

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN MENGGUNAKAN  
SOFTWARE VISSIM PADA RUAS JALAN SIMPANG BTP

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Sipil

Universitas Bosowa



Disusun Oleh:

Rezky Wahyu Purnama Suwandi

45 18 041 085

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2023





UNIVERSITAS  
BOSOWA

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Urip Sumoharjo Km. 4 Gd. 2 Lt 6  
Makassar – Sulawesi Selatan 90231  
Telp. 0411 452 901 – 452 789 ext. 116  
Faks. 0411 424 568  
<http://www.universitaspbosowa.ac.id>

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Judul : "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dengan Menggunakan Software Vissim pada Ruas Jalan Simpang BTP"

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : REZKY WAHYU PURNAMA SUWANDI

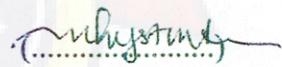
STB : 45 18 041 085

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Mengetahui,

Pembimbing 1 : Ir. Tamrin Mallawangeng, MT 

Pembimbing 2 : Ir. Nurhadijah Yuniarti, ST. MT 

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa Makassar

Ketua Program Studi Teknik Sipil



(Dr. H. Nasrullah, ST, MT,IAI)  
NIDN 0001056502



(Dr. Ir. Andi Rumpang MT.)  
NIDN 0001056502

**LEMBAR PENGESAHAN**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa  
Nomor : A.912/FT/UNIBOS/VIII/2023 Tertanggal 18 Agustus 2023, perihal  
Pangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 25 Agustus 2023  
Nama : REZKY WAHYU PURNAMA SUWANDI  
Nim : 4518 041 085  
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil  
Judul : ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN  
MENGUNAKAN SOFTWARE VISSIM PADA RUAS JALAN  
SIMPANG BTP"

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa  
setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S1) untuk  
memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik  
Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

**Tim Penguji Tugas Akhir**

Ketua / Ex. Officio : Ir. Tamrin Mallawangeng, MT  
Sekretaris / Ex. Officio : Ir. Nur Hadijah Yuniarti, ST, MT  
Anggota : Ir. Arman Setiawan, ST, MT  
: Ir. Eka Yuniarto, ST, MT

(.....)  
(.....)  
(.....)  
(.....)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

  
**Dr. H. Nasrullah, ST., MT.**

NIDN : 09 080773 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
**Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.**

NIDN : 00 010565 02

**SURAT PERNYATAAN  
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Rezky Wahyu Purnama Suwandi**  
Nomor Stambuk : **4518041085**  
Program Studi : **Teknik Sipil**  
Judul Tugas Akhir : **Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Software Vissim Pada Ruas Jalan Simpang BTP**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tugas Akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, megalith mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia atau menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar,

2023



*Rezky*  
**Purnama Suwandii**

**451804108**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipersembahkan kepada Tuhan atas segala rahmat dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Software Vissim Pada Ruas Jalan Simpang BTP”** yang merupakan salah satu syarat diajukan untuk menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan pada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Batara Surya, M.Si. selaku Rektor Universitas Bosowa.
2. Bapak Dr. H. Nasrullah, ST., MT selaku dekan Fakultas teknik yang telah memberikan izin dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. A Rumpang Yusuf, MT. selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil yang telah memberikan kelancaran pelayanan dan urusan Akademik.
4. Bapak Ir. Eka Yuniarto. ST, MT selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dorongan dalam penulisan skripsi ini.

5. Bapak Ir. Tamrin Mallawangeng, ST. MT selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Ir. Nurhadijah Yuniarti, ST. MT selaku dosen pembimbing 2 Juga yang selalu memberikan waktu bimbingan, dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini dan arahan selama penyusunan.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Teman-teman Aji Sangkala terima kasih atas kesenangan, canda tawa yang membahagiakan menjadi keluarga baru bagi penulis.
9. Serta semua pihak yang telah membantu penulis baik dalam bentuk materil maupun immaterial. Semoga Allah SWT membalas budi baik dengan amalan yang setimpal.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Makassar,

Penulis

## **ABSTRAK**

Vissim adalah perangkat lunak aliran mikroskopis untuk pemodelan lalu lintas, software Vissim dapat memudahkan dalam menganalisis simpang bersinyal secara keseluruhan dikarenakan dapat memberi gambaran mengenai kondisi lapangan dalam bentuk simulasi 2D dan 3D. Tujuan dari penelitian ini untuk Menganalisis kinerja simpang penggunaan Software PTV Vissim dalam simpang empat bersinyal pada ruas jalan simpang BTP dan menganalisis hasil permodelan alternatif pada simpang BTP. Berdasarkan analisis dan pembahasan disimpulkan bahwa hasil analisis kinerja simpang pada ruas simpang empat BTP terhadap kondisi eksisting dengan tingkat pelayanan rata-rata LOS\_E (arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda), sedangkan tingkat pelayanan alternatif rata-rata LOS\_C (arus stabil dan kecepatan dapat dikontrol oleh lalu lintas) dan hasil dari pemodelan Simpang Empat BTP pada kondisi eksisting didapatkan nilai tundaan (VehDelay) rata-rata sebesar 60,27. Sedangkan panjang antrian kondisi eksisting yaitu 45,42 dan hasil analisis pada kondisi simpang alternatif diketahui bahwa nilai dari tundaan yaitu 46,21, mendekati arus yang tidak stabil dan panjang antrian yaitu 32,82

Kata Kunci: Vissim, Kinerja Simpang, Tingkat Pelayanan

## **ABSTRACT**

*Vissim is microscopic flow software used for traffic modeling. Vissim software can assist in analyzing signalized intersections comprehensively by providing an overview of field conditions through 2D and 3D simulations. The objective of this study is to analyze the performance of a signalized four-way intersection using PTV Vissim software at the BTP intersection and to examine alternative modeling results for the BTP intersection. Based on the analysis and discussion, it can be concluded that the performance analysis of the intersection at the BTP four-way intersection under existing conditions results in an average service level of LOS\_E (unstable traffic flow, low speed, and variable), whereas the average alternative service level is LOS\_C (stable traffic flow, with speed controlled by traffic). The modeling of the BTP four-way intersection under existing conditions yields an average delay (VehDelay) value of 60.27. The queue length for the existing condition is 45.42. The analysis of the alternative intersection condition reveals that the delay value is 46.21, approaching an unstable flow scenario, with a queue length of 32.82.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
LEMBAR PENGAJUAN .....	II
LEMBAR PENGESAHAN .....	III
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	IV
ABSTRAK .....	VI
KATA PENGANTAR .....	VII
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR TABEL .....	XI
DAFTAR GRAFIK.....	XIV
DAFTAR RUMUS .....	XV
DAFTAR LAMPIRAN .....	XVI
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.5 Batasan Masalah.....	I-4

1.6 Sistematika Penulisan .....	I-5
BAB II Tinjauan Pustaka .....	II-1
2.1 Jalan.....	II-1
2.2 Lalu Lintas .....	II-10
2.2.1 Manusia .....	II-11
2.2.2 Kendaraan.....	II-11
2.2.3 Ruas Jalan .....	II-12
2.3 Teori Antrian .....	II-12
2.4 Kinerja Persimpangan Jalan.....	II-13
2.5 Jenis-jenis Simpang .....	II-15
2.5.1 Simpang Sebidang .....	II-15
2.5.2 Simpang Tidak Sebidang .....	II-16
2.6 Simpang Bersinyal.....	II-17
2.6.1 Kondisi Geometri Jalan .....	II-19
2.6.2 Hambatan Samping .....	II-21
2.6.3 Derajat Kejenuhan .....	II-21
2.6.4 Faktor Penyesuaian .....	II-22
2.6.5 Perbandingan Arus Lalu Lintas (Q) dengan Arus Jenuh (S) ..	II-25
2.6.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau .....	II-25

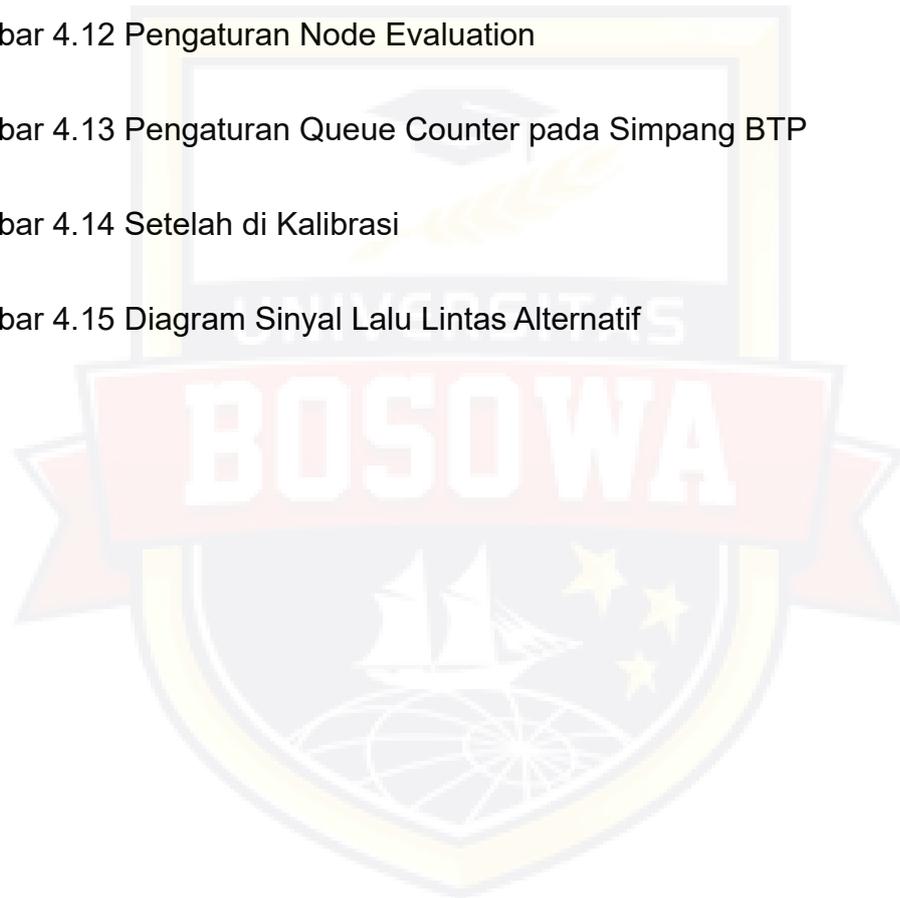
2.6.7 Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS) .....	II-26
2.6.8 Perilaku Lalu Lintas .....	II-27
2.6.9 Tingkat Pelayanan Persimpangan (LOS) .....	II-33
2.7 Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim.....	II-35
2.7.1 Definisi Vissim .....	II-35
2.7.2 Vissim Desktop .....	II-37
2.7.3 Menu Bar pada Software Vissim .....	II-39
2.8 Hasil Kajian Terdahulu .....	II-48
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>III-1</b>
3.1 Kerangka Penelitian .....	III-1
3.2 Lokasi Penelitian .....	III-3
3.3 Metode Survei .....	III-6
3.4 Peralatan Survei.....	III-9
3.5 Waktu Survei .....	III-10
3.6 Metode Analisis Data.....	III-11
<b>BAB IV Hasil dan Pembahasan .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1 Karakteristik Persimpangan.....	IV-1
4.1.1 Geometrik Jalan .....	IV-1
4.1.2 Sistem Sirkulasi Lalu Lintas pada Persimpangan .....	IV-6

