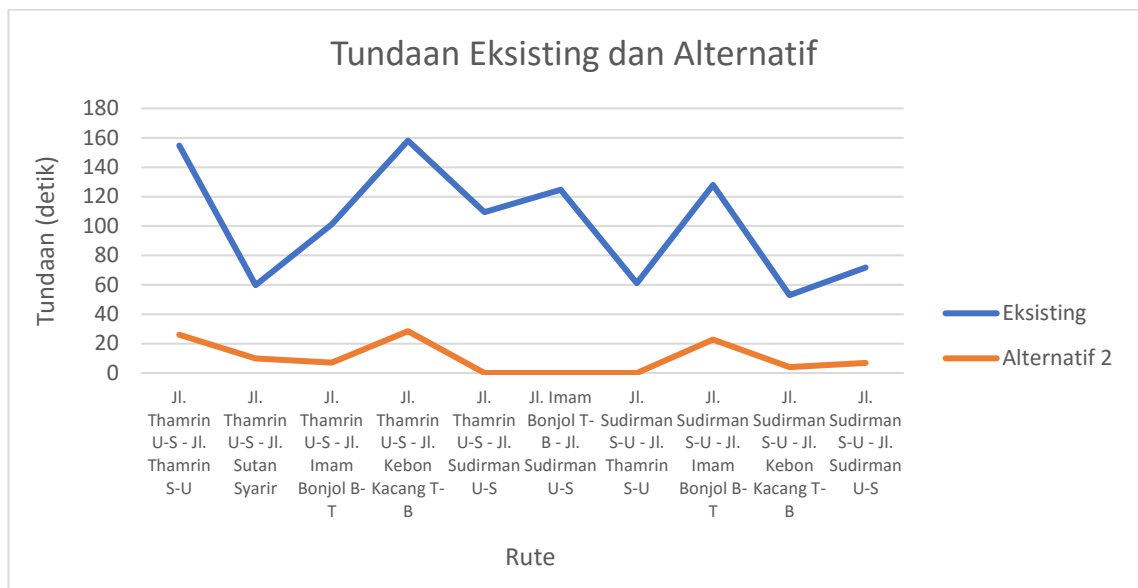
Pada tabel dan gambar grafik tersebut terlihat bahwa kecepatan kendaraan meningkat signifikan. Rute tersebut ialah pada Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S yaitu sebesar 139% dari kecepatan awal. Pada grafik juga terlihat bahwa

kecepatan tidak ada penurunan yang signifikan. Penurunan kecepatan hanya 1% pada pemodelan. Setelah kecepatan ditinjau maka tahapan selanjutnya ialah meninjau tundaan. Untuk tundaan yang dilihat pada eksisting dan alternatif 2 ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.21. Hasil perbandingan tundaan eksisting dan alternatif 2

Asal - Tujuan	Tundaan (detik)		Peningkatan / Penurunan
	Eksisting	Alternatif 2	
Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	154.77	26.11	-83%
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	59.76	9.90	-83%
Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	101.06	7.08	-93%
Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	158.1	28.44	-82%
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	109.4	0.00	-100%
Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	124.74	0.00	-100%
Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	61.02	0.00	-100%
Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	127.99	22.78	-82%
Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	52.95	4.00	-92%
Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	71.71	6.82	-90%
Rata - Rata	102.15	10.51	

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.26. Grafik tundaan kendaraan dengan alternatif 2

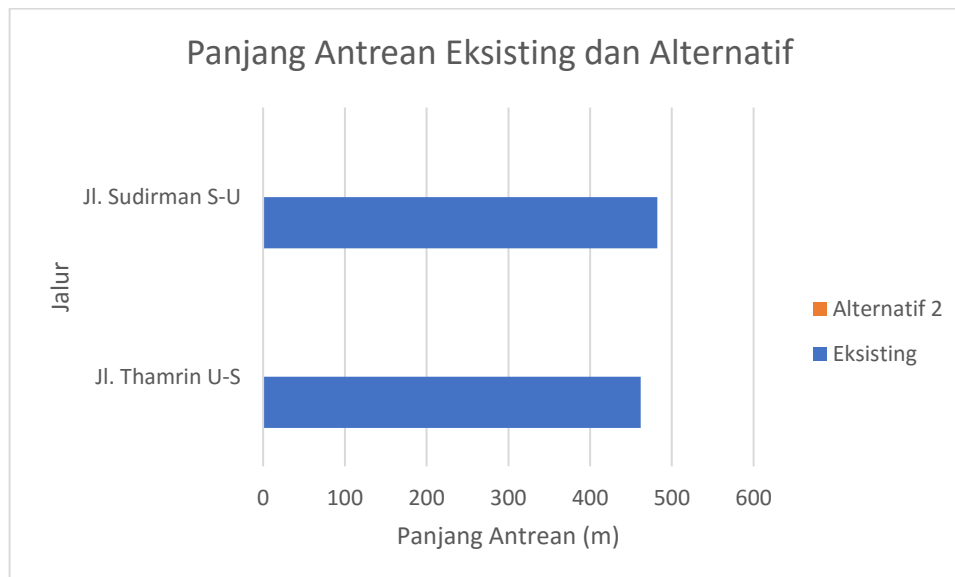
Sumber : Analisis, 2019

Pada tabel dan grafik tersebut terlihat bahwa nilai tundaan pada kendaraan dengan alternatif 2 mengalami penurunan. Bahkan pada rute tertentu tidak terdapat tundaan yang artinya sirkulasi kendaraan berjalan dengan baik. Kondisi ini dikaitkan dengan adanya *underpass* yang ada dibawah bundaran HI baik yang menuju Jl. Thamrin maupun Jl. Sudirman. Dengan adanya *underpass* tersebut maka tidak ada persilangan baik arah ke Jl. Imam bonjol maupun Jl. Kebon kacang. Dengan kondisi tersebut maka tundaan pada kendaraan dapat diminimalisir. Untuk tinjauan selanjutnya dilihat pada panjang antrean yang ditampilkan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 4.22. Hasil perbandingan panjang antrean eksisting dan alternatif 2

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)		Peningkatan / Penurunan
		Eksisting	Alternatif 2	
1	Jl. Thamrin U-S	461.69	0	-100%
2	Jl. Sudirman S-U	482.13	0	-100%
Rata-Rata		471.91	0	

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.27. Grafik tundaan kendaraan dengan alternatif 2

Sumber : Analisis, 2019

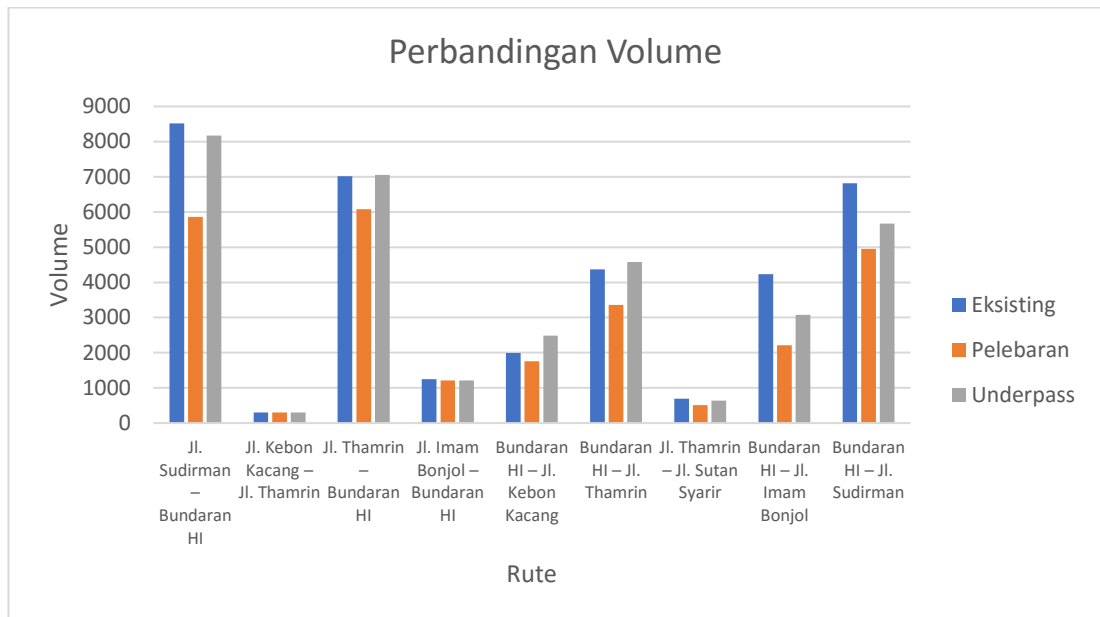
Untuk panjang antrean dengan tinjauan Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin pada alternatif 2 dapat terlihat bahwa tidak ada antrean pada jalan tersebut. Hal ini dikarenakan semua kendaraan yang akan masuk ke Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin sudah menggunakan *underpass* sehingga panjang antrean bisa hilang.

Dengan alternatif 1 dan alternatif 2 yang telah dibandingkan dengan kondisi eksisting maka perlu ditinjau saat alternatif 1 dan alternatif 2 serta eksisting dibandingkan secara keseluruhan. Hal ini untuk melihat peluang dan kondisi alternatif terbaik untuk lalu lintas disekitar bundaran HI. Untuk perbandingan tetap mengacu pada volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Untuk perbandingan pertama ialah volume kendaraan yang ditampilkan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 4.23. Hasil perbandingan volume dengan 3 kondisi

Arah	Kondisi		
	Eksisting	Pelebaran	<i>Underpass</i>
Jl. Sudirman – Bundaran HI	8518	5861	8172
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	302	306	306
Jl. Thamrin – Bundaran HI	7021	6083	7051
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1244	1212	1212
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1990	1761	2482
Bundaran HI – Jl. Thamrin	4366	3360	4577
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	692	507	637
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	4237	2216	3075
Bundaran HI – Jl. Sudirman	6814	4949	5668

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.28. Grafik volume kendaraan dengan 3 kondisi

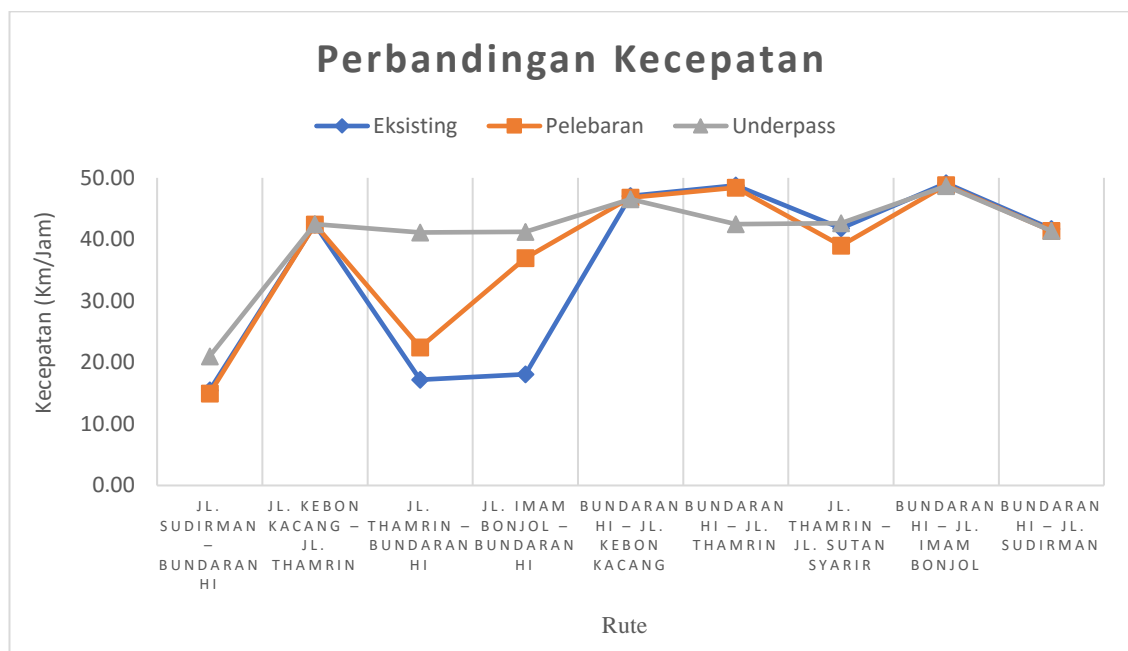
Sumber : Analisis, 2019

Pada tabel dan grafik terlihat bahwa untuk volume kendaraan yang paling mendekati ialah dengan kondisi alternatif 2. Alternatif 2 paling mendekati karena untuk kendaraan dari Jl. Sudirman baik menuju Jl. Kebon kacang, Jl. Thamrin dan Jl. Imam bonjol tidak ada hambatan. Pada rute menuju Jl. Thamrin, pengendara memilih untuk melewati *underpass* untuk menghindari pertemuan antar kendaraan saat di bundaran HI. Pada rute menuju Jl. Imam bonjol dari Jl. Sudirman juga tidak mengalami perlambatan karena arah Jl. Thamrin bisa melalui *underpass* untuk menuju Jl. Sudirman. Tinjauan selanjutnya melihat perbandingan kecepatan 3 kondisi yang ditampilkan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 4.24. Hasil perbandingan kecepatan dengan 3 kondisi

Arah	Kecepatan (km/jam)		
	Eksisting	Pelebaran	Underpass
Jl. Sudirman – Bundaran HI	15.49	14.97	21.01
Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.40	42.44	42.50
Jl. Thamrin – Bundaran HI	17.18	22.44	41.13
Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	18.09	36.95	41.22
Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	47.05	46.77	46.55
Bundaran HI – Jl. Thamrin	48.77	48.43	42.50
Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	41.81	38.97	42.61
Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	49.13	48.82	48.67
Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.68	41.38	41.40

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.29. Grafik kecepatan kendaraan dengan 3 kondisi