4.1.3 Volume Arus Lalu Lintas .....	IV-9
4.1.4 Kecepatan Kendaraan .....	IV-15
4.2 Analisis Kinerja dengan Software Vissim .....	IV-17
4.2.1 Pengaturan Node Evaluation .....	IV-18
4.2.2 Pengaturan Queue Counter .....	IV-18
4.2.3 Pengaturan Driving Behavior .....	IV-19
4.3 Validasi Vissim.....	IV-22
4.4 Solusi Alternatif Menggunakan Software Vissim .....	IV-23
4.5 Rekapulasi Kondisi Eksisting dan Alternatif .....	IV-25
BAB V Penutup.....	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA .....	Xv
Lampiran	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Lalu Lintas	II-11
Gambar 2.2 Konflik Lalu Lintas pada Simpang Empat	II-18
Gambar 2.3 Contoh Model Simulasi Lalu Lintas Vissim	II-37
Gambar 2.4 Tampilan Desktop Vissim	II-37
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian	III-3
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian	III-3
Gambar 3.3 Kondisi Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara)	III-4
Gambar 3.4 Kondisi Jl. Tallasa City	III-4
Gambar 3.5 Kondisi Jl. Tamalanrea Raya	III-5
Gambar 3.6 Kondisi Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan)	III-5
Gambar 4.1 Kondisi Geometrik Simpang Empat BTP	IV-1
Gambar 4.2 Penampang Melintang Pendekatan 1	IV-2
Gambar 4.3 Penampang Melintang Pendekatan 2	IV-3
Gambar 4.4 Penampang Melintang Pendekatan 3	IV-4
Gambar 4.5 Penampang Melintang Pendekatan 4	IV-5
Gambar 4.6 Sirkulasi Lalu Lintas Simpang Empat BTP	IV-6
Gambar 4.7 Titik Konflik Lalu Lintas Simpang Empat BTP	IV-7

Gambar 4.8 Gerakan Kendaraan / Konflik Kendaraan	IV-8
Gambar 4.9 Fase Simpang Eksisting	IV-9
Gambar 4.10 Diagram Sinyal Lalu Lintas Eksisting	IV-9
Gambar 4.11 Piktografi Arah Kendaraan Dilapangan	IV-14
Gambar 4.12 Pengaturan Node Evaluation	IV-18
Gambar 4.13 Pengaturan Queue Counter pada Simpang BTP	IV-19
Gambar 4.14 Setelah di Kalibrasi	IV-20
Gambar 4.15 Diagram Sinyal Lalu Lintas Alternatif	IV-24

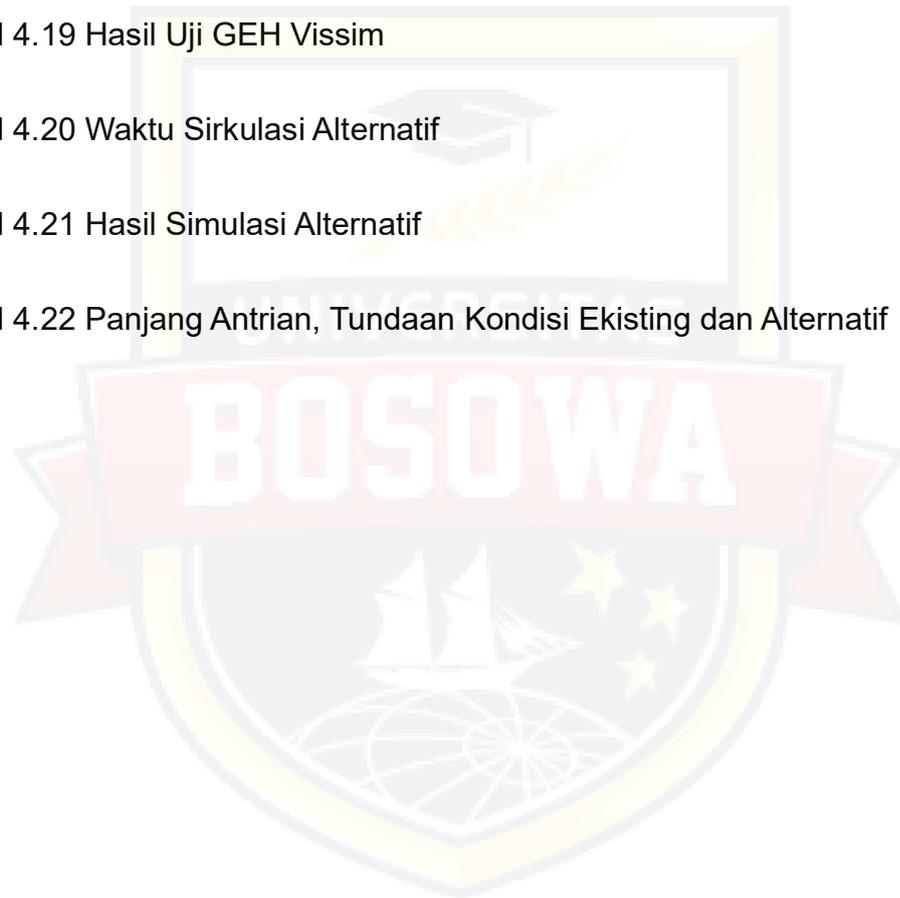


## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kondisi Dasar untuk Menetapkan Kinerja Jalan	II-20
Tabel 2.2 Nilai Ekuivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi	II-20
Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FCPA)	II-22
Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas (FCLJ)	II-22
Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FCHS)	II-23
Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FCUK)	II-24
Tabel 2.7 Deskripsi Menu User Interface PTV Vissim 2020	II-36
Tabel 2.8 Deskripsi Menu File	II-39
Tabel 2.9 Deskripsi Menu Edit	II-40
Tabel 2.10 Deskripsi Menu Edit (Lanjutan)	II-41
Tabel 2.11 Perintah Menu Base Data	II-43
Tabel 2.12 Perintah Menu Traffic	II-44
Tabel 2.13 Perintah Menu Signal Control	II-44
Tabel 2.14 Perintah Menu Simulation	II-44
Tabel 2.15 Perintah Menu Evaluation	II-45
Tabel 2.16 Perintah Menu Presentation	II-45
Tabel 2.17 Perintah Menu Help	II-45

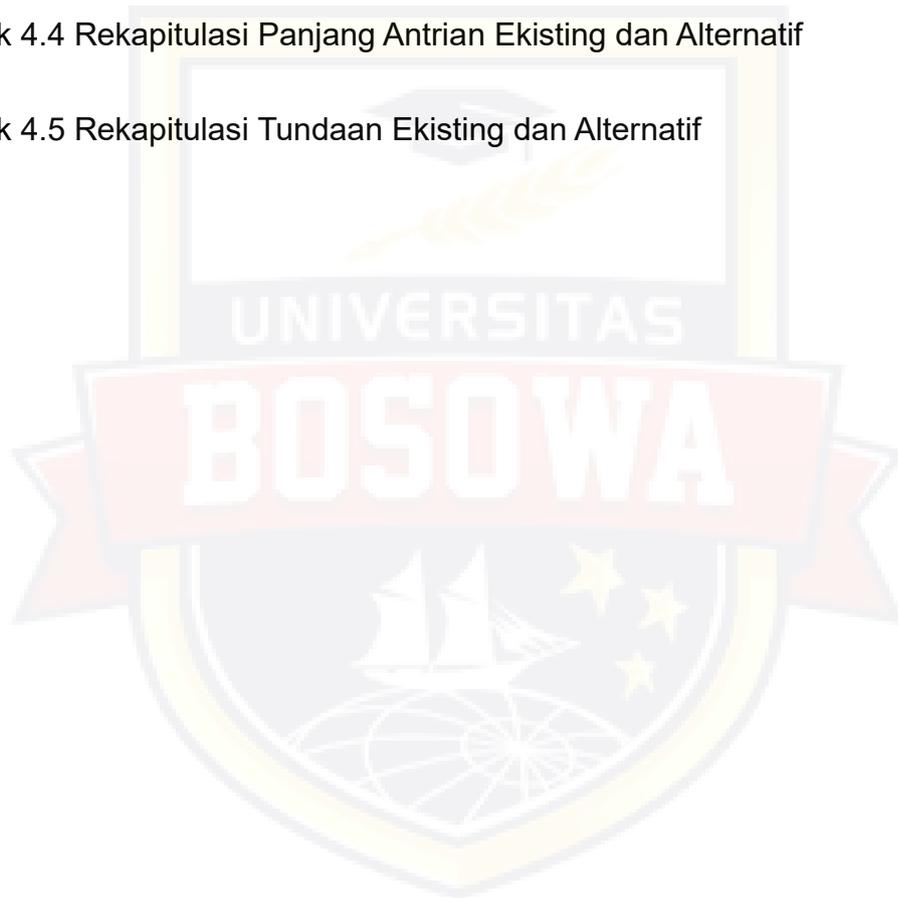
Tabel 2.18 Parameter Hasil Node Result	II-46
Tabel 2.19 Parameter Hasil Node Result (Lanjutan)	II-47
Tabel 2.20 Penelitian Terdahulu	II-48
Tabel 3.1 Alat Survei dan Fungsinya	III-9
Tabel 4.1 Pembagian Pendekatan	IV-2
Tabel 4.2 Geometrik Penampang Melintang Pendekatan 1	IV-2
Tabel 4.3 Geometrik Penampang Melintang Pendekatan 2	IV-3
Tabel 4.4 Geometrik Penampang Melintang Pendekatan 3	IV-4
Tabel 4.5 Geometrik Penampang Melintang Pendekatan 4	IV-5
Tabel 4.6 Data Sinyal Lalu Lintas Eksisting	IV-8
Tabel 4.7 Data Volume Hari Senin Pagi	IV-10
Tabel 4.8 Data Volume Hari Senin Siang	IV-11
Tabel 4.9 Data Volume Hari Senin Sore	IV-12
Tabel 4.10 Data Kondisi Simpang pada Jam 16:30-17:30	IV-13
Tabel 4.11 Data Kondisi Simpang Berdasarkan Jenis Kendaraan	IV-14
Tabel 4.12 Perhitungan Ekuivalen Kendaraan Penumpang	IV-15
Tabel 4.13 Kecepatan Kendaraan pada Lengan Selatan	IV-15
Tabel 4.14 Kecepatan Kendaraan pada Lengan Utara	IV-16

Tabel 4.15 Kecepatan Kendaraan pada Lengan Timur	IV-16
Tabel 4.16 Kecepatan Kendaraan pada Lengan Barat	IV-17
Tabel 4.17 Pengaturan Driving Behavior	IV-19
Tabel 4.18 Hasil Simulasi Kondisi Eksisting	IV-21
Tabel 4.19 Hasil Uji GEH Vissim	IV-22
Tabel 4.20 Waktu Sirkulasi Alternatif	IV-23
Tabel 4.21 Hasil Simulasi Alternatif	IV-24
Tabel 4.22 Panjang Antrian, Tundaan Kondisi Ekisting dan Alternatif	IV-25



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Volume Hari Senin Pagi	IV-10
Grafik 4.2 Volume Hari Senin Siang	IV-11
Grafik 4.3 Volume Hari Senin Sore	IV-12
Grafik 4.4 Rekapitulasi Panjang Antrian Ekisting dan Alternatif	IV-26
Grafik 4.5 Rekapitulasi Tundaan Ekisting dan Alternatif	IV-26



## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Derajat Kejenuhan	II-21
Rumus 2.2 Arus Jenuh Dasar	II-24
Rumus 2.3 Rasio Arus Jenuh	II-25
Rumus 2.4 Kapasitas	II-26
Rumus 2.5 Arus Lalu Lintas	II-26
Rumus 2.6 Jumlah SMP yang Tertinggal dari Fase Hijau Sebelumnya	II-27
Rumus 2.7 Jumlah SMP yang Datang Selama Fase Merah	II-28
Rumus 2.8 Jumlah rata-rata Antrian SMP pada Awal Sinyal Hijau	II-28
Rumus 2.9 Panjang Antrian	II-29
Rumus 2.10 Angka Henti	II-29
Rumus 2.11 Jumlah Kendaraan Terhenti	II-30
Rumus 2.12 Angka Henti Total Seluruh Simpang	II-30
Rumus 2.13 Rata-rata Tundaan Lalu Lintas Tiap Pendekat	II-31
Rumus 2.14 Rata-rata Tundaan Geometrik	II-31
Rumus 2.15 Tundaan Rata-rata Tiap Pendekat	II-32
Rumus 2.16 Tundaan Total	II-32

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Rekapitulasi Volume Kendaraan

Lampiran 2. Tutorial PTV Vissim 8

Lampiran 3. Dokumentasi survei



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Transportasi merupakan salah satu aspek kehidupan yang mempunyai peranan dalam menunjang kegiatan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Tidak dapat dipungkiri setiap manusia dalam kesehariannya melakukan pergerakan yang didefinisikan sebagai perpindahan dari satu tempat ke tempat lainnya untuk memenuhi tujuan tertentu. Dimana dengan adanya perkembangan sarana dan prasarana transportasi maka akan semakin memudahkan manusia dalam melakukan perpindahan tempat untuk mencapai tujuannya

Salah satu penyebab utama kemacetan di Kota Makassar pertumbuhan kendaraan bermotor yang sangat cepat namun tidak sebanding dengan peningkatan kapasitas jalan yang tersedia. Tingginya angka pertumbuhan kendaraan bermotor di kota Makassar menjadi tolak ukur meningkatnya perekonomian masyarakat. Namun, di sisi lain pertumbuhan kendaraan tiap tahunnya justru berdampak terhadap tingginya volume kendaraan di jalan raya yang mengakibatkan kemacetan. Pada tahun 2018, totalnya sudah 1,46 juta unit. Pertumbuhannya sangat tinggi dan tidak sebanding dengan pertumbuhan infrastruktur jalan. Merujuk data Samsat, kendaraan bermotor di Kota Daeng didominasi roda dua yang mencapai 1.156.759 unit. Disusul mobil penumpang (213.985 unit), mobil barang (74.603 unit) BPS Kota Makassar. Namun, jumlah tersebut belum termasuk kendaraan baru yang

data pajaknya belum terdaftar. Padatnya arus lalu lintas di Kota Makassar juga disebabkan banyak kendaraan bermotor yang berasal dari kabupaten atau kota bahkan provinsi lain dimana Kota Makassar menjadi pusat aktivitas di Sulawesi Selatan. Kemacetan yang selalu terjadi di Makassar, khususnya pada pagi dan sore hari disebabkan volume kendaraan yang tinggi, semakin banyak mobil murah dan terlalu gampang nya pembelian sepeda motor dan pemerintah tidak bisa membatasi pertumbuhan kendaraan (Kurniawan).

Kemacetan lalu lintas sangat sulit untuk dihilangkan, namun paling tidak dapat dikurangi kepadatannya. Hal ini dikarenakan kemacetan itu dipengaruhi oleh banyak faktor yang saling terkait satu sama lainnya. Beberapa penelitian yang mendukung kajian ini diantaranya oleh (Mustikarani dan Suherdiyanto) melihat faktor yang menyebabkan kemacetan lalu lintas faktor jalan (lebaran jalan, volume kendaraan, jarak lampu lalu lintas yang dipasang cukup banyak dan berdekatan persimpangan jalan atau gang) dan faktor manusia (kegiatan pasar tradisional dan pasar modern, kegiatan parkir sembarangan).

Permasalahan yang terjadi di simpang bersinyal BTP adalah terjadinya kemacetan dan konflik lalu lintas, karena adanya volume kendaraan yang sangat padat, banyaknya pengguna jalan yang menerobos lampu merah, serta melanggar lajur lalu lintas yang melawan arus dan maju terlalu cepat lampu menyala kuning sehingga terjadi konflik merupakan faktor penyebab kemacetan lalu lintas sehingga tundaan dan antrian kendaraan terutama

pada jam-jam sibuk. Serta Tipe lingkungan komersial serta lebar lajur yang berada di Jl. Tamalanrea Raya (barat) kurang lebar yang semakin menambah masalah yang terjadi di persimpangan tersebut.

Pemasalahan simpang tersebut untuk meningkatkan pelayanan simpang perlu dilakukan evaluasi dan dilakukan Pemodelan simpang bersinyal BTP menggunakan software Vissim. Dengan menggunakan variabel data Geometrik jalan, data volume lalu lintas, data kecepatan, data waktu siklus lalu lintas.

Vissim adalah perangkat lunak aliran mikroskopis untuk pemodelan lalu lintas, software Vissim dapat memudahkan dalam menganalisis simpang bersinyal secara keseluruhan dikarenakan dapat memberi gambaran mengenai kondisi lapangan dalam bentuk simulasi 2D dan 3D.

Berdasarkan uraian diatas penulis bermaksud untuk melakukan penelitian tentang **“Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Software Vissim Pada Ruas Jalan Simpang BTP”**.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka pokok permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja simpang bersinyal Pada Ruas Jalan BTP dengan menggunakan Software PTV Vissim?
2. Bagaimana hasil pemodelan alternatif pada simpang empat BTP?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinerja simpang penggunaan Software PTV Vissim dalam simpang empat bersinyal pada ruas jalan simpang BTP.
2. Menganalisis hasil permodelan alternatif dari simpang bersinyal pada ruas jalan simpang BTP dalam penggunaan Software PTV Vissim

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapat dari penelitian ini, diantaranya adalah:

1. Diharapkan dari hasil penelitian ini digunakan oleh pihak terkait sebagai bahan acuan untuk pengaturan persimpangan bersinyal, sehingga pelayanan yang diberikan oleh persimpangan akan menjadi lebih baik.
2. Dapat menjadi bahan bacaan dan referensi bagi mahasiswa dalam menganalisis kinerja lalu lintas pada persimpangan dengan menggunakan Software Vissim.

#### **1.5. Batasan Penelitian**

Untuk menghindari pembahasan yang meluas dari rumusan masalah maka penulis memberikan batasan masalah. Adapun batasan masalahnya meliputi:

1. Kendaraan yang disurvei adalah sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat.
2. Permodelan untuk penelitian simpang bersinyal pada ruas jalan simpang BTP menggunakan Software PTV VISSIM 2022 (student).

3. Penelitian ini dilakukan pada simpang bersinyal. Pengambilan data pada jam puncak (pear hour) dari pukul 06:00–08:00, 12:00–14:00, dan 16:00–18:00 WITA.
4. Analisis data menggunakan data primer yaitu berupa data yang diperoleh saat survey volume lalu lintas, kecepatan, waktu siklus dan geometrik pada simpang tersebut.
5. Parameter kinerja lalu lintas yang ditinjau adalah panjang antrian, tundaan yang merupakan output dari Software VISSIM.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran mengenai keseluruhan isi penulisan tugas akhir ini, maka susunan bab yang merupakan pokok uraian masalah penelitian disusun secara sistematika dalam 5 (lima) bab, yaitu:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Menguraikan teori-teori yang mendukung pencapaian tujuan penelitian dan teori yang mendukung penemuan jawaban dari rumusan masalah.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