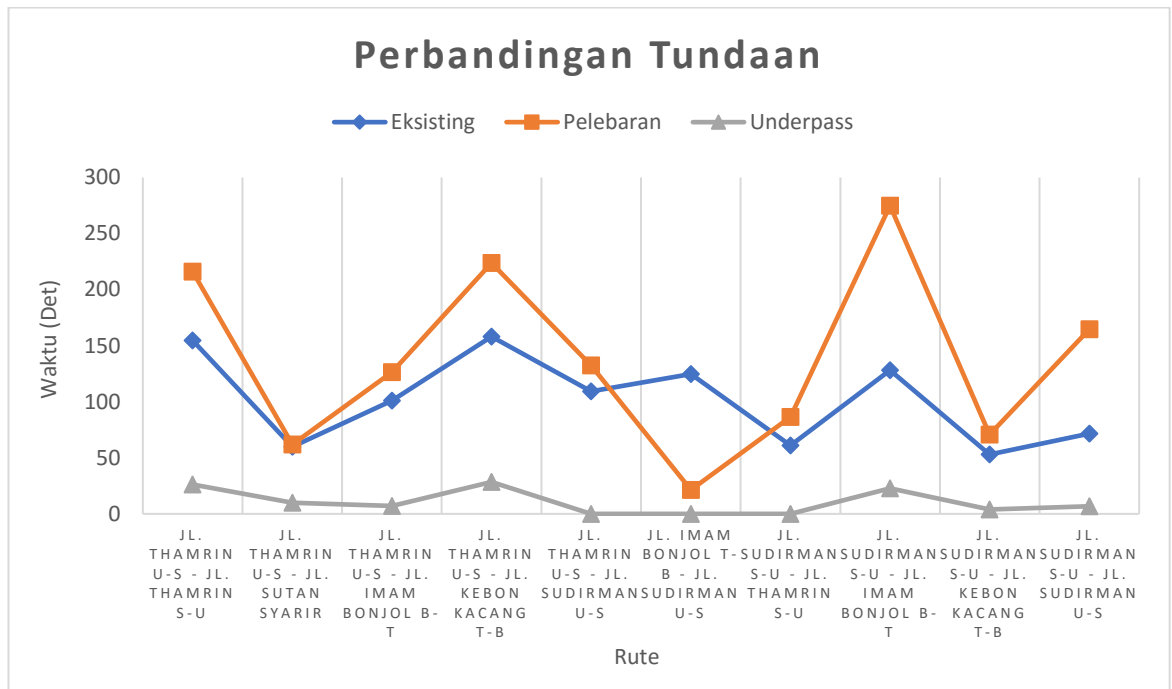
Sumber : Analisis, 2019

Dilihat pada tabel dan grafik tersebut bahwa kecepatan tertinggi didapat dengan alternatif 2. Hal ini dikarenakan adanya *underpass* sehingga kendaraan tidak perlu melewati bundaran. Kondisi tersebut terjadi karena kendaraan yang mau menuju Jl. Sudirman atau Jl. Thamrin sudah bisa melalui *underpass* sehingga kondisi bundaran cenderung lenggang. Berbeda dengan *underpass*, untuk pelebaran jalan juga mengalami reduksi tetapi tidak signifikan. Hal ini terlihat pada grafik perbandingan bahwa kecepatan pada saat pelebaran masih mendekati dengan kondisi eksisting. Untuk tinjauan selanjutnya ialah melihat pada kondisi tundaan kendaraan yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.25. Hasil perbandingan tundaan dengan 3 kondisi

Asal - Tujuan	Tundaan (detik)		
	Eksisting	Pelebaran	<i>Underpass</i>
Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	154.77	216.11	26.11
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	59.76	61.95	9.90
Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	101.06	126.43	7.08
Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	158.1	223.87	28.44
Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	109.4	132.49	0.00
Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	124.74	21.39	0.00
Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	61.02	86.49	0.00
Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	127.99	274.89	22.78
Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	52.95	70.74	4.00
Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	71.71	164.64	6.82

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.30. Grafik tundaan kendaraan dengan 3 kondisi

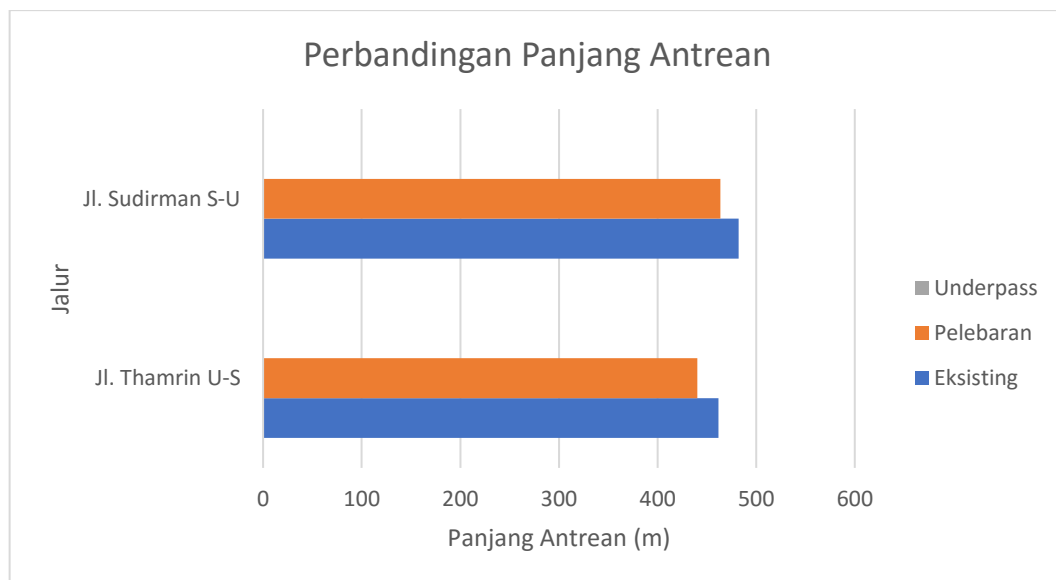
Sumber : Analisis, 2019

Untuk tundaan hasil perbandingan dengan 3 kondisi dapat terlihat bahwa kondisi tundaan terkecil di dapat pada alternatif 2. Kondisi tersebut terjadi dikarenakan bundaran HI menjadi lebih lenggang. Banyaknya kendaraan yang melalui *underpass* untuk menuju Jl. Thamrin atau Jl. Sudirman menyebabkan kondisi di bundaran menjadi lenggang dan kendaraan tidak perlu menunggu untuk masuk ke jalan yang mereka inginkan. Berbeda halnya dengan kondisi pelebaran jalan, tundaan pada kendaraan menjadi lebih besar dibanding kondisi eksisting. Beberapa kondisi dikarenakan kendaraan mencari peluang masuk dan keluar akibat adanya pelebaran pada jalan tersebut. Tinjauan terakhir melihat pada panjang antrean yang dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.26. Hasil perbandingan panjang antrean dengan 3 kondisi

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)		
		Eksisting	Pelebaran	Underpass
1	Jl. Thamrin U-S	461.69	440.38	0
2	Jl. Sudirman S-U	482.13	463.82	0

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.31. Grafik tundaan kendaraan dengan 3 kondisi

Sumber : Analisis, 2019

Dapat dilihat bahwa kondisi untuk panjang antrean terendah didapatkan oleh alternatif 2 yang berupa adanya *underpass*. Kondisi tersebut terjadi karena kendaraan dari Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin lebih memilih melewati *underpass* sehingga kondisi bundaran menjadi lebih lenggang. Berbeda dengan alternatif 1 yang berupa pelebaran jalan, panjang antrean di Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin masih tinggi pada panjang antreannya. Tetapi saat dibandingkan dengan kondisi eksisting,

pelebaran jalan dapat menurunkan panjang antrean. Penurunan panjang antrean berkisar 4% - 5%. Berdasarkan tingkat pelayanan sesuai dengan PM No. 96 tahun 2015, maka tingkat pelayanan pada alternatif 1 ialah tingkat pelayanan F. Untuk alternatif 2 tingkat pelayanan yang didapat ialah tingkat pelayanan B.

Pada perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa alternatif 2 berupa *underpass* lebih baik dibandingkan pelebaran. Beberapa kondisi tersebut dikarenakan kendaraan yang akan menuju Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin menggunakan *underpass* sebagai jalan terusan. Dengan teralihnya kendaraan melewati *underpass* maka bundaran HI akan lebih lenggang. Dibandingkan dengan pelebaran jalan disekitar bundaran HI, dapat dilihat untuk kecepatan dan panjang antrean dapat tereduksi walaupun kecil. Untuk kondisi ideal maka dapat disimpulkan dengan pembuatan *underpass* menjadi solusi lebih baik dibanding pelebaran.

4.7. Analisis Kondisi Proyeksi 10 Tahun Ke Depan

Untuk dapat menilai kinerja dari 2 alternatif sebelumnya yaitu pelebaran dan *underpass* maka akan dilakukan proyeksi lalu lintas untuk jumlah kendaraan. Untuk volume proyeksi pertahun sampai tahun ke-10 ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.27. Hasil proyeksi untuk 10 tahun ke depan

No.	Rute	Volume / Tahun										
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	8518	8944	9391	9861	10354	10871	11415	11986	12585	13214	13875

No.	Rute	Volume / Tahun										
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	302	317	333	350	367	385	405	425	446	469	492
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	7021	7372	7741	8128	8534	8961	9409	9879	10373	10892	11436
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1244	1306	1372	1440	1512	1588	1667	1750	1838	1930	2026
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1990	2090	2194	2304	2419	2540	2667	2800	2940	3087	3242
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	4366	4584	4814	5054	5307	5572	5851	6143	6451	6773	7112
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	692	727	763	801	841	883	927	974	1022	1074	1127
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	4237	4449	4671	4905	5150	5408	5678	5962	6260	6573	6902
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	6814	7155	7512	7888	8282	8697	9131	9588	10067	10571	11099
Total		35184	36943	38790	40730	42766	44905	47150	49507	51983	54582	57311

Sumber : Analisis, 2019

4.8. Analisis Proyeksi Terhadap Solusi Alternatif 3

Alternatif 3 yang berupa pelebaran jalan dilakukan analisis lanjutan berupa masukkan volume hasil proyeksi 10 tahun kedepan. Dengan adanya masukan data tersebut dapat dilakukan analisis kondisi lalu lintas pada bundaran. Proyeksi tersebut menentukan apakah lalu lintas dapat berjalan atau dengan kemungkinan kendaraan terkunci yang didefinisikan tidak bergerak di sekitar bundaran HI atau yang akan memasuki bundaran HI. Seperti analisis sebelumnya, tinjauan hasil keluaran yang digunakan ialah volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Berikut tabel volume kendaraan hasil dari VISSIM.

Tabel 4.28. Hasil volume kendaraan pada alternatif 3 kondisi proyeksi

No.	Rute	Volume
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	3985
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	526
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	5478
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	913
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1392
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	2678
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	481
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	1573
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	4476
Total		21502

Sumber : Analisis, 2019

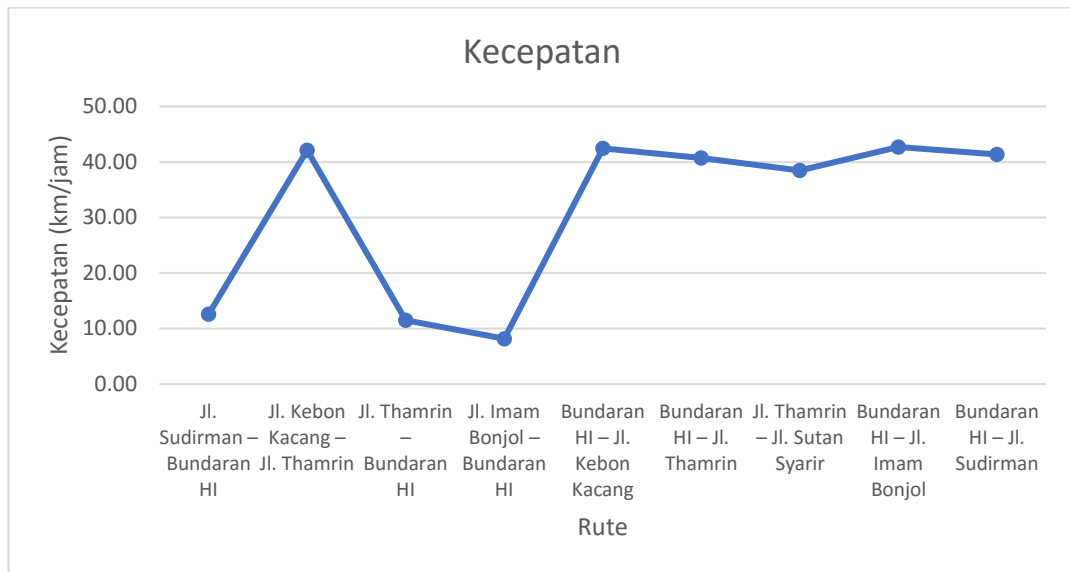
Pada tabel tersebut terlihat bahwa volume cenderung menurun bahwa tidak mendekati hasil volume proyeksi. Beberapa hal disimpulkan bahwa jalan tersebut

sudah tidak dapat melayani dengan volume pada proyeksi sehingga kendaraan yang masuk tidak dapat dihitung dititik perhitungan. Kondisi tersebut terjadi karena panjang antrean di bundaran HI meningkat karena kendaraan yang menuju Jl. Imam bonjol dan juga Jl. Kebon kacang. Untuk hasil kecepatan hasil proyeksi ditampilkan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 4.29. Hasil kecepatan kendaraan pada alternatif 3 kondisi proyeksi

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	12.59
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.08
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	11.49
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	8.17
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	42.48
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	40.70
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	38.45
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	42.70
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.35
Rata - rata		31.11

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.32. Grafik kecepatan kendaraan alternatif 3 dengan proyeksi

Sumber : Analisis, 2019

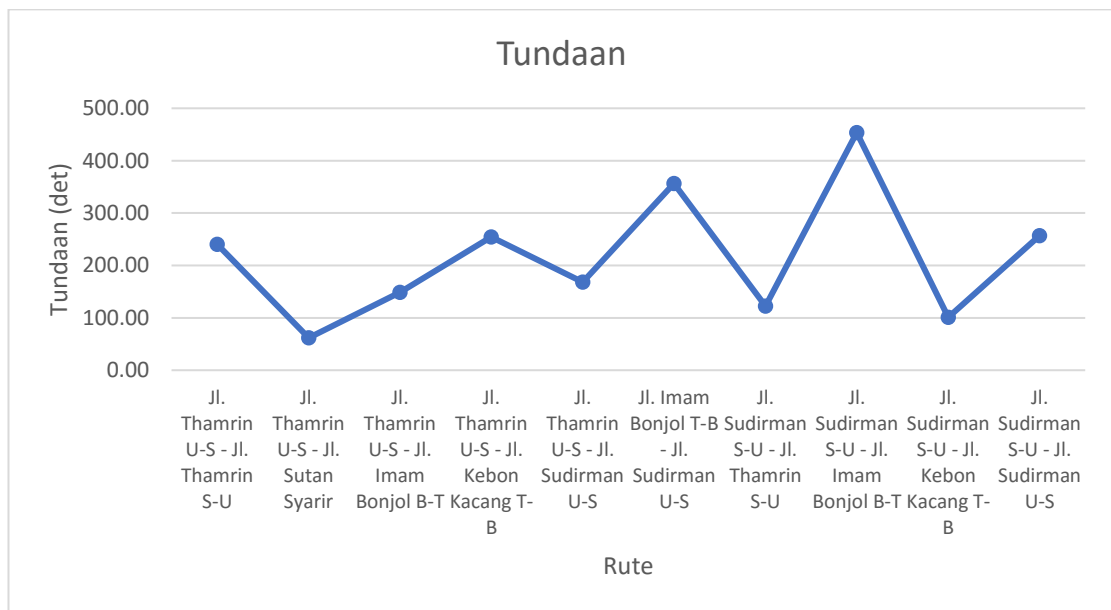
Pada tabel dan grafik terlihat bahwa kecepatan terendah terjadi saat kendaraan memasuki bundaran HI. Kondisi ini dikaitkan dengan volume kendaraan yang tinggi hasil proyeksi sehingga kapasitas jalan tidak dapat menampung kendaraan walaupun sudah dilebarkan. Tinjauan lanjutan dilihat pada tundaan dalam bentuk tabel dan gambar sebagai berikut.