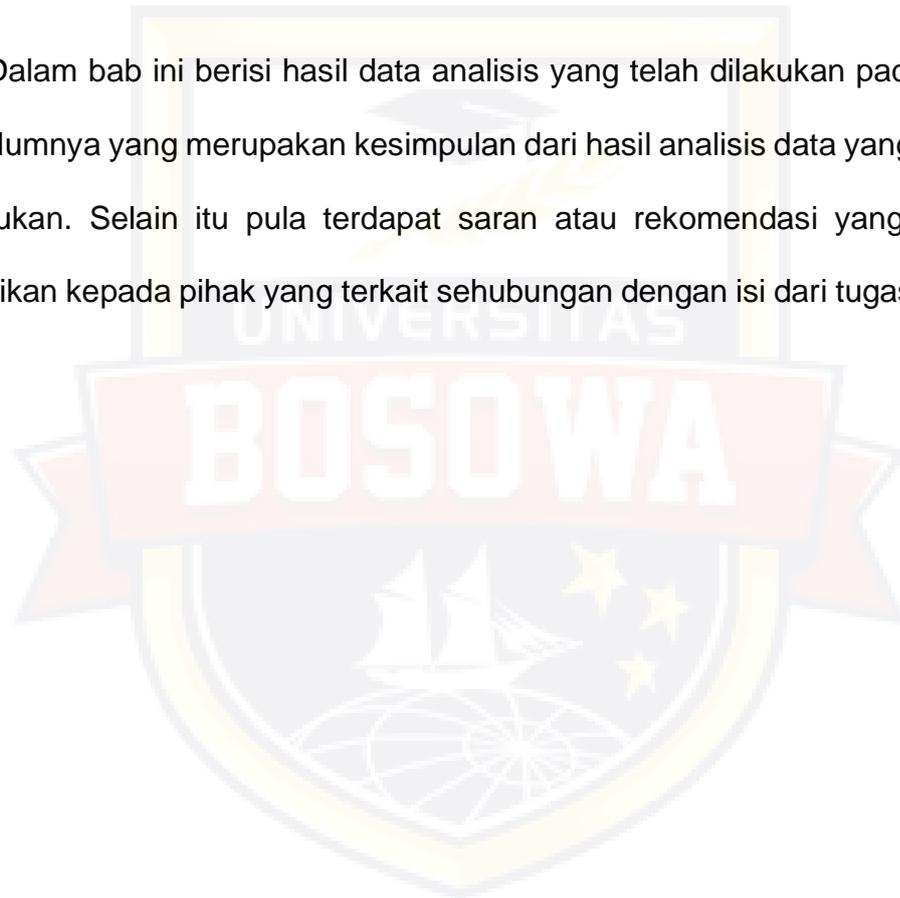
Menguraikan secara rinci tentang kondisi dan waktu penelitian, alat ukur, teknik analisis, kerangka pikir dan data-data yang mendukung.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menguraikan hasil dan pembahasan dari penelitian yang terdiri dari pembahasan hasil pengolahan data lalu lintas dan hasil tingkat pelayanan simpang.

## BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisi hasil data analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya yang merupakan kesimpulan dari hasil analisis data yang telah dilakukan. Selain itu pula terdapat saran atau rekomendasi yang akan diberikan kepada pihak yang terkait sehubungan dengan isi dari tugas akhir ini.





## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jalan**

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 disebutkan bahwa jalan adalah suatu prasarana transportasi yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Jalan mempunyai peranan penting terutama yang menyangkut perwujudan perkembangan antar wilayah yang seimbang, pemerataan hasil pembangunan serta pemantapan pertahanan dan keamanan nasional dalam rangka mewujudkan pembangunan nasional.

Sementara dalam Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 disebutkan bahwa:

- Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan penghubung, bangunan

pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel, jalan lori, dan jalan kabel.

- Sistem Jaringan Jalan adalah satu kesatuan ruas Jalan yang saling menghubungkan dan mengikat pusat kegiatan/pusat pertumbuhan, dan simpul transportasi dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam satu hubungan hierarkis.
- Penyelenggaraan Jalan adalah kegiatan yang meliputi pengaturan, pembinaan, pembangunan, dan pengawasan Jalan.
- Penyelenggara Jalan adalah pihak yang melakukan pengaturan, pembinaan, pembangunan, dan pengawasan Jalan sesuai dengan kewenangannya.
- Pengaturan Jalan adalah kegiatan perumusan kebijakan perencanaan, penyusunan perencanaan umum, dan penyusunan peraturan perundang-undangan di bidang Jalan.
- Pembinaan Jalan adalah kegiatan penyusunan pedoman dan standar teknis, pelayanan, pemberdayaan sumber daya manusia, serta penelitian dan pengembangan Jalan.
- Pembangunan Jalan adalah kegiatan penyusunan program dan anggaran, perencanaan teknis, pengadaan tanah, pelaksanaan konstruksi, pengoperasian Jalan, dan/atau preservasi Jalan.

Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 ini ditetapkan dengan pertimbangan:

1. Bahwa negara bertujuan untuk mewujudkan masyarakat Indonesia yang sejahtera, adil, dan makmur berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945;
2. Bahwa tujuan dan tugas dibentuknya pemerintahan Negara di antaranya memajukan kesejahteraan umum seluruh rakyat Indonesia;
3. Bahwa infrastruktur Jalan sebagai salah satu pilar utama untuk kesejahteraan umum dan sebagai prasarana dasar dalam pelayanan umum dan pemanfaatan sumber daya ekonomi sebagai bagian dari sistem transportasi nasional melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai konektivitas antarpusat kegiatan, keseimbangan dan pemerataan pembangunan antardaerah, peningkatan perekonomian pusat dan daerah dalam kesatuan ekonomi nasional sesuai dengan amanat Pasal 33 ayat (4) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, serta membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan dan membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional berdasarkan nilai-nilai Pancasila;

4. Bahwa beberapa ketentuan dalam Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan sudah tidak sesuai dengan perkembangan dan kebutuhan hukum sehingga perlu diubah;
5. Bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, huruf b, huruf c, dan huruf d perlu membentuk Undang-Undang tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan;

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan dijelaskan bahwa penyelenggaraan jalan yang konseptual dan menyeluruh perlu melihat jalan sebagai suatu kesatuan sistem jaringan jalan yang mengikat dan menghubungkan pusat-pusat kegiatan. Dalam hubungan ini dikenal sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Pada setiap sistem jaringan jalan diadakan pengelompokan jalan menurut fungsi, status, dan kelas jalan. Pengelompokan jalan berdasarkan status memberikan kewenangan kepada Pemerintah untuk menyelenggarakan jalan yang mempunyai layanan nasional dan pemerintah daerah untuk menyelenggarakan jalan di wilayahnya sesuai dengan prinsip-prinsip otonomi daerah.

#### 1. Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antarkawasan dan/atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan.

Berdasarkan sistem jaringan jalan, maka dikenal 2 istilah, yaitu:

a. Sistem jaringan jalan primer

Jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan sebagai berikut:

1. menghubungkan secara menerus pusat kegiatan nasional, pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan lokal sampai ke pusat kegiatan lingkungan.
2. menghubungkan antarpusat kegiatan nasional.

Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antarkawasan perkotaan, yang diatur secara berjenjang sesuai dengan peran perkotaan yang dihubungkannya. Untuk melayani lalu lintas menerus maka ruas-ruas jalan dalam sistem jaringan jalan primer tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan.

b. Sistem jaringan jalan sekunder

Jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan rencana tata ruang wilayah kabupaten/kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan yang menghubungkan secara menerus kawasan yang mempunyai

fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga, dan seterusnya sampai ke persil.

Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antarkawasan di dalam perkotaan yang diatur secara berjenjang sesuai dengan fungsi kawasan yang dihubungkannya.

## 2. Fungsi Jalan

Berdasarkan fungsinya, maka jalan dibedakan menjadi beberapa fungsi, yaitu:

### a. Jalan Arteri

3. Arteri Primer: Jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 km per jam, lebar badan jalan minimal 11 meter, lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal dan kegiatan lokal, jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi, serta tidak boleh terputus di kawasan perkotaan.

4. Arteri Sekunder: Jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30

km per jam dengan lebar badan jalan minimal 11 meter, dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

b. Jalan Kolektor

5. Kolektor Primer: Jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Didesain berdasarkan berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

6. Kolektor Sekunder: Jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 9 meter, dan lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

c. Jalan Lokal

7. Lokal Primer: Jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. Didesain berdasarkan kecepatan

rencana paling rendah 20 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 7,5 meter, dan tidak boleh terputus di kawasan perdesaan.

8. Lokal Sekunder: Jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 7,5 meter.

d. Jalan Lingkungan

9. Lingkungan Primer: Jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 15 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 6,5 meter untuk jalan yang diperuntukkan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih. Sedangkan jalan yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan minimal 3,5 meter.

10. Lingkungan Sekunder: Jalan yang menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km per jam dengan lebar badan jalan minimal 6,5 meter untuk jalan yang

diperuntukkan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih. Sedangkan jalan yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor roda 3 atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan minimal 3,5 meter.

Lebar badan jalan paling sedikit 3,5 meter ini dimaksudkan agar lebar jalur lalu lintas dapat mencapai 3 meter, dengan demikian pada keadaan darurat dapat dilewati mobil dan kendaraan khusus lainnya seperti pemadam kebakaran, ambulans, dan sebagainya.

### 3. Kewenangan Jalan

Berdasarkan kewenangan jalan, maka jalan umum dikelompokkan sebagai berikut:

#### a. Jalan Nasional

Penyelenggaraan Jalan Nasional merupakan kewenangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, yaitu di Direktorat Jenderal Bina Marga yang dalam pelaksanaan tugas penyelenggaraan jalan nasional dibentuk Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional sesuai dengan wilayah kerjanya masing-masing.

#### b. Jalan Provinsi

Penyelenggaraan Jalan Provinsi merupakan kewenangan Pemerintah Provinsi.

#### c. Jalan Kabupaten

Penyelenggaraan Jalan Kabupaten merupakan kewenangan Pemerintah Kabupaten.

d. Jalan Kota

Jalan Kota adalah jalan umum pada jaringan jalan sekunder di dalam kota, merupakan kewenangan Pemerintah Kota. Ruas-ruas jalan kota ditetapkan oleh Walikota dengan Surat Keputusan (SK) Walikota.

e. Jalan Desa

Jalan Desa adalah jalan lingkungan primer dan jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan kabupaten di dalam kawasan perdesaan, dan merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa.

## 2.2 Lalu Lintas

Menurut Poerwadarminta dalam kamus umum bahasa Indonesia (1993:55) menyatakan bahwa lalu lintas adalah berjalan bolak balik, hilir mudik dan perihal perjalanan di jalan dan sebagainya serta berhubungan antara sebuah tempat dengan tempat lainnya. Sedangkan disebutkan dalam Undang-undang No. 22 tahun 2009, lalu lintas di artikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Ruang lalu lintas itu sendiri adalah prasarana yang berupa jalan dan fasilitas pendukung dan diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang dan atau barang. Di dalam lalu lintas memiliki 3 (tiga) sistem komponen yang antara lain adalah

manusia, kendaraan dan ruas jalan yang saling berinteraksi dalam pergerakan kendaraan.



Gambar 2.1 Komponen Lalu lintas

### 2.2.1 Manusia

Manusia merupakan salah satu unsur dalam lalu lintas yang spesifik, artinya setiap individu mempunyai komponen fisik dasar tertentu dan nonfisik yang barangkali berbeda antara satu dengan yang lainnya. Manusia juga berperan sebagai pengemudi atau pejalan kaki dan mempunyai keadaan yang berbeda-beda.

### 2.2.2 Kendaraan

Jenis kendaraan berdasarkan fisiknya dibedakan berdasarkan pada dimensi, berat, dan kinerja. Dimensi kendaraan mempengaruhi lebar lajur lalu lintas, lebar bahu jalan yang diperkeras, panjang dan lebar ruang parkir. Jenis kendaraan dibedakan menjadi:

#### a. Kendaraan Berat

Kendaraan berat termasuk kedalam kelas Heavy Vehicle. Contoh kendaraan yang tergolong kedalam kendaraan berat diantaranya adalah minibus, bus, truk, truk 2 sb, truk 3 sb, truk gandeng, truk gandeng, trailer dan bus besar.

#### b. Kendaraan Ringan

Kendaraan ringan termasuk kedalam kelas Light Vehicle. Contoh kendaraan ringan adalah Mobil pribadi, sedan, angkutan umum, pick up, box dan angguna.

a. Kendaraan Bermotor

Kendaraan bermotor termasuk kedalam kelas Motorcycle. Contoh jenis kendaraan bermotor adalah sepeda motor.

b. Kendaraan tak Bermotor

Kendaraan tak Bermotor termasuk kedalam kelas Un Motorcycle. Kendaraan tak bermotor adalah segala kendaraan beroda yang digerakkan dengan tenaga hewan ataupun manusia. Contoh kendaraan tak bermotor diantaranya adalah becak, sepeda, kereta dorong dan kereta kuda.

### **2.2.3 Ruas Jalan**

Jalan adalah lintasan yang di rencanakan dan di peruntukkan kepada pengguna kendaraan bermotor dan tidak bermotor termasuk pejalan kaki. Jalan dalam lalu lintas adalah yang digunakan untuk mengalirkan aliran lalu lintas dengan lancar, aman dan mendukung beban muatan kendaraan.

### **2.3 Teori Antrian**

Antrian dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997, didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat simpang dan dinyatakan dalam kendaraan atau satuan mobil penumpang. Sedangkan panjang antrian didefinisikan sebagai panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan dinyatakan dalam satuan meter.

Unsur Dasar Model Antrian Dalam sistem antrian, terdapat beberapa unsur dasar yang harus diperhatikan oleh penyedia fasilitas pelayanan dalam memberikan pelayanan terhadap para pelanggan. Salah satunya adalah Pola kedatangan pelanggan. Proses kedatangan pelanggan dapat terjadi secara individu maupun berkelompok baik dalam jumlah kecil maupun besar. Pola kedatangan pelanggan dapat dilihat dari waktu antar kedatangan dua pelanggan yang berurutan (interarrival time). Pola kedatangan ini dapat bersifat deterministik (pasti) maupun stokastik (acak). Kedatangan yang bersifat deterministik dapat beragam pada suatu periode waktu tertentu, misalnya kedatangan ditentukan dengan laju sebesar 50 kedatangan/jam.

Kedatangan yang bersifat deterministik biasanya tampak pada proses produksi dengan menggunakan mesin. Sementara itu, kedatangan yang bersifat stokastik belum ditentukan sehingga perlu dicari kesesuaiannya dengan suatu distribusi tertentu (Gross&Harris,1998:4). Jika distribusi kedatangan tidak bergantung pada waktu (time-independent) maka bersifat stasioner (keadaan bebas terhadap waktu). Sebaliknya jika distribusi kedatangannya bergantung pada waktu, maka bersifat nonstasioner (Gross&Harris,1998:4).

#### **2.4 Kinerja Persimpangan Jalan**

Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur,

satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas.

Menurut Bastian Fahmi (2011:2) kinerja adalah gambaran mengenai tingkat pencapaian pelaksanaan suatu kegiatan / program / kebijaksanaan dalam mewujudkan sasaran, tujuan, misi dan visi organisasi yang tertuang dalam perumusan skema strategis (strategic planning) suatu organisasi. Sedangkan pengertian kinerja menurut Smith dalam Suwatno dan Donni (2013: 196) adalah hasil dari suatu proses yang dilakukan manusia.

Persimpangan jalan adalah suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan saling bertemu / berpotong yang mencakup fasilitas jalur jalan dan tepi jalan, dimana lalu lintas dapat bergerak di dalamnya (Ir. Joni Harianto, 2004:2).

Persimpangan merupakan salah satu bagian terpenting dari jalan raya, dimana sebagian besar efisiensi, kapasitas lalu lintas, kecepatan, biaya operasi, waktu perjalanan, keamanan dan kenyamanan akan tergantung pada perencanaan persimpangan tersebut. Setiap persimpangan mencakup pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari kaki persimpangan serta pergerakan perputaran. Pergerakan lalu lintas dikendalikan dengan berbagai cara, tergantung dari jenis persimpangannya.

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

persimpangan harus dimanfaatkan bersama oleh setiap orang yang ingin menggunakannya. Persimpangan jalan merupakan tempat sumber konflik lalu lintas yang rawan terhadap kecelakaan. Hal ini disebabkan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki. Oleh karena itu, persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati - hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas.

Sehingga pengertian kinerja jika dihubungkan dengan simpang adalah hasil kerja optimum yang dapat dicapai oleh suatu persimpangan di dalam suatu tempat atau lokasi tertentu, dalam upaya untuk mencapai fungsi dan tujuan persimpangan tersebut sesuai dengan standar dan spesifikasi yang telah ada.

## **2.5 Jenis – jenis Simpang**

Jenis – jenis simpang secara umum dibagi menjadi:

### **2.5.1 Simpang Sebidang**

Simpang sebidang adalah pertemuan dua ruas jalan atau lebih secara sebidang tidak saling bersusun. Pertemuan ini direncanakan dengan tujuan untuk mengalirkan atau melewatkan lalu lintas dengan lancar serta mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan / pelanggaran sebagai akibat dari titik konflik yang ditimbulkan dari adanya pergerakan antara kendaraan bermotor, pejalan kaki, sepeda dan fasilitas – fasilitas lain. Selain itu memberikan kemudahan, kenyamanan dan ketenangan terhadap

pemakai jalan yang melalui persimpangan tersebut (Ir. Joni Harianto, 2004:5).

Penggunaan sinyal lalu lintas bila dipasang dan dioperasikan dengan baik akan memberikan keuntungan dalam pengelolaan dan keselamatan lalu lintas. Adanya sinyal lalu lintas di daerah simpang bisa digunakan secara bergiliran dengan beberapa fase bagi arus kendaraan yang lewat pada tiap kaki simpang dan juga terlibatnya arus pejalan kaki yang akan menyebrang jalan. Pengaturan fase bagi arus – arus lalu lintas yang ada akan mengurangi jumlah titik konflik di daerah simpang sehingga dapat mengurangi kemungkinan akan terjadinya konflik atau benturan.

### **2.5.2 Simpang Tidak Sebidang**

Simpang tak sebidang adalah pertemuan dua arus atau lebih saling bertemu tidak dalam satu bidang tetapi salah satu ruas berada di atas atau di bawah ruas jalan yang lain (Ir. Joni Harianto, 2004:5).

Simpang tidak sebidang (interchange) biasanya menyediakan gerakan membelok tanpa berpotongan, maka dibutuhkan tikungan yang besar dan sulit serta biaya yang mahal. Pertemuan jalan tak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi.

Perencanaan pertemuan tidak sebidang dilakukan bila volume lalu lintas yang melalui suatu pertemuan sudah mendekati kapasitas jalan – jalannya, dimana arus lalu lintas tersebut harus bisa melewati pertemuan tanpa terganggu atau tanpa berhenti, baik itu merupakan arus menerus

atau arus yang membelok. Pada pertemuan tidak sebidang ini ada kemungkinan untuk membelok dari jalan yang satu ke jalan yang lain dengan melalui jalur-jalur penghubung.

## **2.6 Simpang Bersinyal**

Simpang bersinyal yang dimaksud adalah simpang yang menggunakan lampu lalu lintas. Oglesby (1999:391) mengemukakan bahwa lampu lalu lintas didefinisikan sebagai semua peralatan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik kecuali lampu kedip (*flacher*), rambu, dan marka jalan untuk mengarahkan dan memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda atau pejalan kaki. Lampu lalu lintas harus dipasang pada simpang pada saat arus lalu lintas sudah meninggi. Ukuran peningginya arus lalu lintas yaitu dari waktu tunggu rata-rata kendaraan pada saat melintasi simpang. Oleh karena itu, Munawar (2004:43) mengemukakan bahwa jika waktu tunggu rata-rata tanpa lalu lintas sudah lebih besar dari waktu tunggu rata-rata dengan lampu lalu lintas, maka perlu dipasang lampu lalu lintas.

Penggunaan sinyal lampu lalu lintas pada persimpangan dipergunakan untuk satu atau lebih alasan berikut ini:

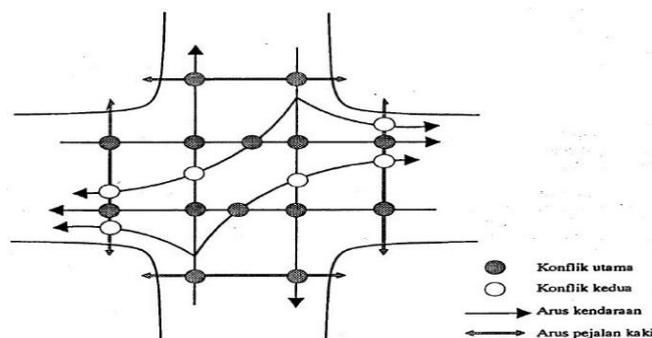
- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.

- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan- kendaraan dari arah yang bertentangan.

Adapun mengenai simpang yang dievaluasi dalam penelitian ini adalah simpang sebidang dengan lampu. Adapun masalah yang dianalisis meliputi hal – hal yang menyangkut aspek fisik dan non fisik jalan, yaitu kapasitas jalan, derajat kejenuhan, jumlah antrian, kendaraan terhenti, dan tundaan.

Dengan adanya pemasangan lampu lalu lintas, maka kecelakaan yang timbul diharapkan dapat berkurang, karena konflik yang timbul antara arus lalu lintas dapat dikurangi (Munawar, 2004:44).