Tabel 4.30. Hasil tundaan kendaraan pada alternatif 3 kondisi proyeksi

No.	Rute	Tundaan (det)
1	Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	240.45
2	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	61.80
3	Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	148.37
4	Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	254.42

No.	Rute	Tundaan (det)
5	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	168.05
6	Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	356.33
7	Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	122.49
8	Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	453.56
9	Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	101.02
10	Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	256.89
Rata - rata		216.34

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.33. Grafik tundaan kendaraan alternatif 3 dengan proyeksi

Sumber : Analisis, 2019

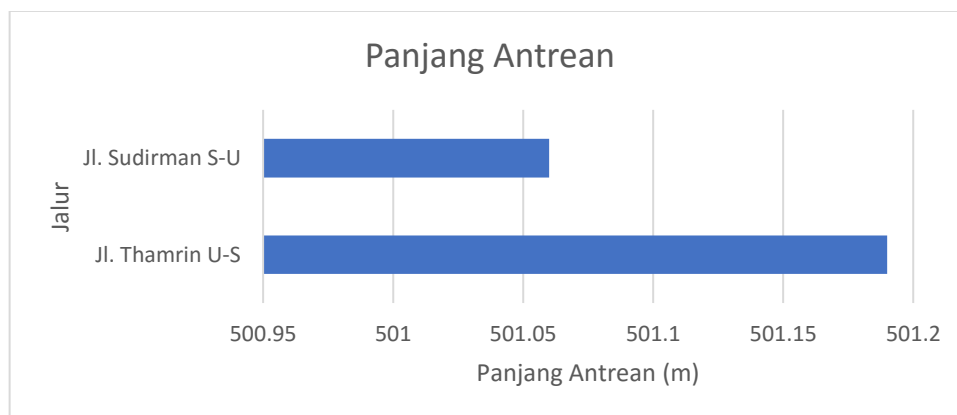
Berdasarkan data tundaan tertinggi terjadi pada rute Jl. Sudirman yang menuju Jl. Imam bonjol. Hal tersebut terjadi karena arus lalu lintas dari Jl. Thamrin yang tinggi dan kendaraan dari arah Jl. Sudirman akan melakukan persilangan untuk menuju Jl.

Imam bonjol sehingga konflik tidak dapat dihindarkan. Konflik tersebut menyebabkan kendaraan mengalami tundaan agar kendaraan lewat terlebih dahulu baru kendaraan bisa melewatinya. Untuk tinjauan terakhir dilihat dari panjang antrean yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.31. Hasil panjang antrean kendaraan pada alternatif 3 kondisi proyeksi

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Thamrin U-S	501.19
2	Jl. Sudirman S-U	501.06

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.34. Grafik panjang antrean kendaraan alternatif 3 dengan proyeksi

Sumber : Analisis, 2019

Pada hasil panjang antrean antara Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin dapat dinyatakan sama. Kondisi panjang antrean ini kemungkinan bisa lebih panjang jika dilakukan pengaturan pada sistem VISSIM. Pada panjang antrean yang muncul di Jl.

Sudirman dan Jl. Thamrin menjadi dasar kemungkinan kendaraan dapat leluasa dalam menghadapi arus lalu lintas.

4.9. Analisis Proyeksi Terhadap Solusi Alternatif 4

Alternatif 4 yang berupa *underpass* pada jalan dilakukan analisis lanjutan berupa masukkan volume hasil proyeksi 10 tahun kedepan. Dengan adanya masukan data tersebut dapat dilakukan analisis kondisi lalu lintas pada bundaran. Proyeksi tersebut menentukan apakah lalu lintas dapat berjalan atau dengan kemungkinan kendaraan terkunci yang didefinisikan tidak bergerak di sekitar bundaran HI atau yang akan memasuki bundaran HI. Untuk analisis berupa *underpass* terdapat kelebihan ialah jalan yang menuju ke Jl. Thamrin atau sebaliknya bisa melalui *underpass* tanpa harus bertemu di bundaran. Sehingga dimungkinkan kondisinya lebih baik dibanding pelebaran. Seperti analisis sebelumnya, tinjauan hasil keluaran yang digunakan ialah volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Berikut tabel volume kendaraan hasil dari VISSIM.

Tabel 4.32. Hasil volume kendaraan pada alternatif 4 kondisi proyeksi

No.	Rute	Volume
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	6983
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	526
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	6220
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	2072
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	2130
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	4222

No.	Rute	Volume
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	545
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	2653
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	5917
Total		31268

Sumber : Analisis, 2019

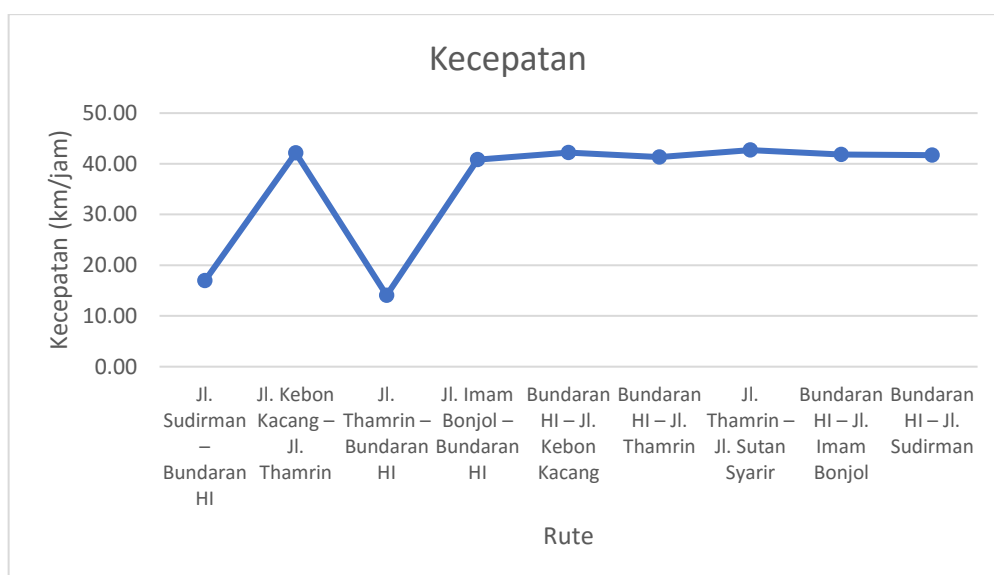
Pada tabel tersebut terlihat bahwa volume cenderung menurun bahwa tidak mendekati hasil volume proyeksi. Beberapa hal disimpulkan bahwa jalan tersebut sudah tidak dapat melayani dengan volume pada proyeksi sehingga kendaraan yang masuk tidak dapat dihitung dititik perhitungan. Masalah baru juga muncul karena terdapat kepadatan lalu lintas sebelum masuk *underpass* sehingga volume tertahan di titik tersebut sebelum masuk ke bundaran HI. Kondisi tersebut terjadi karena panjang antrean di bundaran HI meningkat karena kendaraan yang menuju Jl. Imam bonjol dan juga Jl. Kebon kacang. Untuk hasil kecepatan hasil proyeksi ditampilkan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 4.33. Hasil volume kecepatan pada alternatif 4 kondisi proyeksi

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	16.94
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.17
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	14.08
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	40.84
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	42.19
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	41.35

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	42.70
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	41.83
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.68
Rata - rata		35.98

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.35. Grafik kecepatan kendaraan alternatif 4 dengan proyeksi

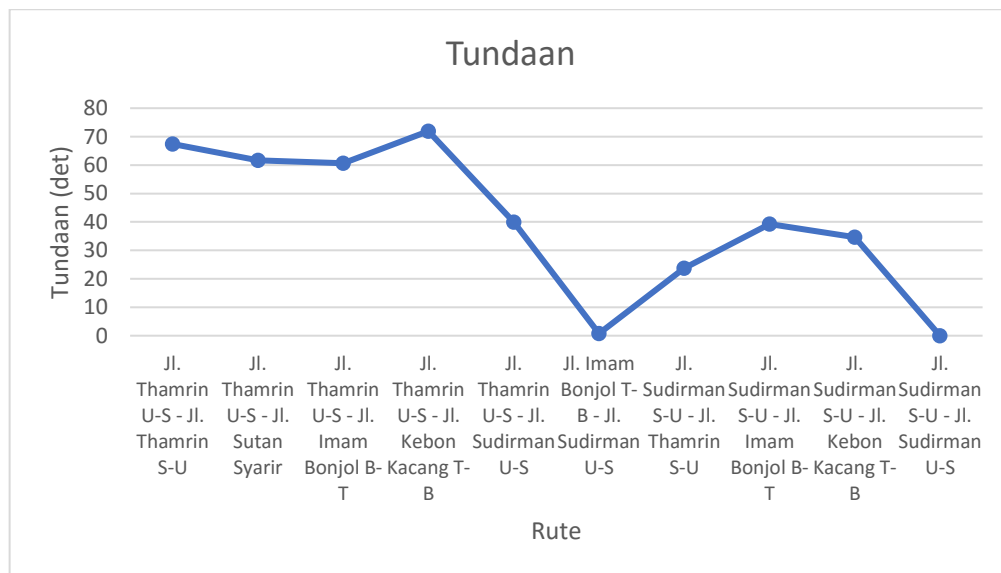
Sumber : Analisis, 2019

Pada tabel dan grafik terlihat bahwa kecepatan terendah terjadi saat kendaraan memasuki bundaran HI. Kondisi ini dikaitkan dengan volume kendaraan yang tinggi hasil proyeksi sehingga kapasitas jalan tidak dapat menampung kendaraan walaupun sudah menggunakan *underpass*. Kondisi tersebut menjadikan Tinjauan lanjutan dilihat pada tundaan dalam bentuk tabel dan gambar sebagai berikut.

Tabel 4.34. Hasil tundaan kecepatan pada alternatif 4 kondisi proyeksi

No.	Rute	Tundaan (det)
1	Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	67.45
2	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	61.63
3	Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	60.62
4	Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	71.91
5	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	39.98
6	Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	0.82
7	Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	23.74
8	Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	39.27
9	Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	34.66
10	Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	0
Rata - rata		40.01

Sumber : Analisis, 2019



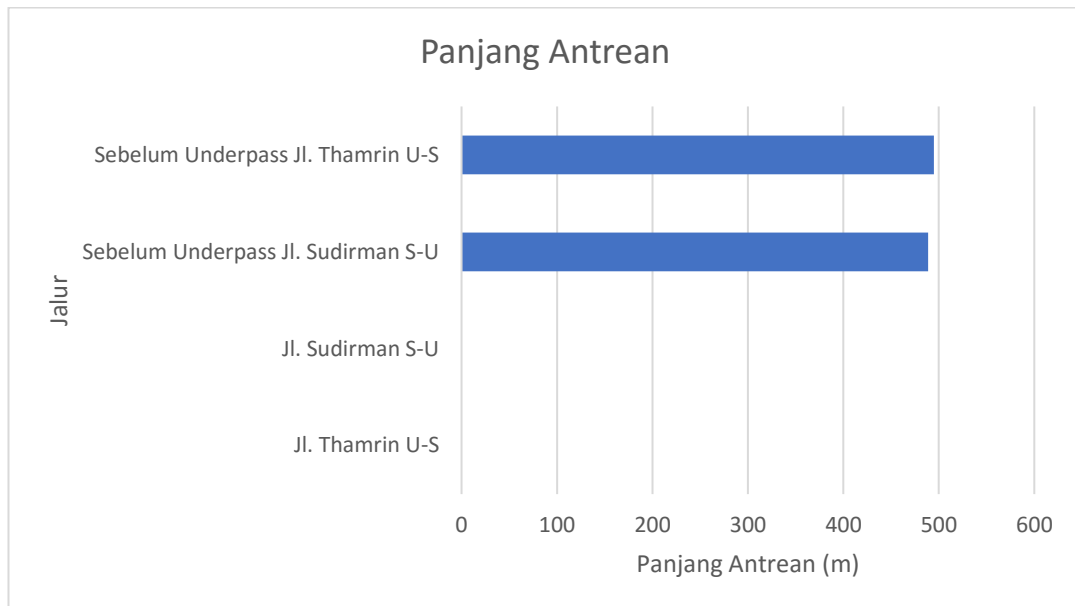
Gambar 4.36. Grafik tundaan kendaraan alternatif 4 dengan proyeksi

Sumber : Analisis, 2019

Berdasarkan data tundaan tertinggi terjadi pada rute Jl. Thamrin yang menuju Jl. Kebon kacang. Hal tersebut terjadi karena arus lalu lintas dari Jl. Thamrin yang tinggi dan kendaraan dari arah Jl. Sudirman akan melakukan persilangan untuk menuju Jl. Imam bonjol sehingga konflik tidak dapat dihindarkan. Konflik tambahan selanjutnya saat kendaraan dari Jl. Sudirman maka terjadi persilangan kembali dengan kendaraan dari arah Jl. Thamrin. Konflik tersebut menyebabkan kendaraan mengalami tundaan agar kendaraan lewat terlebih dahulu baru kendaraan bisa melewatinya. Untuk tinjauan terakhir dilihat dari panjang antrean yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.35. Hasil panjang antrean kecepatan pada alternatif 4 kondisi proyeksi

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Thamrin U-S	0
2	Jl. Sudirman S-U	0.03
3	Sebelum Underpass Jl. Sudirman S-U	488.69
4	Sebelum Underpass Jl. Thamrin U-S	494.75
Rata - rata		245.87



Gambar 4.37. Grafik panjang antrean kendaraan alternatif 4 dengan proyeksi

Sumber : Analisis, 2019

Pada hasil panjang antrean antara Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin dapat dinyatakan tidak ada. Tetapi terdapat panjang antrean baru sebelum *underpass* Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin. Sehingga dengan adanya *underpass* akibat proyeksi 10 tahun ke depan seperti memindahkan kemacetan. Perlu dilakukan tinjauan lebih lanjut untuk *underpass* agar dapat diminimalisir.