Gerakan dan manuver kendaraan dapat dibagi dalam beberapa kategori dasar, yaitu pemisahan (diverging), penggabungan (merging), menyalip berpindah jalur (weaving) dan penyilangan (crossing). Contoh perbandingan antara jumlah konflik yang terjadi pada simpang dengan lampu lalu lintas adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Konflik Lalu Lintas Pada Simpang Empat

Pola urutan lampu lalu lintas yang digunakan di Indonesia mengacu pada pola yang dipakai di Amerika Serikat, yaitu merah (red), kuning (amber), dan hijau (green). Hal ini untuk memisahkan atau menghindari terjadinya konflik akibat pergerakan lalu lintas lainnya. Pemasangan lampu lalu lintas pada simpang ini dipisahkan secara koordinat dengan sistem kontrol waktu secara tetap atau bantuan manusia.

Langkah – langkah dalam menganalisis simpang sebidang dengan lampu pengatur lalu lintas adalah sebagai berikut:

### **2.6.1 Kondisi Geometri Jalan**

Dalam kondisi geometri jalan yang perlu diperhatikan adalah seperti berikut.

- a. Trotoar adalah jalur yang disediakan untuk pejalan kaki yang sejajar dengan jalan namun lebih tinggi dari perkerasan jalan sehingga memberikan keamanan bagi pejalan kaki.
- b. Median jalan adalah suatu pemisah fisik pada jalur lalu lintas agar dapat meminimalkan konflik lalu lintas dari arah yang berlawanan.
- c. Jalur gerak adalah bagian jalan yang digunakan untuk kendaraan bermotor saat melintasi jalan tersebut.
- d. Panjang jalan adalah panjang ruas jalan yang diamati dalam penelitian

Tabel 2.1 Kondisi Dasar untuk Menetapkan Kinerja Jalan

No	Uraian	Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan			
		Jalan Sedang tipe 2/2TT	Jalan Raya tipe 4/2T	Jalan Raya tipe 6/2T	Jalan Satu-arah tipe 1/1, 2/1, 3/1
1	Lebar Jalur lalu lintas( m )	7,0	4x3,5	6x3,5	2x3,5
2	Lebar bahu efektif di kedua sisi( m )	1,5	Tanpa bahu, tetapi dilengkapi kereb di kedua sisinya		2,0
3	Jarak terdekat kereb ke penghalang (m)	-	2,0	2,0	2,0
4	Median	Tidak ada	Ada, tanpa bukaan	Ada, tanpa bukaan	-
5	Pemisahan arah (%)	50-50	50-50	50-50	-
6	Kelas Hambatan Samping	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
7	Ukuran kota, Juta jiwa	1,0-3,0	1,0-3,0	1,0-3,0	1,0-3,0
8	Tipe alinemen jalan	Datar	Datar	Datar	Datar
9	Komposisi KR:KB:SM	60%:8%:32%	60%:8%:32%	60%:8%:32%	60%:8%:32%
10	Faktor-k	0,08	0,08	0,08	

Sumber: PKJI, 2014

Adapun untuk nilai ekivalen kendaraan penumpang (emp) diperoleh dari tabel berikut ini:

Tabel 2.2 Nilai Ekivalen Kendaraan Ringan untuk Jalan Terbagi

Tipe Jalan	Arus Lalu Lintas per lajur (kend/jam)	ekr	
		KB	SM
2/1, dan 4/2T	< 1050	1,3	0,40
	≥ 1050	1,2	0,25
3/1, dan 6/2D	< 1110	1,3	0,40
	≥ 1100	1,2	0,25

Sumber: PKJI, 2014

Untuk Kepentingan analisis, kendaraan yang disurvei, diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Kendaraan ringan (KR) yang terdiri dari mobil penumpang, jeep, sedan, bis mini, pick up, dll.
2. Kendaraan berat (KB), terdiri dari bus dan truk.
3. Sepeda motor (SM)

### **2.6.2 Hambatan Samping**

Menurut PKJI tahun 2014, hambatan samping adalah kegiatan di samping (sisi jalan) yang berdampak terhadap kinerja lalu lintas. Aktifitas pada sisi jalan sering menimbulkan konflik yang berpengaruh terhadap lalu lintas terutama pada kapasitas jalan dan kecepatan lalu lintas jalan perkotaan.

### **2.6.3 Derajat Kejenuhan**

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, Derajat kejenuhan (DJ) didefinisikan sebagai rasio arus jalan atau volume kendaraan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai dari derajat kejenuhan menunjukkan ada atau tidaknya permasalahan kapasitas pada segmen jalan tersebut. Dalam perhitungan derajat kejenuhan digunakan persamaan dasar persamaan 1 berikut.

$$D_j = \frac{Q}{C} \quad (1)$$

Keterangan:

- Dj = Derajat Kejenuhan
- Q = Volume Arus Lalu Lintas (skr/jam)
- C = Kapasitas (skr/jam)

#### 2.6.4 Faktor Penyesuaian

Penetapan faktor koreksi untuk nilai arus lalu lintas dasar kedua tipe pendekat pada persimpangan adalah sebagai berikut:

##### 1. Faktor penyesuaian pemisah arah (FCPA)

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, faktor penyesuaian pemisah arah hanya terdapat pada jalan tak terbagi dan dapat dilihat pada tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FCPA)

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

Sumber: PKJI, 2014

##### 2. Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FCLJ)

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, faktor penyesuaian jalur lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut.

Tabel 2.4. Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas (FCLJ)

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur Lalu Lintas- W <sub>c</sub> (m)	FC <sub>LJ</sub>
4/2 T atau	Per Lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96

Jalan satu- arah	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2 TT	Total Dua Arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
11	1,34	

Sumber: PKJI, 2014

### 3. Faktor penyesuaian hambatan samping (FCHS)

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, faktor penyesuaian hambatan samping dan lebar bahu dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2.5. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FCHS)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	FCHS			
		Lebar Bahu Efektif $W_S$ (m)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 T	Sangat Rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2 TT	Sangat Rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1,00
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98

atau JalanSatu Arah	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber: PKJI, 2014

#### 4. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCUK)

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 2.6 sebagai berikut.

Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota  
(FCUK)

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	(FC <sub>UK</sub> )
<0,1	0,86
0,1-0,5	0,90
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
>3,0	1,04

Sumber: PKJI, 2014

#### b. Nilai arus jenuh

Jika suatu pendekatan mempunyai sinyal hijau lebih dari satu fase, yang arus jenuhnya telah ditentukan secara terpisah maka nilai arus kombinasi harus dihitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing – masing fase.

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \quad (2)$$

Dimana:

So = Arus jenuh dasar

Fcs = Faktor koreksi ukuran kota

Fsf = Faktor koreksi hambatan samping

Fg = Faktor koreksi kelandaian

Fp = Faktor koreksi parkir

Frt = Faktor koreksi belok kanan Flt = Faktor koreksi belok kiri

### 2.6.5 Perbandingan Arus Lalu Lintas (Q) dengan Arus Jenuh (S)

$$FR = Q/S \quad (3)$$

Dimana:

FR = Rasio arus/rasio arus jenuh

$$PR = \text{Rasio fase} = \frac{Frcrit}{IFR}$$

Dimana:

Frcrit = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal

IFR = Perbandingan arus simpang =  $\sum(FRcrit)$

### 2.6.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus (c) merupakan waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sebagai contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama; det).

Waktu hijau (g) adalah fase untuk kendali lalu lintas aktuasi kendaraan (det) dan sebagai waktu nyala hijau dalam suatu pendekat.

### 2.6.7 Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Kapasitas (C) dari suatu pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times g/c = S \times GR \quad (4)$$

Dimana:

C = kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus yang disesuaikan (detik)

GR = Rasio hijau =  $g/c$

Derajat kejenuhan (DS) adalah perbandingan antara arus (Q) dengan kapasitas (C)

$$DS = Q/C \quad (5)$$

Dimana:

Q = Arus lalu lintas(smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

### 2.6.8 Perilaku Lalu Lintas

Perilaku lalu lintas pada simpang dipengaruhi oleh panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan. Panjang antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat.

Antrian kendaraan adalah kejadian pada arus lalu lintas yang tampak sehari-hari. Panjang antrian didefinisikan sebagai panjang kendaraan yang menunggu dalam suatu kelompok kendaraan dan dinyatakan dalam satuan meter. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan dikontrol oleh gerakan yang di depannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas.

Dalam melakukan pengukuran panjang antrian, di dalamnya meliputi pencacahan dari jumlah kendaraan yang berada dalam sistem antrian pada suatu waktu tertentu. Hal ini dapat dilakukan dengan perhitungan fisik kendaraan atau dengan memberikan tanda pada jalan, sehingga mengindikasikan bahwa kendaraan yang berada dalam antrian akan dinyatakan dalam satuan panjang.

a. Jumlah antrian (NQ) dan panjang antrian (QL)

Nilai dari Jumlah antrian (NQ1) dapat dihitung dengan formula:

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + 8 \times (DS-0,5)}) / C \quad (6)$$

Untuk  $DS \leq 0,5$  ;  $NQ1 = 0$

Dimana:

$NQ1$  = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijausebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat kejenuhan

Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ2) dihitung dengan formula

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (7)$$

Dimana:

NQ2 = Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

c = Waktu siklus (detik)

GR = g/c (Rasio Hijau)

DS = Derajat kejenuhan

Q = Volume lalu lintas (smp/jam)

Untuk antrian total (NQ) dihitung dengan menjumlahkan kedua hasil tersebut yaitu NQ1 dan NQ2:

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (8)$$

Dimana:

NQ = Jumlah rata – rata antrian smp pada awal sinyal hijau

NQ1 = Jumlah antrian smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ2 = Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

Untuk menghitung panjang antrian (QL) dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$QL = \frac{NQ_{\text{Max}}}{W_{\text{masuk}}} \quad (9)$$

Dimana:

QL = Panjang antrian

NQ<sub>max</sub> = Jumlah antrian

W<sub>masuk</sub> = Lebar masuk

Untuk perencanaan dan desain disarankan POL < 5%. Untuk pelaksanaan POL = 5-10% masih dapat diterima. Pada perhitungan ini kami mengambil POL = 5%. (MKJI, 1997).

b. Kendaraan henti

Jumlah kendaraan henti adalah jumlah kendaraan dari arus lalu lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal. Angka henti sebagai jumlah rata – rata per smp untuk perancangan dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (10)$$

Dimana:  $\sum g + LTI$

NS = Angka henti

NQ = Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

$c = \text{Waktu siklus(det)}$

Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing – masing pendekat menggunakan formula sebagai berikut:

$$NSV = Q \times NS \quad (11)$$

Dimana:

NSV = Jumlah kendaraan terhenti

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

NS = Angka henti

Adapun perhitungan untuk angka henti total seluruh simpang dihitung dengan rumus:

$$NStotal = \frac{\sum NSV}{\sum Q} \quad (12)$$

Dimana:

NStotal = Angka henti total seluruh simpang

$\sum NSV$  = Jumlah kendaraan terhenti

$\sum Q$  = Arus lalu lintas (smp/jam)

c. Tundaan

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan terdiri dari:

## 1. Tundaan lalu lintas

Tundaan lalu lintas adalah waktu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Tundaan lalu lintas rata-rata tiap pendekat dihitung dengan menggunakan formula:

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \quad (13)$$

Dimana:

DT = Rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

c = Waktu siklus yang disesuaikan (detik)

$A = 0,5 \times (1-GR)^2 / (1-GR \times DS)$

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

## 2. Tundaan geometri

Tundaan geometri disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di samping atau yang terhenti oleh lampu merah. Tundaan geometrik rata-rata (DG) masing – masing pendekat dihitung dengan menggunakan formula:

$$DG = (1 - PSV) \times PT \times 6 + (PSV \times 4) \quad (14)$$

Dimana:

PSV = Rasio kendaraan berhenti pada pendekat =  $\text{Min}(NS, 1)$

PT = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

Tundaan rata – rata tiap pendekat (D) adalah jumlah dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometrik masing – masing pendekat:

$$D = DT + DG \quad (15)$$

Dimana:

D = Tundaan rata-rata tiap pendekat

DT = Rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

DG = Rata-rata tundaan geometrik tiap pendekat (detik/smp)

Untuk menghitung tundaan total pada simpang adalah:

$$D_{tot} = D \times Q \quad (16)$$

Dimana:

D = Tundaan rata-rata tiap pendekat

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

Untuk menghitung tundaan simpang rata-rata adalah:

$$D = \frac{\sum D_{tot}}{\sum Q} \quad (17)$$

Dimana:

D = Tundaan rata-rata tiap pendekat

D<sub>tot</sub> = Tundaan Total semua pendekat

$Q = \text{Arus lalu lintas (smp/jam)}$

### **2.6.9 Tingkat Pelayanan Persimpangan (LOS)**

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, tingkat pelayan atau Level Of Service (LOS) adalah ukuran kualitatif yang dapat menggambarkan persepsi pengemudi mengenai mutu berkendara pada suatu ruas jalan atau simpang jalan. Penilaian tingkat pelayanan jalan menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

- a. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi seperti berikut.
  1. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan sekurang- kurangnya 80 km/jam.
  2. Kepadatan lalu lintas sangat rendah.
  3. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan tanpa atau dengan sedikit tundaan.
- b. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi seperti berikut.
  1. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan sekurang- kurangnya 70 km/jam.
  2. Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum memengaruhi kecepatan.
  3. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatan dan lajur jalan yang digunakan.
- c. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi seperti berikut.

1. Arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dengan kecepatan sekurang-kurangnya 60 km/jam.
  2. Kepadatan lalu lintas sedang dan hambatan internal lalu lintas meningkat.
  3. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
- d. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi seperti berikut.
1. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan sekurang-kurangnya 50 km/jam
  2. Masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus.
  3. Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar.
  4. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.
- e. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi seperti berikut.
1. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sekurang-kurangnya 30 km/jam pada jalan antar kota dan 10 km/jam pada jalan perkotaan.

2. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi.
  3. Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.
- f. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi seperti berikut.
1. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan kurang dari 30 km/jam.
  2. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama.
  3. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0 (nol).

## **2.7 Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim**

### **2.7.1 Definisi Vissim**

VISSIM juga merupakan alat bantu atau perangkat lunak simulasi lalu lintas untuk keperluan rekayasa lalu lintas, perencanaan transportasi, waktu sinyal, angkutan umum serta perencanaan kota yang bersifat mikroskopis dalam aliran. Lalu lintas multi-modal yang diterjemahkan secara visual dan dikembangkan pada tahun 1992 oleh salah satu perusahaan IT di negara Jerman. (Siemens, 2012).

VISSIM berasal dari kata VerkehrStadten – Simulationsmodel (dalam Bahasa Jerman) yang artinya model simulasi lalu lintas kota. VISSIM merupakan software simulasi yang digunakan oleh profesional untuk membuat simulasi dari skenario lalu lintas yang dinamis sebelum membuat

perencanaan dalam bentuk nyata. VISSIM mampu menampilkan sebuah simulasi dengan berbagai jenis dan karakteristik dari kendaraan yang kita gunakan sehari –hari, antara lain vehicles (mobil, bus, truk), public transport (tram, bus), cycles (sepeda, sepeda motor), dan pejalan kaki.

Dengan visual 3D, VISSIM mampu menampilkan sebuah animasi yang realistis dari simulasi yang dibuat dan tentunya penggunaan VISSIM akan mengurangi biaya dari perancangan yang akan dibuat secara nyata. Pengguna software ini dapat memodelkan segala jenis perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi.

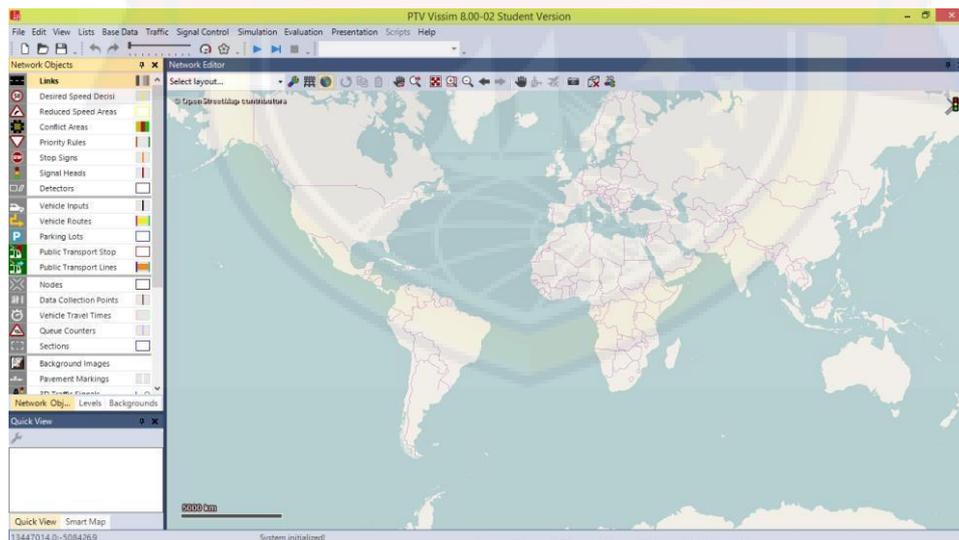
Dalam Vissim, jenis-jenis lalu lintas yang bisa disimulasikan antara lain vehicles (mobil, bus, truk), public transport (tram, bus), cycles (sepeda, sepeda motor), pejalan kaki dan rickshaw. Pengguna software ini bisa memodelkan segala jenis konfigurasi geometrik ataupun perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi (Aryandi, 2014).

Secara visual model simulasi lalu lintas berbasis Vissim dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut



Gambar 2.3. Contoh Model Simulasi Lalu Lintas Vissim  
(Sumber: Google)

## 2.7.2 Vissim Desktop



Gambar 2.4 Tampilan Desktop Vissim  
(Sumber: Simulasi PTV Vissim)

**Tabel 2.7.** Deskripsi menu user interface PTV Vissim 2020

NO	Elemen	Dekripsi
1.	<i>Title Bar</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Nama Program</li> <li>b. Versi program termasuk nomor <i>service pack</i></li> <li>c. <i>File</i> jaringan jalan yang sedang dibuka</li> <li>d. <i>Demo</i>: aplikasi adalah versi demo</li> <li>e. <i>Uni</i>: aplikasi adalah versi <i>thesis (thesis ver.)</i></li> <li>f. <i>Viewer</i>: <i>Vissim viewer</i> sedang dibuka</li> </ul>
2.	<i>Menu Bar</i>	Digunakan untuk memanggil fungsi program melalui <i>menu</i>
3.	<i>Tools Bar</i>	Digunakan untuk memanggil fungsi program melalui <i>toolbar</i> . Daftar dan <i>editor</i> jangan terdapat pada menu <i>toolbar</i>
4.	<i>Network Objects Toolbar</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <i>Toolbar Network Objects, Level, dan Backgrounds</i> yang ditunjukkan bersama – sama secara <i>default</i> pada <i>window tab. Network Object Toolbar</i></li> <li>b. Memilih <i>insert mode</i> untuk <i>Network Objects Types</i></li> <li>c. Memilih visibilitas untuk <i>Network Object</i></li> <li>d. Memilih <i>selectability</i> untuk <i>Network Object</i></li> <li>e. Mengedit <i>Graphic Parameter</i> untuk <i>Network Object</i></li> <li>f. Menampilkan dan menyembunyikan label pada <i>Network Object</i></li> <li>g. Menu konteks untuk fungsi – fungsi tambahan</li> </ul>
5.	<i>Levels Toolbar</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Memilih visibilitas untuk <i>Levels</i></li> <li>b. Memilih opsi <i>editing</i> untuk <i>Levels</i></li> <li>c. Memilih visibilitas untuk kendaraan dan pejalan kaki per level</li> </ul>
6.	<i>Background Toolbar</i>	Menunjukkan nilai atribut dari objek jaringan yang sedang ditandai. Anda dapat mengubah nilai atribut dari objek jaringan ditandai di <i>Quick View</i>

7.	<i>Smart Map</i>	Menunjukkan gambaran skala kecil jaringan. Bagian ditampilkan di <i>Network Editor</i> ditampilkan di <i>Smart Map</i> oleh <i>rectangle</i> atau <i>cross – hair</i> . Anda dapat dengan cepat mengakses bagian jaringan tertentu melalui <i>Smart Map</i>
----	------------------	---

(Sumber: PTV Vissim 2020 User Manual)