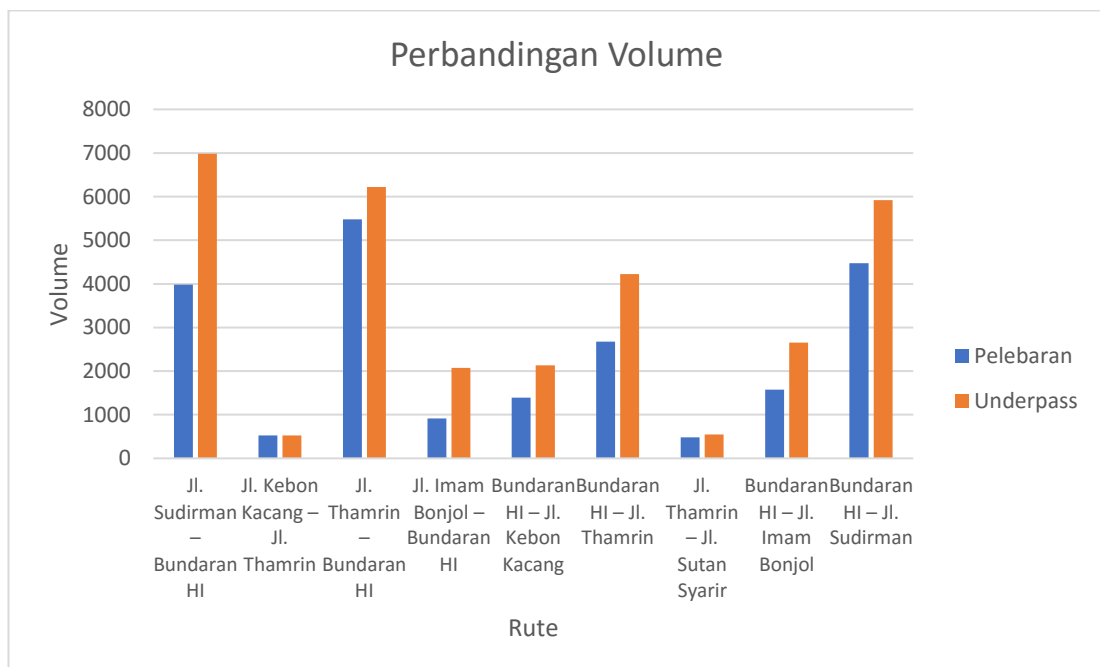
4.10. Analisis Perbandingan Proyeksi Terhadap Solusi Alternatif

Analisis pada pelebaran dan *underpass* yang telah ditinjau dilakukan perbandingan untuk menentukan kondisi terbaik antara pelebaran dengan *underpass*. Pada analisis perbandingan yang ditinjau ialah volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Tabel dan gambar grafik volume ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 4.36. Hasil perbandingan volume kondisi proyeksi

No.	Rute	Volume	
		Pelebaran	Underpass
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	3985	6983
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	526	526
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	5478	6220
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	913	2072
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1392	2130
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	2678	4222
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	481	545
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	1573	2653
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	4476	5917
Total		21502	31268

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.38. Grafik perbandingan volume kondisi proyeksi

Sumber : Analisis, 2019

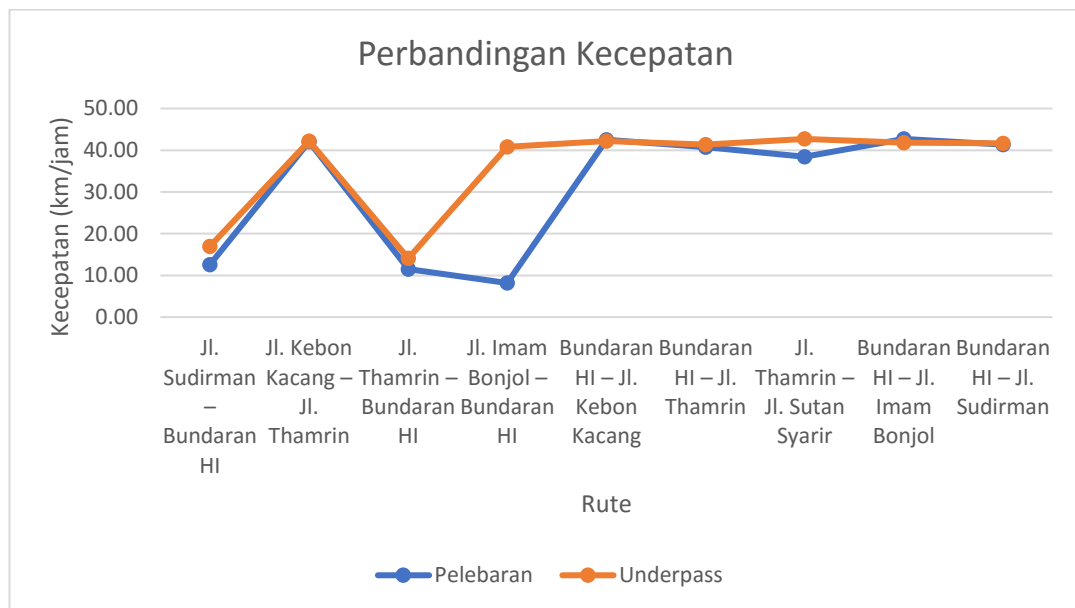
Dapat dilihat bahwa pada kondisi pelebaran volume kendaraan lebih rendah dibandingkan dengan *underpass*. Kondisi tersebut terjadi karena kendaraan sudah mengantre di bundaran HI akibat pertemuan dari Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin. Pada kondisi tersebut kendaraan tidak melewati titik perhitungan kendaraan karena di bundaran tersebut sudah tidak ada pergerakan. Untuk kecepatan sudah mendekati 0 km/jam. Berbeda halnya dengan *underpass*, kondisi volume lebih tinggi dibanding pelebaran. Hal tersebut didukung oleh kendaraan yang masuk ke *underpass* untuk menuju ke Jl. Sudirman maupun Jl. Thamrin. Solusi untuk pelebaran dan *underpass* juga belum memenuhi kriteria akibat proyeksi 10 tahun ke depan. Hal ini dikarenakan kedua solusi tersebut tidak dapat mendekati volume hasil proyeksi. Perbedaan persentase antara kondisi eksisting dengan solusi mencapai 50%. Perlu tinjauan lebih lanjut terhadap volume proyeksi. Beberapa kemungkinan dikarenakan jalan sudah tidak dapat menampung kendaraan tersebut sampai proyeksi 10 tahun ke depan. Selanjutnya untuk melihat perbandingan kecepatan antara solusi alternatif 1 dengan alternatif 2 ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.37. Hasil perbandingan kecepatan kondisi proyeksi

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)	
		Pelebaran	Underpass
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	12.59	16.94
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.08	42.17
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	11.49	14.08
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	8.17	40.84

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)	
		Pelebaran	Underpass
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	42.48	42.19
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	40.70	41.35
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	38.45	42.70
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	42.70	41.83
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.35	41.68
Rata - rata		31.11	35.98

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.39. Grafik perbandingan kecepatan kondisi proyeksi

Sumber : Analisis, 2019

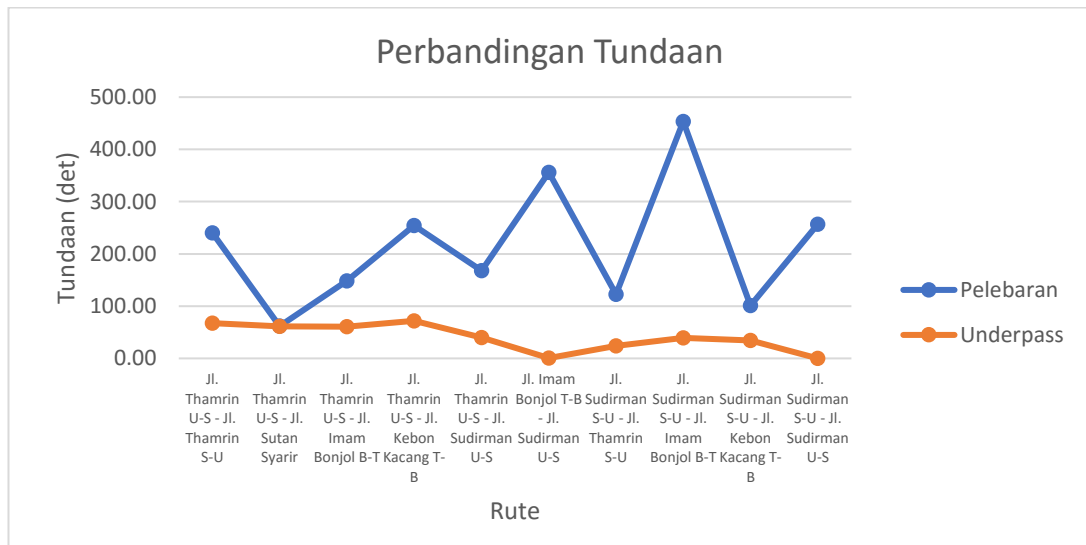
Tabel dan grafik kecepatan tersebut memperlihatkan bahwa solusi *underpass* lebih baik dibandingkan pelebaran. Hal ini dikarenakan banyak kendaraan yang menggunakan *underpass* untuk menuju Jl. Sudirman atau Jl. Thamrin. Dengan

banyaknya kendaraan yang melalui *underpass* maka kendaraan setelah melewati *underpass* bisa memacu kecepatan kendaraannya. Tetapi sebelum *underpass* kendaraan mengalami perlambatan yang tinggi. Hal ini dikarenakan kendaraan yang masih bebas mengubah manuver mereka sebelum *underpass* sehingga membuat panjang antrean akibat kendaraan yang akan memotong agar tidak masuk *underpass*. Setelah kendaraan melewati bundaran HI maka kecepatan kendaraan menjadi tinggi dikarenakan tidak ada hambatan didepannya. Tahapan perbandingan lainnya pada tundaan yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.38. Hasil perbandingan tundaan kondisi proyeksi

No.	Rute	Tundaan (det)	
		Pelebaran	Underpass
1	Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	240.45	67.45
2	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	61.80	61.63
3	Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	148.37	60.62
4	Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	254.42	71.91
5	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	168.05	39.98
6	Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	356.33	0.82
7	Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	122.49	23.74
8	Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	453.56	39.27
9	Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	101.02	34.66
10	Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	256.89	0.00
Rata - rata		216.34	40.01

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.40. Grafik perbandingan tundaan kondisi proyeksi

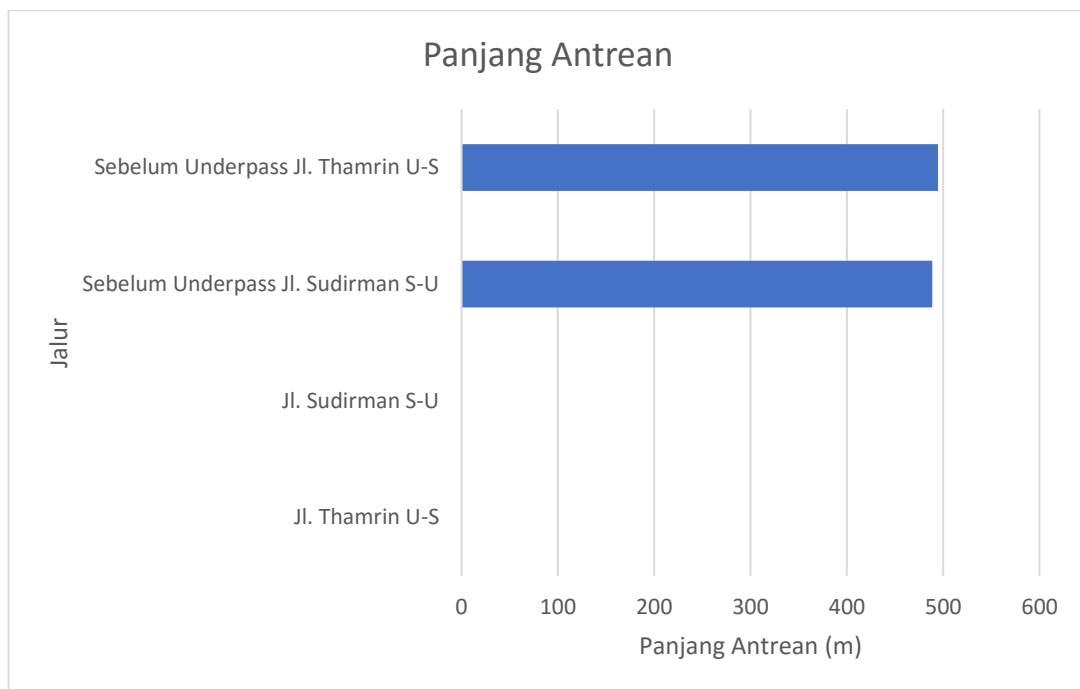
Sumber : Analisis, 2019

Hasil dari tabel dan grafik menggambarkan bahwa tundaan rendah didapat pada solusi *underpass*. Solusi *underpass* yang dapat membuat rute baru sehingga memungkinkan kendaraan menggunakan rute tersebut untuk memangkas waktu tempuh. Dengan adanya rute baru tersebut maka tundaan untuk menuju rute lain bisa diminimalkan. Beda halnya dengan pelebaran jalan, saat diproyeksikan untuk 10 tahun mendatang menyebabkan tundaan menjadi tinggi. Artinya pelebaran yang telah dilakukan tidak mampu menampung volume kendaraan untuk proyeksi 10 tahun mendatang. Untuk tinjauan selanjutnya berupa panjang antrean dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.39. Hasil perbandingan panjang antrean kondisi proyeksi

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)	
		Pelebaran	Underpass
1	Jl. Thamrin U-S	501.19	0
2	Jl. Sudirman S-U	501.06	0.03
3	Sebelum Underpass Jl. Sudirman S-U	0	488.69
4	Sebelum Underpass Jl. Thamrin U-S	0	494.75
Rata - rata		501.13	491.72

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.41. Grafik perbandingan panjang antrean kondisi proyeksi

Sumber : Analisis, 2019

Berdasarkan hasil simulasi pada program VISSIM didapat gambaran bahwa sebelum memasuki *underpass*, terjadi antrean kendaraan. Hal ini dikarenakan ada

perilaku lalu lintas yang baru akibat solusi *underpass*. Pada tabel terlihat adanya panjang antrean sebelum *underpass*. Kondisi ini terjadi dikarenakan tidak ada antrean sebelum masuk ke bundaran HI dengan menggunakan solusi *underpass*. Berdasarkan hal tersebut harus melihat kondisi sebelum *underpass* dan terdapat antrean yang tinggi sebelum masuk ke *underpass* tersebut. Berbeda dengan solusi pelebaran jalan, panjang antrean ditinjau berdasarkan sebelum masuk ke bundaran. Saat dibandingkan dengan solusi *underpass* menjadi tidak cocok. Hal ini karena *underpass* yang dibuat seakan-akan memindahkan kemacetan yang awalnya terjadi di bundaran HI dan berpindah sebelum *underpass*. Dengan nilai proyeksi 10 tahun dengan kenaikan kendaraan setiap tahun 5% maka dapat dilakukan penilaian untuk tingkat pelayanan jalan. Untuk solusi alternatif 1 yang berupa pelebaran jalan dan berdasarkan pada analisis maka tingkat pelayanan yang sesuai ialah tingkat pelayanan F. Pada solusi alternatif 2 yang berupa *underpass* maka tingkat pelayanan yang sesuai adalah tingkat pelayanan E.

Berdasarkan kondisi proyeksi 10 tahun mendatang dengan pertumbuhan lalu lintas sebesar 5% berdasar pada KEPDIRJEN tahun 2012 maka dapat dinyatakan bahwa pelebaran dan *underpass* tidak dapat menampung volume kendaraan sampai 10 tahun kedepan. Pada kondisi tersebut dibuat solusi gabungan antara pelebaran dengan *underpass* yang disebut sebagai solusi alternatif 3 yang akan dijelaskan pada sub bab berikut.

4.11. Analisis Proyeksi Terhadap Solusi Alternatif 5

Solusi alternatif 5 merupakan gabungan dari pelebaran jalan dengan adanya underpass. Dengan gabungan kedua jalan tersebut diharapkan tingkat pelayanan pada Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin dapat ditingkatkan. Berdasarkan analisis yang dilakukan oleh VISSIM berikut akan ditampilkan untuk volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean sebagai dasar penentuan tingkat pelayanan.

Tabel 4.40. Hasil volume untuk solusi alternatif 5

No.	Rute	Volume
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	6203
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	526
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	6148
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	2072
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1968
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	3803
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	530
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	2450
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	5936
Total		29636

Sumber : Analisis, 2019

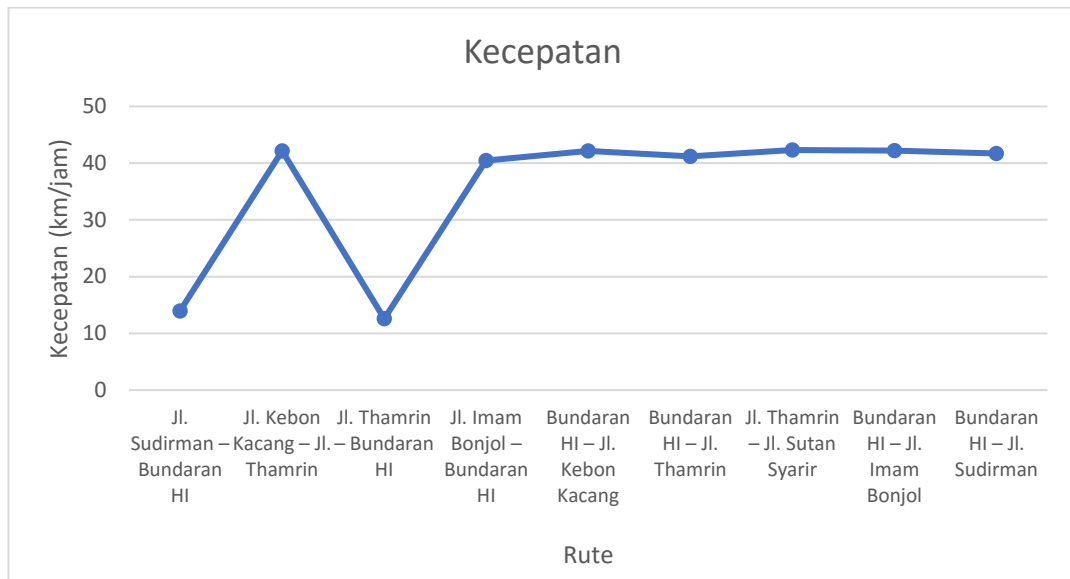
Berdasarkan pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa volume yang dikeluarkan oleh VISSIM tidak ada yang mendekati dari volume proyeksi. Beberapa alasan yang dimungkinkan ialah karena sudah tidak dapat tertampung volume kendaraan tersebut terhadap kapasitas serta rute baru yang dibuat. Untuk itu perlu melihat

tinjau selanjutnya pada kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Untuk kecepatan ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.41. Hasil kecepatan untuk solusi alternatif 5

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	13.94
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.17
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	12.58
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	40.44
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	42.14
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	41.18
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	42.32
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	42.19
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.71
Rata - rata		35.41

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.42. Grafik kecepatan untuk solusi alternatif 5

Sumber : Analisis, 2019

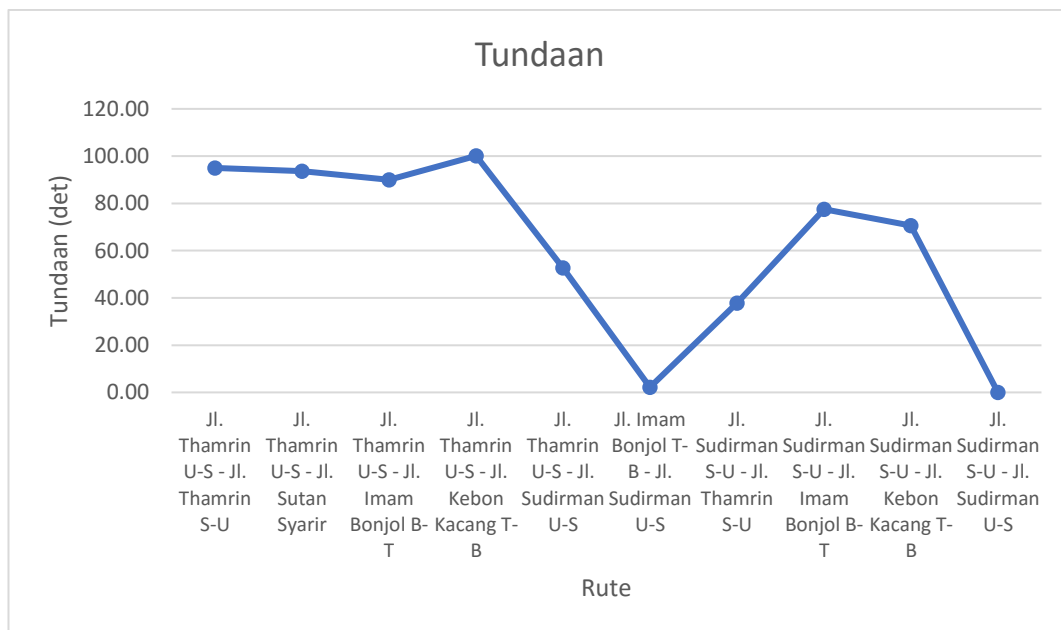
Pada solusi alternatif 5 didapat kecepatan yang tidak meningkat khususnya saat masuk ke bundaran HI. Beberapa kondisi yang menyebabkan turunnya kecepatan dikarenakan kendaraan yang masuk ke bundaran HI mengalami perlambatan untuk melihat hambatan disamping sisi timur bundaran. Tetapi sesaat setelah melewati bundaran maka kecepatan kendaraan meningkat. Tinjauan selanjutnya yaitu pada tundaan yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.42. Hasil tundaan untuk solusi alternatif 5

No.	Rute	Tundaan (det)
1	Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	95.02
2	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	93.61

3	Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	90.00
4	Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	100.10
5	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	52.73
6	Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	2.26
7	Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	37.76
8	Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	77.48
9	Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	70.55
10	Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	0.00
Rata - rata		61.95

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.43. Grafik tundaan untuk solusi alternatif 5

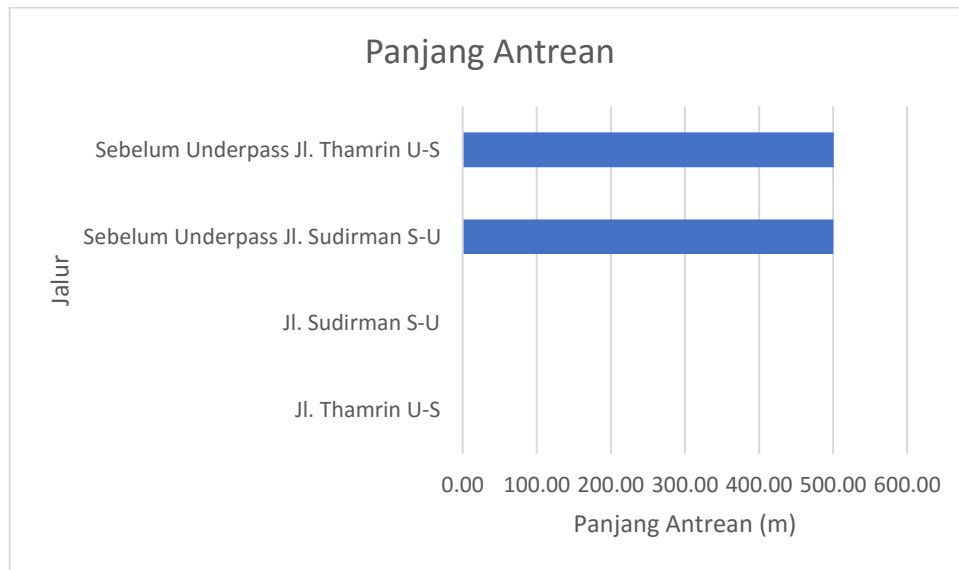
Sumber : Analisis, 2019

Tundaan yang terjadi di sekitar bundaraan HI rata-rata masih terpaut tinggi. Hal ini dilihat dari grafik yang cenderung diatas 80 detik. Untuk rute yang tidak mengalami tundaan hanya di rute Jl. Imam bonjol menuju Jl. Sudirman. Tingginya tundaan yang terjadi salah satu alasan karena tinjauan *nodes* yang ada di VISSIM. Secara teknis fungsi nodes mengakomodir simpang yang ditinjau. Saat kendaraan yang sudah masuk ke sistem nodes maka VISSIM akan mengidentifikasi rute kendaraan tersebut menuju tujuannya. Nodes diberlakukan sebelum underpass dengan tujuan mengetahui waktu tundaan sebelum melewati underpass. Karena sebelum memasuki underpass antrean sudah panjang karena kendaraan memilih untuk melewati underpass atau bundaran HI. Pemilihan tersebut menyebabkan antrean panjang dan meningkatkan nilai tundaan khususnya saat diproyeksikan menjadi 10 tahun mendatang. Lanjutan tinjauan setelah tundaan ialah pada panjang antrean yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.43. Hasil panjang antrean untuk solusi alternatif 5

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Thamrin U-S	0.00
2	Jl. Sudirman S-U	0.00
3	Sebelum Underpass Jl. Sudirman S-U	500.26
4	Sebelum Underpass Jl. Thamrin U-S	500.91
Rata - rata		250.29

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.44. Grafik panjang antrean untuk solusi alternatif 5

Sumber : Analisis, 2019

Nilai panjang antrean pada solusi alternatif 5 dibuat menjadi 4 bagian sebagai tinjauan menyeluruh untuk Jl. Sudirman dan Jl. Thamrin. Pada bagian ke 3 dan 4 ialah pada lokasi sebelum *underpass* baik di Jl. Sudirman maupun Jl. Thamrin. Terlihat pada tabel bahwa untuk panjang antrean saat memasuki Bundaran HI tidak terdapat panjang antrean. Hal ini dikarenakan tidak terdapat kepadatan antrean saat masuk ke bundaran HI. Tetapi untuk masuk ke *underpass* mengalami antrean. Antrean terjadi karena pengendara yang diharuskan memilih untuk melalui bundaran HI atau *underpass* tersebut.

Berdasarkan hasil solusi alternatif 5 yaitu gabungan antara pelebaran dengan *underpass* maka untuk tingkat pelayanan yang didapat berdasarkan hasil analisis VISSIM ialah tingkat pelayanan F. Beberapa hal yang menyebabkan tingkat pelayanan tetap rendah dikarenakan volume yang besar hasil proyeksi dan pada

jalan tersebut sudah tidak mampu menampung kapasitas kendaraan. Proyeksi dengan KEPDIRJEN dengan nilai pertumbuhan lalu lintas 5% menyebabkan kondisi lalu lintas di bundaran dengan 3 solusi tidak sesuai dengan ekspektasi. Berkaitan hal tersebut perlu ada tinjauan baru untuk nilai persentase pertumbuhan kendaraan. Untuk mendapatkan perbandingan pada nilai proyeksi maka dibuat untuk pertumbuhan statik dengan pertimbangan nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 1% pertahun. Proyeksi tetap meninjau pada 10 tahun kedepan untuk melihat perbandingannya. Hasil analisis akan dijelaskan pada sub bab berikut dan menjadi solusi alternatif 6 dan solusi alternatif 7. Solusi alternatif 6 ialah pelebaran jalan sedangkan untuk solusi alternatif 7 ialah *underpass*.

4.12. Pertumbuhan 1% Untuk Proyeksi 10 Tahun

Berdasarkan hasil analisis untuk pertumbuhan lalu lintas 5% pertahun, tingkat pelayanan jalan menjadi sangat rendah. Untuk itu dilakukan pertumbuhan lalu lintas secara statik dengan nilai persentase 1%. Solusi yang diusulkan masih sama dengan penamaan solusi alternatif 6 dan solusi alternatif 7. Solusi alternatif 6 ialah pelebaran jalan dan solusi alternatif 7 ialah *underpass*. Untuk volume proyeksi pertahun sampai tahun ke-10 ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.44. Hasil proyeksi untuk 10 tahun ke depan pada pertumbuhan 1%

No.	Rute	Volume / Tahun										
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	8518	8603	8689	8776	8864	8953	9042	9132	9224	9316	9409
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	302	305	308	311	314	317	321	324	327	330	334
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	7021	7091	7162	7234	7306	7379	7453	7527	7603	7679	7756
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1244	1256	1269	1282	1295	1307	1321	1334	1347	1361	1374
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1990	2010	2030	2050	2071	2092	2112	2134	2155	2176	2198
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	4366	4410	4454	4498	4543	4589	4635	4681	4728	4775	4823
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	692	699	706	713	720	727	735	742	749	757	764
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	4237	4279	4322	4365	4409	4453	4498	4543	4588	4634	4680
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	6814	6882	6951	7020	7091	7162	7233	7306	7379	7452	7527

No.	Rute	Volume / Tahun										
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
	Total	35184	35536	35891	36250	36613	36979	37349	37722	38099	38480	38865

Sumber : Analisis, 2019

4.13. Analisis Proyeksi 1% Terhadap Solusi Alternatif 6

Pada solusi alternatif 6 yang berupa pelebaran jalan dengan nilai proyeksi pertumbuhan lalu lintas kendaraan 1% pertahun maka dilakukan analisis dan simulasi untuk proyeksi 10 tahun kedepan. Sama seperti sebelumnya, untuk keluaran dari VISSIM yang dilakukan peninjauan ialah pada volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Untuk volume kendaraan hasil proyeksi ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 4.45. Hasil keluaran volume untuk solusi alternatif 6

No.	Rute	Volume
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	3686
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	334
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	6215
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1319
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1396
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	2321
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	525
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	1597
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	5172

No.	Rute	Volume
	Total	22565

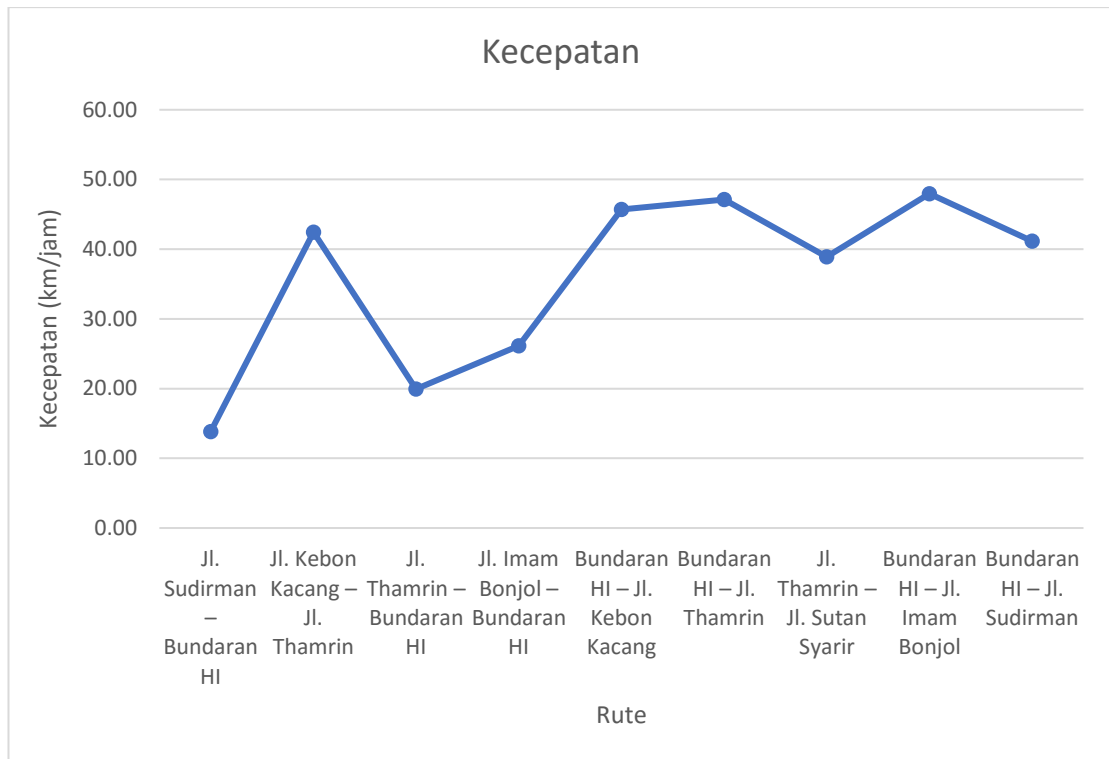
Sumber : Analisis, 2019

Untuk hasil keluaran volume dari VISSIM didapat bahwa volume tersebut masih belum mendekati kondisi hasil proyeksi. Dengan volume yang belum mendekati tersebut maka tinjauan selanjutnya melihat pada kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Selanjutnya untuk tinjauan kecepatan dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.46. Hasil keluaran kecepatan untuk solusi alternatif 6

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	13.84
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.42
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	19.93
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	26.13
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	45.68
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	47.12
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	38.92
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	47.96
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.17
	Rata - rata	35.91

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.45. Grafik kecepatan untuk solusi alternatif 6

Sumber : Analisis, 2019

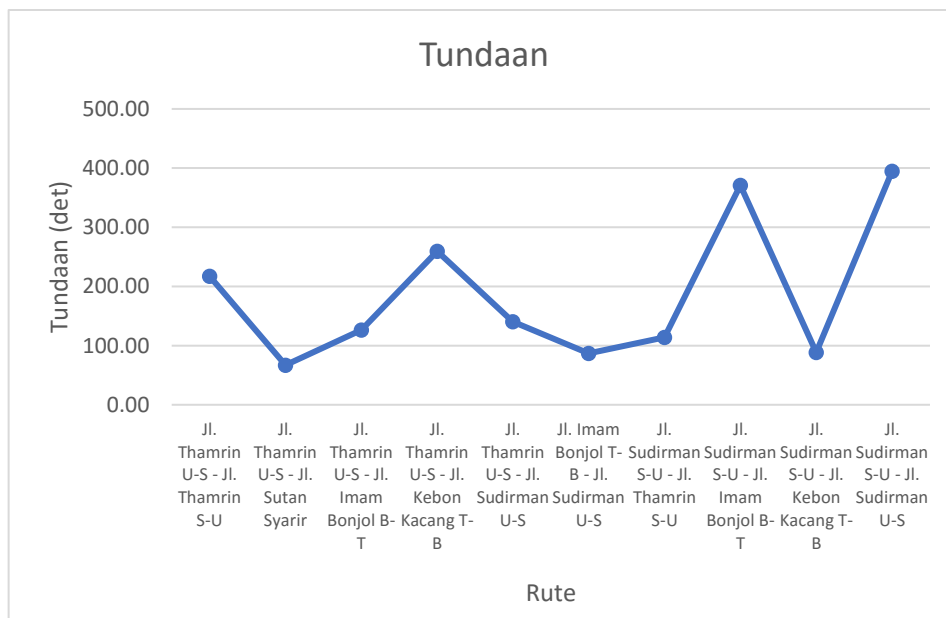
Kecepatan yang terjadi pada solusi alternatif 6 terdapat penurunan kecepatan saat masuk ke bundaran HI. Kondisi penurunan kecepatan kemungkinan volume tinggi saat proyeksi sehingga kondisi pelebaran belum ideal dilakukan. Untuk tinjauan lanjutan dapat dilihat pada tundaan yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.47. Hasil keluaran tundaan untuk solusi alternatif 6

No.	Rute	Tundaan (det)
1	Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	217.28
2	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	67.03

No.	Rute	Tundaan (det)
3	Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	126.50
4	Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	259.52
5	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	140.63
6	Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	86.88
7	Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	114.02
8	Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	371.17
9	Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	88.62
10	Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	394.60
Rata - rata		186.63

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.46. Grafik tundaan untuk solusi alternatif 6

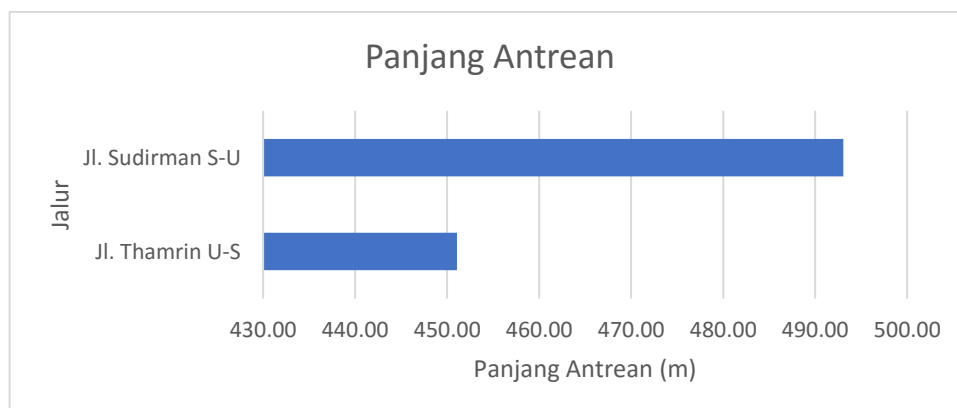
Sumber : Analisis, 2019

Dilihat dari rata – rata tundaan bahwa nilainya masih mencapai 186 detik. Nilai yang tinggi mengingat bahwa maksimum nilai tundaan ialah 60 detik. Tundaan yang tinggi terdapat pada rute Jl. Sudirman yang menuju ke Jl. Imam bonjol. Kondisi pelebaran jalan yang telah dilakukan ternyata belum bisa menyelesaikan permasalahan di rute tersebut. Perlu kajian lebih lanjut dalam masalah tundaan tersebut. Tahapan selanjutnya melihat pada panjang antrean yang ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 4.48. Hasil keluaran panjang antrean untuk solusi alternatif 6

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Thamrin U-S	451.08
2	Jl. Sudirman S-U	493.05
Rata - rata		472.07

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.47. Grafik panjang antrean untuk solusi alternatif 6

Sumber : Analisis, 2019

Untuk kondisi panjang antrean yang terjadi terlihat tertinggi di Jl. Sudirman. Puncak tertinggi tersebut didapat karena banyaknya kendaraan yang menuju ke Jl. Imam Bonjol. Volume yang tinggi tersebut menyebabkan antrean yang tinggi karena kendaraan dari Jl. Sudirman harus menunggu kendaraan dari Jl. Thamrin dan menyebabkan persilangan.

Berdasarkan hasil analisis solusi alternatif 6 untuk proyeksi 10 tahun kedepan dengan nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 1% dapat disimpulkan bahwa tingkat pelayanan yang sesuai dengan kriteria PM No. 96 tahun 2015 ialah tingkat pelayanan F. Hal tersebut terlihat bahwa pelebaran jalan yang dilakukan tidak mampu menampung volume pada proyeksi 10 tahun kedepan.

4.14. Analisis Proyeksi 1% Terhadap Solusi Alternatif 7

Solusi alternatif 7 ialah solusi dengan pembuatan underpass dengan pertumbuhan lalu lintas 1% pertahun dengan proyeksi volume 10 tahun. Tinjauan melihat dari volume, kecepatan, tundaan dan panjang antrean yang terdapat disekitaran bundaran HI. Untuk volume ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.49. Hasil keluaran volume untuk solusi alternatif 7

No.	Rute	Volume
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	6998
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	334
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	7760
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	1375

No.	Rute	Volume
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	2389
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	4083
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	707
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	2822
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	6266
Total		32734

Sumber : Analisis, 2019

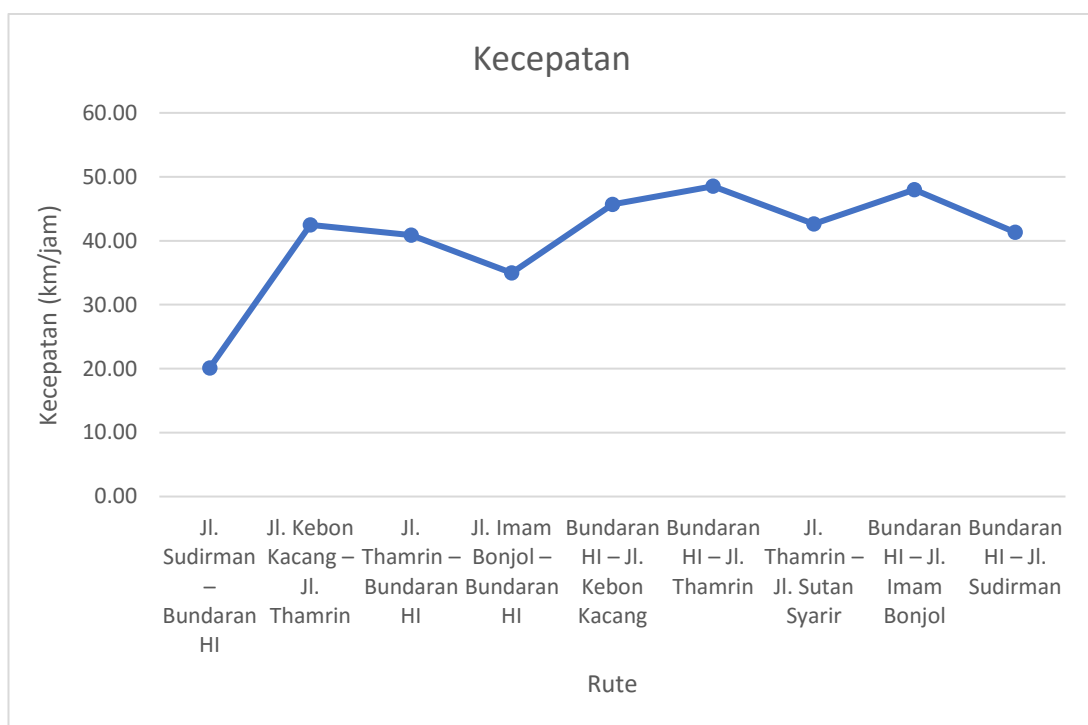
Volume yang didapat dari VISSIM memperlihatkan bahwa volume hampir mendekati dengan volume eksisting. Berdasarkan hal ini maka untuk solusi alternatif 7 bisa memperbaiki tingkat pelayanan jalan. Untuk itu tahapan selanjutnya melihat dari kecepatan, tundaan dan panjang antrean. Untuk kecepatan ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.50. Hasil keluaran kecepatan untuk solusi alternatif 7

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	20.12
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.47
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	40.88
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	34.99
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	45.70
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	48.52

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	42.63
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	48.01
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.34
Rata - rata		40.52

Sumber : Analisis, 2019



Gambar 4.48. Grafik kecepatan untuk solusi alternatif 7

Sumber : Analisis, 2019

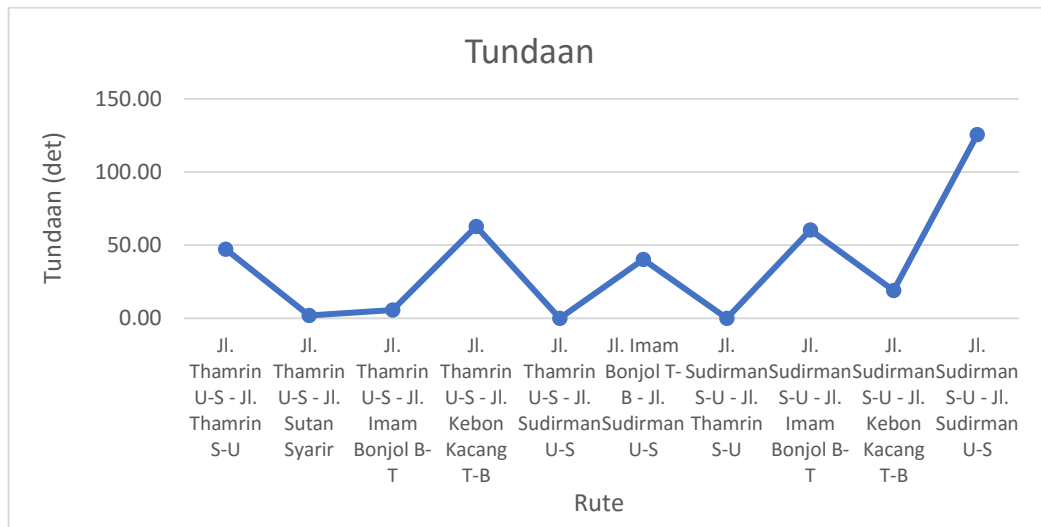
Pada tabel dan grafik di dapat untuk kecepatan terendah di Jl. Sudirman ke bundaran HI. Hal tersebut terjadi karena adanya volume yang datang dari Jl. Thamrin yang akan menuju Jl. Kebon kacang dan kembali ke Jl. Thamrin. Akibatnya kondisi tersebut kendaraan di Jl. Sudirman memperlambat kecepatannya karena akan

terjadi persilangan dengan kendaraan lain. Dengan solusi alternatif 7 didapat rata-rata kecepatan kendaraan sebesar 40 km/jam. Pada tahapan selanjutnya dilakukan tinjauan pada tundaan yang ditampilkan pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.51. Hasil keluaran tundaan untuk solusi alternatif 7

No.	Rute	Tundaan (det)
1	Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	47.26
2	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	2.02
3	Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	5.64
4	Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	62.76
5	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	0.00
6	Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	40.17
7	Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	0.00
8	Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	60.36
9	Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	19.09
10	Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	125.50
Rata - rata		36.28

Sumber : Analisis, 2019



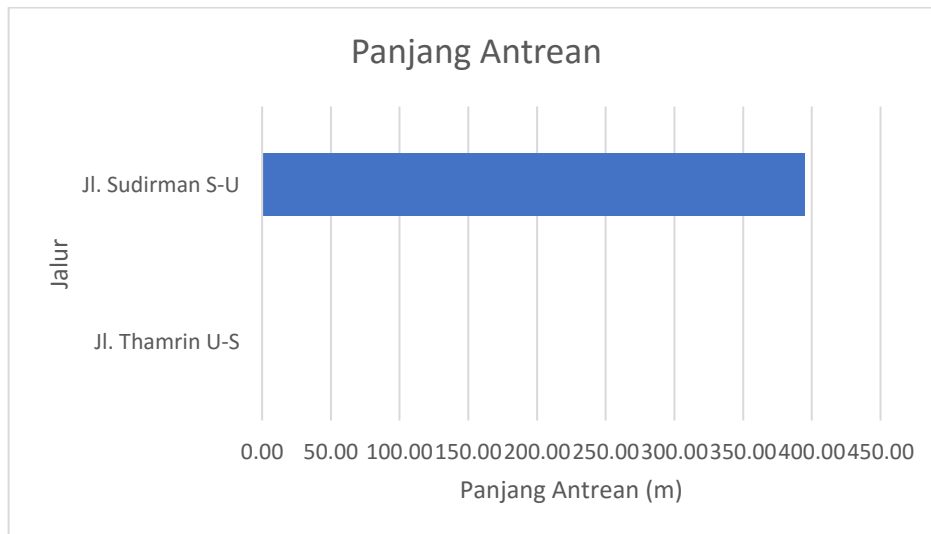
Gambar 4.49. Grafik tundaan untuk solusi alternatif 7

Sumber : Analisis, 2019

Pada hasil tabel dan grafik dapat dilihat bahwa nilai tundaan rata – rata sebesar 36 detik. Untuk tundaan tertinggi didapat pada rute Jl. Sudirman yang berputar arah. Hal tersebut terjadi karena ada antrean bus transjakarta yang memasuki bundaran HI. Tundaan semakin tinggi karena bus gandeng transjakarta melintas sehingga membuat tundaan lebih lama. Tinjauan selanjutnya melihat pada panjang antrean yang dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.52. Hasil keluaran panjang antrean untuk solusi alternatif 7

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Thamrin U-S	0.00
2	Jl. Sudirman S-U	394.68
Rata - rata		197.34



Gambar 4.50. Grafik panjang antrean untuk solusi alternatif 7

Sumber : Analisis, 2019

Panjang antrean yang dianalisis ialah pada Jl. Thamrin dan Jl. Sudirman. Pada Jl. Thamrin tidak terdapat antrean kendaraan. Penyebabnya ialah tidak ada kendaraan yang berputar arah. Beda hal dengan Jl. Sudirman yang diberikan peluang untuk berputar arah pada pendekatan ke bundaran HI. Berdasarkan hal tersebut maka hanya Jl. Sudirman yang mempunyai panjang antrean.

Berdasarkan hasil analisis untuk solusi alternatif 7 dapat disimpulkan bahwa tingkat pelayanan yang sesuai ialah tingkat pelayanan D dengan tundaan rata-rata sebesar 36 detik.

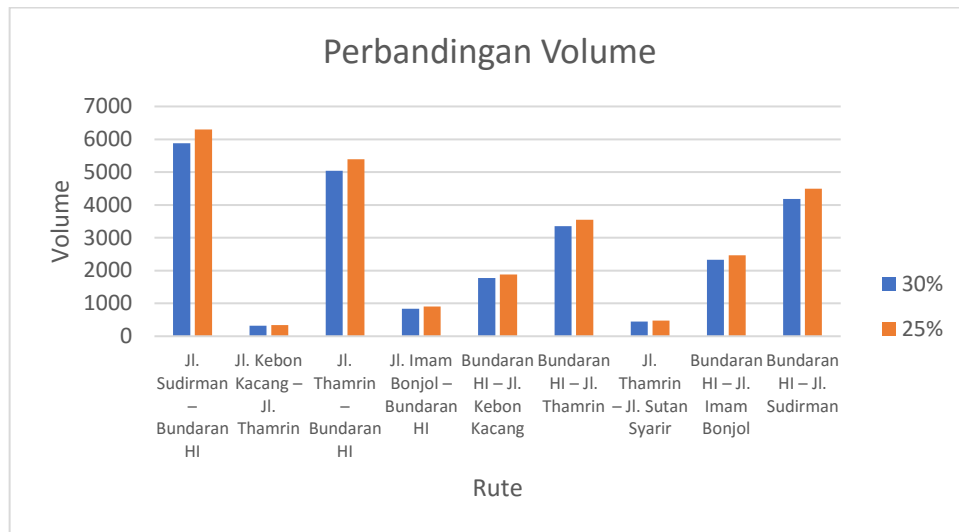
4.15. Analisis Dengan *Electronic Road Price* (ERP) Terhadap Solusi Alternatif 8

Berdasarkan dari beberapa penelitian yang telah dilaksanakan di 3 negara yaitu Singapura, London, dan Stockholm maka dibuat rentang bisa mereduksi sekitar 25% dan 30%. Adapun perbandingan untuk rentang tersebut ditampilkan pada tabel dan grafik berikut. Berdasar pada hal tersebut maka dilakukan perbandingan volume pada kondisi 25% dan 30% sebagai berikut.

Tabel 4.53. Hasil keluaran Volume untuk 25% dan 30% untuk solusi alternatif 8

No.	Rute	Volume	
		25%	30%
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	6298	5880
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	341	317
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	5391	5038
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	901	839
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	1884	1777
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	3549	3349
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	477	449
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	2465	2325
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	4496	4180
Total		25802	24154

Sumber : Analisis, 2020



Gambar 4.51. Grafik perbandingan volume untuk solusi alternatif 8

Sumber : Analisis, 2020

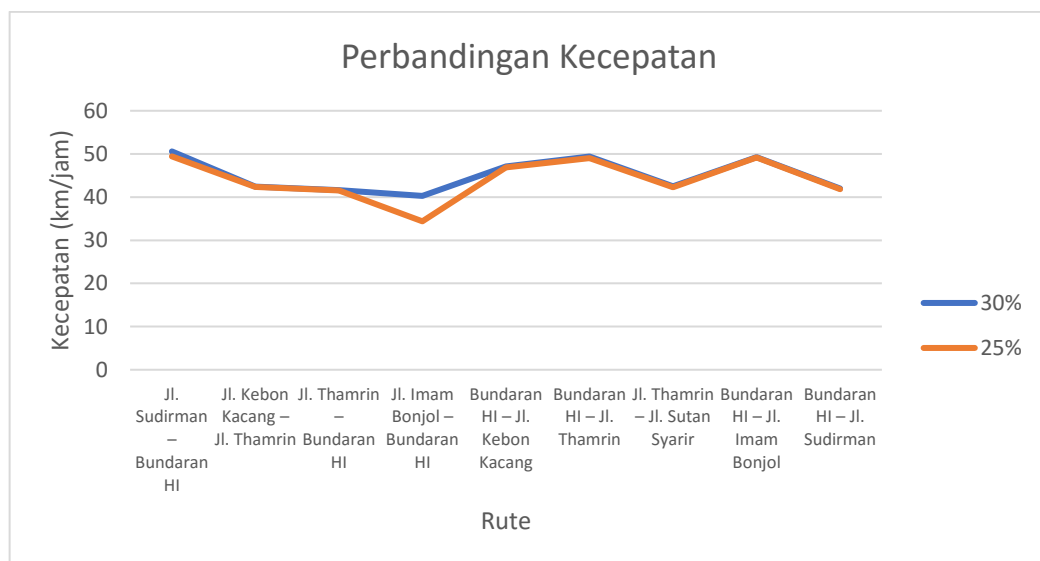
Pada tabel dan grafik tersebut terlihat bahwa untuk volume dengan reduksi 25% dan 30% perbedaan tidak signifikan. Berdasarkan pada hal tersebut maka perlu dilihat dari kecepatan, tundaan dan panjang antrian untuk mengetahui tingkat pelayanan pada kondisi reduksi kendaraan di 25% dan 30%. Untuk kecepatan berupa perbandingan antara 25% dan 30% ditampilkan untuk tabel dan grafik sebagai berikut.

Tabel 4.54. Hasil keluaran kecepatan untuk 25% dan 30% untuk solusi alternatif 8

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)	
		25%	30%
1	Jl. Sudirman – Bundaran HI	49.43	50.58
2	Jl. Kebon Kacang – Jl. Thamrin	42.38	42.43

No.	Rute	Kecepatan (km/jam)	
		25%	30%
3	Jl. Thamrin – Bundaran HI	41.56	41.64
4	Jl. Imam Bonjol – Bundaran HI	34.39	40.28
5	Bundaran HI – Jl. Kebon Kacang	46.85	47.08
6	Bundaran HI – Jl. Thamrin	49.00	49.37
7	Jl. Thamrin – Jl. Sutan Syarir	42.28	42.49
8	Bundaran HI – Jl. Imam Bonjol	49.17	49.23
9	Bundaran HI – Jl. Sudirman	41.83	41.99
Rata - rata		44.10	45.01

Sumber : Analisis, 2020



Gambar 4.52. Grafik perbandingan kecepatan untuk solusi alternatif 8

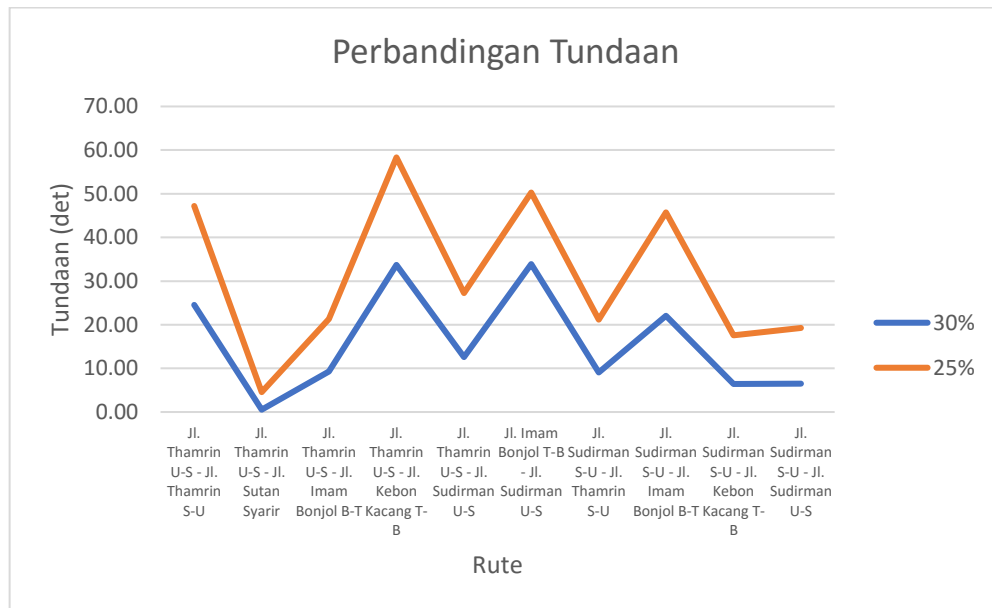
Sumber : Analisis, 2020

Untuk kecepatan terlihat bahwa rata – rata kecepatan baik dengan reduksi 25% dan 30% perbedaannya tidak signifikan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa untuk kedua reduksi tersebut tetap efektif. Hal ini dikarenakan kecepatan setelah reduksi didapat sekitar 44-45 km/jam. Untuk selanjutnya dapat melihat tundaan yang ditampilkan pada tabel dan gambar berikut.

Tabel 4.55. Hasil keluaran tundaan untuk 25% dan 30% untuk solusi alternatif 8

No.	Rute	Tundaan (det)	
		25%	30%
1	Jl. Thamrin U-S - Jl. Thamrin S-U	47.19	24.57
2	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sutan Syarir	4.56	0.54
3	Jl. Thamrin U-S - Jl. Imam Bonjol B-T	21.33	9.25
4	Jl. Thamrin U-S - Jl. Kebon Kacang T-B	58.33	33.70
5	Jl. Thamrin U-S - Jl. Sudirman U-S	27.27	12.56
6	Jl. Imam Bonjol T-B - Jl. Sudirman U-S	50.28	33.89
7	Jl. Sudirman S-U - Jl. Thamrin S-U	21.17	9.05
8	Jl. Sudirman S-U - Jl. Imam Bonjol B-T	45.75	22.02
9	Jl. Sudirman S-U - Jl. Kebon Kacang T-B	17.56	6.41
10	Jl. Sudirman S-U - Jl. Sudirman U-S	19.28	6.47
Rata - rata		31.27	15.85

Sumber : Analisis, 2020



Gambar 4.53. Grafik perbandingan tundaan untuk solusi alternatif 8

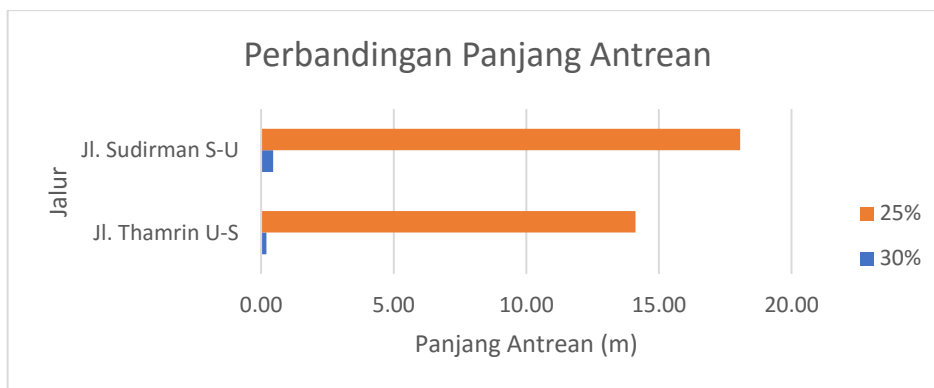
Sumber : Analisis, 2020

Pada tabel dan gambar tundaan terlihat nilai yang signifikan untuk rata-rata tundaan pada kendaraan. Terlihat pada nilai reduksi 25% didapat rata – rata tundaan sebesar 31 detik. Pada reduksi sebesar 30% didapat rata – rata tundaan sebesar 15 detik. Pada perbandingan tersebut terlihat untuk nilai tundaan terbaik dapat dengan mereduksi sebesar 30%. Untuk melihat hasil dari panjang antrean untuk kondisi 25% dan 30% didapat pada tabel dan grafik berikut.

Tabel 4.56. Hasil keluaran panjang antrean untuk 25% dan 30% untuk solusi alternatif 8

No.	Jalur	Panjang Antrean (m)	
		25%	30%
1	Jl. Thamrin U-S	14.12	0.20
2	Jl. Sudirman S-U	18.06	0.45
Rata - rata		16.09	0.33

Sumber : Analisis, 2020



Gambar 4.54. Grafik perbandingan panjang antrean untuk solusi alternatif 8

Sumber : Analisis, 2020

Pada tabel tersebut terlihat bahwa panjang antrean dengan nilai reduksi 25% lebih panjang dibanding dengan nilai reduksi 30%. Dengan data tersebut dan tabel grafik didapat bahwa nilai reduksi yang terbaik didapat dengan 30%.

Dalam analisa dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan dalam reduksi antara 25% dan 30%. Perbedaan terbesar didapat pada tundaan dan panjang antrean.

Dilihat dari data hasil analisis tersebut didapat untuk tingkat antrean pada reduksi

25% di dapat tingkat pelayanan D. Untuk reduksi sebesar 30% didapat tingkat pelayanan yaitu tingkat pelayanan C. Pada kondisi analisis tersebut reduksi kendaraan masih memperhitungkan sepeda motor. Beberapa referensi dan yang telah dilakukan di Negara lain, ERP hanya berlaku untuk kendaraan roda 4 atau lebih. Untuk penggunaan sepeda motor di Negara tersebut masih terbilang sangat minim. Perlu kajian lebih lanjut dalam penerapan sepeda motor terhadap ERP. Hal ini dikaitkan dengan metode pembayaran untuk ERP tersebut. Beberapa kajian mengenai motor dapat berbayar atau tidak perlu dilakukan penelitian baik dari kendaraannya maupun pengendara sepeda motor tersebut. Dengan beberapa berita yang menginformasikan bahwa dengan penerapan ERP maka sistem plat kendaraan ganjil genap dihapus juga bisa menjadi masalah. Penerapan ganjil genap diklaim dapat mereduksi sekitar 15% - 20% kendaraan. Dengan dihapuskan ganjil genap dan diterapkan ERP dikhawatirkan nilai tingkat pelayanan akan tetap sama. Diharapkan penghapusan ganjil genap dapat dilakukan setelah tingkat pelayanan menjadi tingkat pelayanan B sehingga perencanaan untuk kecepatan yang dicapai tetap pada kondisi yang diharapkan.

4.16. Perbandingan Solusi Setelah Proyeksi

Solusi untuk bundaran HI setelah proyeksi kendaraan sampai 10 tahun kedepan memiliki banyak alternatif. Hal ini untuk membandingkan antar solusi yang terbaik untuk lalu lintas di bundaran HI. Rujukan nilai untuk tingkat pelayanan dilihat pada kecepatan dan tundaan kendaraan. Berikut hasil perbandingan antar solusi dan tingkat pelayanan yang telah disesuaikan dengan peraturan.

Tabel 4.57. Hasil perbandingan antar solusi alternatif

No.	Solusi	Persentase Pertumbuhan Lalu Lintas	Kecepatan (km/jam)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
1.	Solusi Alternatif 1 (Pelebaran)	Kondisi Eksisting	38	137	F
2.	Solusi Alternatif 2 (Underpass)	Kondisi Eksisting	41	15	B
3.	Solusi Alternatif 3 (Pelebaran)	5%	31	216	F
4.	Solusi Alternatif 4 (Underpass)	5%	36	40	E
5.	Solusi Alternatif 5 (Pelebaran dan Underpass)	5%	35	61	F
6.	Solusi Alternatif 6 (Pelebaran)	1%	36	186	F
7.	Solusi Alternatif 7 (Underpass)	1%	40	36	D
8.	Solusi Alternatif 8 (ERP)	Kondisi Eksisting dengan reduksi 25% dan 30%	44-45	31-15	D dan C

Sumber : Analisis, 2019



BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perbandingan pada setiap alternatif maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

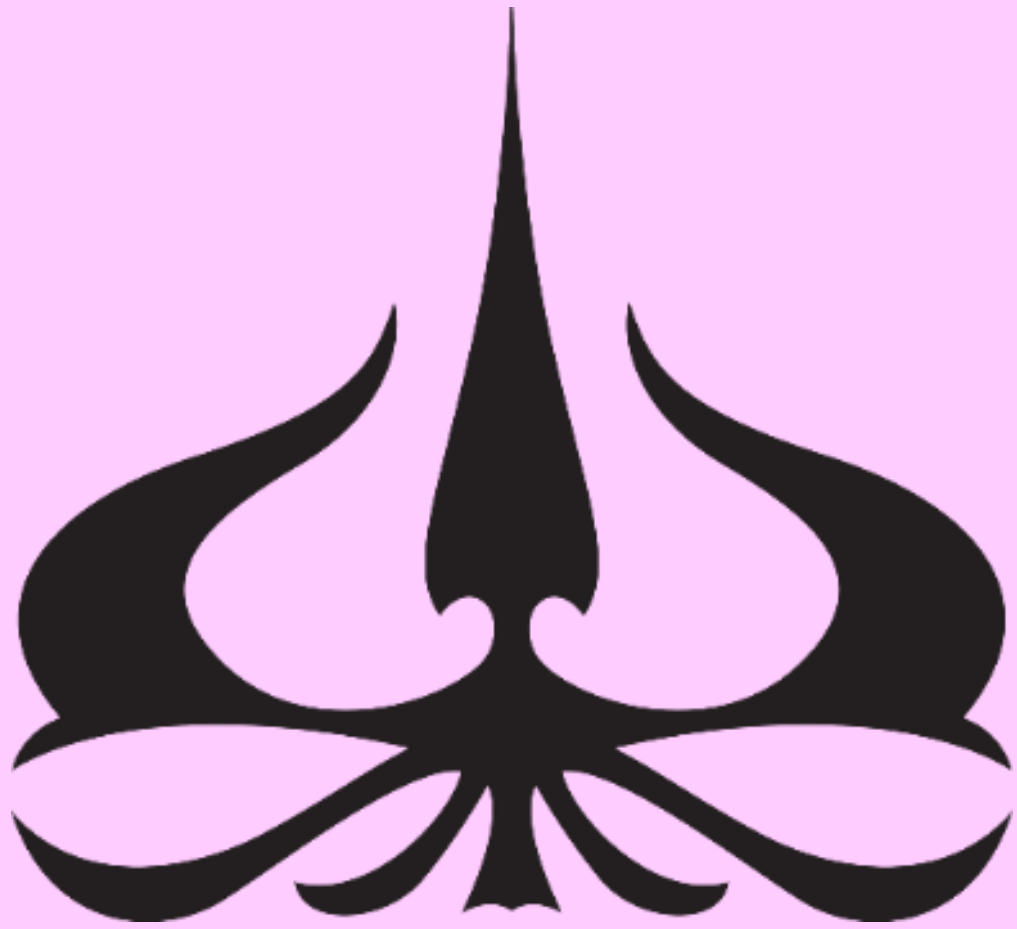
1. Hasil identifikasi kondisi lalu lintas eksisting berdasarkan program VISSIM ialah volume kendaraan yang tinggi dan terjadinya persilangan antara kendaraan. Konflik yang ditimbulkan oleh arus lalu lintas dari Jl. Sudirman menuju Jl. Imam bonjol bertemu dengan arus dari Jl. Thamrin.
2. Berdasarkan program VISSIM terhadap kondisi lalu lintas eksisting di dapat kecepatan rata-rata saat masuk bundaran HI ialah 16 km/jam. Tundaan rata – rata yang terjadi pada lalu lintas eksisting ialah 102 detik/kendaraan. Tingkat pelayanan yang terjadi pada arus lalu lintas eksisting ialah tingkat pelayanan F.
3. Solusi alternatif 1 yang berupa pelebaran jalan terhadap volume eksisting menghasilkan kecepatan rata – rata saat kendaraan masuk ke bundaran HI sebesar 18 km/jam. Rata – rata tundaan yang terjadi sebesar 137 detik perkendaraan. Tingkat pelayanan yang sesuai dengan peraturan ialah tingkat pelayanan F.
4. Solusi alternatif 2 yang berupa *underpass* terhadap volume eksisting menghasilkan kecepatan rata – rata saat kendaraan masuk ke bundaran HI sebesar 31 km/jam. Rata – rata tundaan yang terjadi sebesar 10 detik

perkendaraan. Tingkat pelayanan yang sesuai dengan peraturan ialah tingkat pelayanan B.

5. Solusi alternatif 7 yang berupa *underpass* terhadap volume eksisting dengan pertumbuhan 1% pertahun selama 10 tahun mendatang merupakan solusi alternatif yang terbaik. Hal ini terlihat dari nilai tingkat pelayanan D.

5.2. Saran

1. Mengingat keterbatasan waktu, penelitian tersebut perlu dilanjutkan dengan penelitian lebih bervariasi dan lebih panjang waktu surveinya agar mendapatkan hasil pemodelan yang lebih akurat.
2. Dengan mengacu pada PM No. 96 tahun 2015 yang membahas mengenai manajemen dan rekayasa lalu lintas, maka pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan sesuai dengan Peraturan Menteri tersebut.
3. Dalam penelitian lebih lanjut dengan menggunakan sistem *Electronic Road Pricing* (ERP) dapat meninjau jika sistem manajemen ganjil genap dihapuskan.
4. Penelitian lebih lanjut dalam menganalisis ERP dapat mempertimbangkan pengguna sepeda motor mengenai dampak dan solusinya.



DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. I., & Abidin, M. R. (2019). Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap Intensitas Kemacetan Lalu Lintas Di Kecamatan Rappocini Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar*, 68–73. Makassar: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar.
- Aryandi, R. D., & Munawar, A. (2014). Penggunaan Software Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta). *The 17th FSTPT International Symposium*, 2(1), 338–347.
- Alit Suthanaya, P., & Nyoman Rosita, N. (2017). Kajian Efektivitas Pengelolaan Simpang Dengan Underpass (Studi Kasus Simpang Tugu Ngurah Rai Di Provinsi Bali). *Jurnal Spektran*, 5(2), 147–154.
- Basrin, D., Sugiarto, & Anggraini, R. (2017). Studi Tingkat Pelayanan Simpang Tujuh Ulee Kareng Dengan Merencanakan Bundaran (Roundabout) Menggunakan Pendekatan Metode Simulasi Vissim 6.00-02. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 17–28.
- Dharmayanto, H., & Ismail. (2018). Analisa Panjang Antrian Dengan Tundaan Persimpangan Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Patal-Pusri). *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 18–23.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. No. 22.2/KPTS/Db/2012. Tentang Manual Desain Perkerasan Jalan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Dinas Perhubungan. (2011). *Electronic Road Pricing*. Jakarta: Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta.
- Faisal, R., Sugiarto, S., Zulfhazli, & Irza, M. (2019). Studi Rekayasa Lalu Lintas Pada Simpang Tujuh Ulee Kareng Dengan Merencanakan Bundaran (Roundabout). *Teras Jurnal*, 9(1), 51. <https://doi.org/10.29103/tj.v9i1.177>

- Frans, J. H., Sir, T. M. W., & Oematan, C. L. (2018). Perencanaan Dan Kinerja Bundaran Berdasarkan Metode MKJI 1997 Dan Sidra Intersection V5.1. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 219–232.
- Fairuz, M., & Arliansyah, J. (2016). Analisis Penggunaan Bundaran Pada Simpang Lima Menggunakan Program Vissim (Studi Kasus : Simpang Lima Di Kota Palembang). Simposium XIX FSTPT, (The 19th International Symposium of FSTPT, Islamic University of Indonesia), 1–9.
- Irawan, M. Z., & Putri, N. H. (2015). Kalibrasi Vissim Untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta). *Jurnal Penelitian Transportasi Multimoda*, 13(3), 97–106.
- Jotin Khisty C, B. K. L. (2006). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 2* (Edisi Ketiga; H. W. Hardani, ed.). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kartika, S. W., Syafaruddin, & Sumiyattinah. (2016). Analisis Dan Evaluasi Kinerja Bundaran SMP Negeri 1 Pontianak. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 1(1), 1–10.
- Kayori, R. F., Sendow, T. K., J., L., & Manoppo, M. R. E. (2013). Analisa Derajat Kejenuhan Akibat Pengaruh Kecepatan Kendaraan Pada Jalan Perkotaan Di Kawasan Komersil (Studi Kasus: Di Segmen Jalan Depan Manado Town Square Boulevard Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 1(9), 608–615.
- Kementerian Perhubungan. (2006). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan.
- Koloway, B. S. (2009). Kinerja Ruas Jalan Perkotaan Jalan Prof Dr. Satrio, DKI Jakarta. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 20(3), 215–230.
- Misdalena, F. (2019). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Jakabaring Menggunakan Program Microsimulator Vissim 8.00. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 7(1), 35–41.

- MKJI. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). In *Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Jalan Kota, Kementerian Pekerjaan Umum* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1021/acsami.7b07816>.
- Morlok, Edward K. Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi. Erlangga : Jakarta. 1991.
- Muis, Z., & Agung, M. (2014). Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Berdasarkan Program Kaji Dan Sidra (Studi Kasus Simpang Setia Budi - Dr. Mansyur Dan Dr. Mansyur - Jamin Ginting). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sumatra Utara*, 3(2), 1–16.
- Naufal, F., & Triana, S. (2016). Simulasi Pemodelan Transportasi pada Jaringan Jalan Menggunakan Aplikasi Saturn. *Rekaracana*, 2(1), 72–82.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas. Lembaran Negara RI Tahun 2015, No. 834.
- Pamusti, G., Herman, & Maulana, A. (2017). Kinerja Simpang Jalan Jakarta-Jalan Supratman Kota Bandung dengan Metode MKJI 1997 dan Software PTV Vissim 9. *Reka Racana*, 3(3), 52–62.
- Pradana, M. F., Maddeppungeng, A., & Fauziah, S. (2015). Perencanaan Bundaran Pada Simpang (Studi Kasus Jalan Jenderal Sudirman - Jalan Kyai H . Yasin Beji - Jalan Warnasari - Jalan Semang Raya, Cilegon). *Jurnal Fondasi*, 4(1), 58–67.
- Priyatmoko, T. N., Kadarini, S. N., & Sumiyattinah. (2018). Analisis Dan Evaluasi Kinerja Bundaran Tugu Jam Di Kota Sintang. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 5(3), 1–14.
- Putra, R. G. R. (2018). *Desain Ulang Simpang Bersinyal Dengan Bundaran Dan Analisis Pelayanan Bagi Pejalan Kaki Di Titik 0 Km Yogyakarta*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

- Pebriyetti, Widodo, S., & Akhmadali. (2018). Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jalan Veteran, Gajahmada, Pahlawan Dan Budi Karya Pontianak, Kalimantan Barat). *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 5(3), 1–14.
- Pribadi, O. S., Munawar, A., & Malkhamah, S. (2014). Analisis Kapasitas Jalan Dengan Metode Traffic Microsimulation. The 17th FSTPT International Symposium, Jember University, (August), 383–393.
- Pratama, O. (2012). Analisis Rencana Penerapan Electronic Road Pricing (ERP) Pada Sektor Transportasi Terhadap Kota Jakarta Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis. Universitas Indonesia. 1-109.
- PTV Group. (2018). PTV VISSIM 11 User Manual.
- Risdiyanto. (2014). *Rekayasa Dan Manajemen Lalu Lintas* (Pertama; Risdiyanto, ed.). Yogyakarta: PT. Leutika Nouvalitera.
- Rahayu, G., Rosyidi, S. A. P., & Munawar, A. (2009). Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalan Dr . Sutomo - Suryopranoto, Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 12(1), 99–108.
Retrieved from
<http://journal.umy.ac.id/index.php/st/article/viewFile/759/901>.
- Said, Mayuni, S., & Sulandari, E. (2016). Kinerja Bundaran Bersinyal Digulis Kota Pontianak. *Jurnal Transportasi*, 16(1), 31–40.
- Said, Mayuni, S., & Sulandari, E. (2016). Kinerja Bundaran Bersinyal Digulis Kota Pontianak. *Jurnal Transportasi*, 16(1), 31–40.
- Saleh, P. A., Ratudima, U. J., Pudjianto, B., & Wicaksono, Y. (2015). Analisis Dan Alternatif Solusi Lalu Lintas Di Bundaran Jalan Teuku Umar Denpasar. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 4(4), 415–427.

- Sonny, I. (2015). Simulasi Model Kinerja Pelayanan Ruas Jalan Di Jakarta Menggunakan Aplikasi Vissim Studi Ruas Jalan Diponegoro. *Warta Penelitian Perhubungan*, 27(2), 85–94.
- Sumina. (2015). Analisis Simpang Tak Bersinyal Dengan Bundaran. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 17(21), 1–12.
- Sihotang, F. M. F. (2006). Hubungan Antara Panjang Antrian Kendaraan dengan Aktifitas Samping Jalan. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 53–57.
- Susilo, B. H., & Imanuel, I. (2018). Analisis Lalu Lintas Penerapan Sistem Satu Arah di Kawasan Dukuh Atas, Jakarta. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 105–114. <https://doi.org/10.28932/jts.v14i2.1795>.
- Susilo, B. H. (2015). *Buku Rekayasa Lalu Lintas (Edisi Revisi)*. Jakarta: Penerbit Universitas Trisakti.
- Susilo, B. H. (2017). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- <https://megapolitan.kompas.com/read/2018/11/22/10113951/erp-di-wacanakan-juga-berlaku-untuk-sepeda-motor> dilihat pada 6 Februari 2020.
- <https://kumparan.com/kumparanoto/jalan-berbayar-dan-solusi-mengurai-macet-jakarta-1sqDnEiv9Rh> dilihat pada 5 Februari 2020.
- <https://otomotif.kompas.com/read/2020/02/25/063200715/wacana-pembatasan-motor-di-jalan-nasional-ini-kata-korlantas-polri> dilihat pada 3 Februari 2020.