### 2.7.3 Menu Bar pada Software Vissim

**Tabel 2.8** Deskripsi Menu File

No	Perintah	Deskripsi
1.	<i>New</i>	Untuk membuat program <i>Vissim</i> baru
2.	<i>Open (Ctrl +O)</i>	Membuka <i>file</i> program <i>Vissim</i>
3.	<i>Open Layout</i>	Baca di tata letak <i>file *.lyx</i> dan berlaku untuk elemen antar muka program dan parameter grafis <i>editor</i> program
4.	<i>Open Default Layout</i>	Baca <i>default file *.lyx</i> dan berlaku untuk elemen antar muka program dan parameter grafis <i>editor</i> program
5.	<i>Read Additionaly</i>	Buka <i>file</i> program
6.	<i>Save (Ctrl +S)</i>	Untuk menyimpan program yang sedang dibuka
7.	<i>Save As</i>	Menyimpan program ke jalur yang baru atau menyalin secara manual ke folder baru
8.	<i>Save Layout As</i>	Simpan tata letak saat elemen antar muka program dan parameter grafis dari <i>editor</i> program ke <i>file layout *.lyx</i>
9.	<i>Save Layout As Default</i>	Simpan tata letak saat elemen antar muka program dan parameter grafis dari <i>editor</i> program ke <i>file layout default</i>
10.	<i>Import</i>	Impor data ANM dari <i>Visum</i>
11.	<i>Eksport</i>	Mulai <i>ekport</i> data ke PTV <i>Visum</i>
12.	<i>Open Working Directory</i>	Membuka <i>Windows Explorer</i> di direktori kerja saat ini
13.	<i>Exit</i>	Menutup atau mengakhiri program <i>Vissim</i>

(Sumber: PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.9** Deskripsi Menu Edit

No	Perintah	Deskripsi
1.	<b>Undo</b>	<b>Untuk kembali ke perintah sebelumnya</b>
2.	Redo	Untuk kembali ke perintah sesudahnya
3.	Rotare Network	Masukkan sudut sekitar jaringan yang diputar
4.	Move Network	Memindahkan jaringan
5.	User Perferences	a. Pilih bahas antar muka pengguna Vissim b. Kembalikan pengaturan default c. Tentukan penyisipan objek jaringan d. Tentukan jumlah fungsi terakhir dilakukan yang akan disimpan
6.	Open Network Editor	Tambah baru jaringan editor sebagai daerah lain
7.	Network Objects	Membuka jaringan toolbar objek
8.	Levels	Membuka toolbar tingkat
9.	Background	Membuka toolbar background
10.	Quick View	Membuka quick view
11.	Smart Map	Membuka smart map
12.	Messege	Menunjukkan pesan dan peringatan
13.	Simulation Time	Menampilkan waktu simulasi
14.	Quick Mode	Menyembunyikan dan menampilkan kembali objek jaringan berikut : a. Vehicles In Network b. Pedestrians In Network c. Semua jaringan lainnya akan ditampilkan

15.	Simple Network Display	<p>Menyembunyikan dan menampilkan kembali objek berikut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Desired Speed Decisions</li> <li>b. Reducea Speed Areas</li> <li>c. Conflict Areas</li> <li>d. Priority Rules</li> <li>e. Stop Signs</li> <li>f. Signal Heads</li> <li>g. Detectors</li> <li>h. ParkingLots</li> <li>i. Vehicle Inputs</li> <li>j. Vehicle Routes</li> <li>k. Public Transport Stops</li> <li>l. Public Transport Lines</li> <li>m. Nodes Measure</li> </ul>
-----	------------------------	--

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.10.** Deskripsi Menu Edit (Lanjutan)

No	Perintah	Deskripsi
	Simple Network Display	<ul style="list-style-type: none"> <li>j. Vihecle Routes</li> <li>k. Public Tranport Stops</li> <li>l. Public Transport Lines</li> <li>m. Nodes Measurement Areas</li> <li>n. Data Collection Points</li> <li>o. Pevement Markings</li> <li>p. Pedestrians Inputs</li> <li>q. Pedestrians Routes</li> <li>r. Pedestrians Travel Time Measurement</li> </ul> <p>Semua objek jaringan yang ditampilkan :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Links</li> <li>b. Background Images</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>c. 3D Traffic Signals</li> <li>d. Static 3D Models Vehicles In Network</li> <li>e. Pedestians In Network</li> <li>f. Areas</li> <li>g. Obstacles Ramps &amp; Stairs</li> </ul>
16	<p>Base Data</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Network</li> <li>b. Intersection Control</li> <li>c. Private Transport</li> <li>d. Public Transport</li> <li>e. Pedestrians Traffic</li> </ul>	<p>Daftar untuk mendefinisikan atau mengedit basedata.</p> <p>Daftar atribut objek jaringan dengan jenis objek jaringan yang dipilih</p>
17.	<p>Graphics &amp; Presentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Measurements</li> <li>b. Result</li> </ul>	<p>Daftar untuk mendefinisikan atau jaringan editing objek dan data yang digunakan untuk persiapan grafis dan representasi yang realistis dari jaringan serta menciptakan presentasi dari simulasi.</p> <p>Daftar data daei evaluasi simulasi.</p>

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.11** Perintah Menu Base Data

<b>No</b>	<b>Perintah</b>	<b>Deskripsi</b>
1.	<i>Nerwork Setting</i>	Pengaturan <i>default</i> untuk jaringan
2.	<i>2D/3D Models Segment</i>	Menentukan ruas untuk kendaraan
3.	<i>2D/3D Models</i>	Membuat model 2D dan 3D untuk kendaraan dan pejalan kaki
4.	<i>Function</i>	Percepatan dan perlambatan perilaku kendaraan
5.	<i>Distribution</i>	Distribusi untuk kecepatan yang diinginkan, kekuatan, berat kendaraan, waktu, lokasi, model 2D/3D, dan warna
6.	<i>Vehicle Types</i>	Menggabungkan kendaraan dengan karakteristik mengemudi teknis serupa di jenis kendaraan
7.	<i>Vihicle Classes</i>	Menggabungkan jenis kendaraan
8.	<i>Driving Behaviors</i>	Perilaku kendaraan
9.	<i>Link Behaviors Types</i>	<i>Type link</i> , perilaku untuk <i>link</i> , dan konektor
10.	<i>Pedestrian Types</i>	Menggabungkan pejalan kaki dengan sifat yang mirip dalam jenis pejalan kaki
11.	<i>Pedestrian Classes</i>	Pengelompokan dan penggabungan jenis pejalan kaki ke dalam kelas pejalan kaki
12.	<i>Walking Behaviors Types</i>	Parameter perilaku berjalan
13.	<i>Area Behaviors Types</i>	Perilaku daerah untuk jenis daerah, tangga, dan landai
14.	<i>Display Types</i>	Tampilan untuk <i>link</i> , konektor, dan elemen konstruksi dalam jaringan
15.	<i>Levels</i>	<i>Level</i> untuk bangunan bertingkat atau struktur jembatan untuk <i>link</i>
16.	<i>Time Intervals</i>	Interval waktu

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.12** Perintah Menu Traffic

No	Perintah	Deskripsi
1.	<i>Vehicle Compositions</i>	Menentukan jenis kendaraan untuk komposisi kendaraan
2.	<i>Pedestrians Compositions</i>	Menentukan jenis pejalan kaki untuk komposisi pejalan kaki
3.	<i>Pedestrians OD Matrix</i>	Menentukan permintaan pejalan kaki atas dasar hubungan OD
4.	<i>Dynamic Assigment</i>	Mendefinisikan tugas parameter

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.13** Perintah Menu Signal Control

No	Perintah	Deskripsi
1.	<i>Signal Controllers</i>	Membuka daftar <i>signal controllers</i> : menentukan atau mengedit <i>signal control</i>
2.	<i>Signal Controller Comunication</i>	Membuka <i>signal control comunication</i>
3.	<i>Fixwd Time Signal Controllers</i>	Menentukan waktu dalam jaringan

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.14** Perintah Menu Simulation

No	Perintah	Deskripsi
1.	Parameter	Memasukan parameter simulasi
2.	<i>Contimous</i>	Mulai menjalankan simulasi
3.	<i>Single Step</i>	Memulai simulasi dalam mode satu langkah
4.	<i>Stop</i>	Berhenti menjalankan simulasi

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.15** Perintah Menu Evaluation

No	Perintah	Deskripsi
1.	<i>Configuration</i>	a. <i>Result attribute</i> : mengkonfirmasi hasil tampilan atribut b. <i>Direct output</i> : konfigurasi <i>output</i> ke <i>file</i> atau <i>base data</i>
2.	<i>Data Base Configuration</i>	Mengkonfigurasi koneksi <i>data base</i>
3.	<i>Windows</i>	Mengkonfigurasi waktu sinyal, catatan <i>signal control detector</i> atau perubahan sinyal pada <i>window</i>
4.	<i>Result Lists</i>	Menampilkan hasil atribut dalam daftar hasil

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.16** Perintah Menu Presentation

No	Perintah	Deskripsi
1.	<i>Camera Position</i>	Membuka daftar <i>Camera Position</i>
2.	<i>Storyboards</i>	Membuka daftar <i>storyboards/Keyframes</i>
3.	<i>AVI Recording</i>	Merekam simulasi 3D sebagai dile video dalam format file *.avi
4.	<i>3D Anti - Aliasing</i>	Beralih 3D anti aliasing

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.17** Perintah Menu Help

No	Perintah	Deskripsi
1.	<i>Online Help</i>	Membuka <i>online help</i>
2.	<i>FAQ Online</i>	Menampilkan PTV <i>Vissim</i> FAQ di halaman <i>web</i> dari PTV GROUP
3.	<i>Service Pack Download</i>	Menampilkan <i>Vissim &amp; Viswalk Service Pack Download Area</i> pada halaman <i>web</i> dari PTV GROUP
4.	<i>Technical Support</i>	Menunjukkan bentuk dukungan dari <i>Vissim</i> teknis

		<i>Hotline</i> pada halaman <i>web</i> dari PTV GROUP
5.	<i>Examples</i>	Membuka <i>folder</i> dengan data contoh dan data untuk tujuan pelatihan
6.	<i>Register COM Server</i>	Mendaftarkan <i>Vissim</i> sebagai <i>server COM</i>
7.	<i>Licemse</i>	Membuka jendela <i>license</i>
8.	<i>About</i>	Membuka jendela <i>about</i>

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.18** Parameter Hasil Node Result

<b>Atribure</b>	<b>Nama Panjang</b>	<b>Deskripsi</b>
<i>Count</i>		Nomor urut
<i>Simrun</i>	<i>Simulation run</i>	Jumlah simulasi dijalankan
<i>TimeInt</i>	<i>Time Interval</i>	Jumlah simulasi dijalankan
<i>Movement</i>	<i>Movement</i>	Jumlah konektor dari <i>link</i> masuk khusus untuk <i>outbound link</i> tertentu dari sebuah <i>node</i> . Sebuah gerakan berisi beberapa urutan <i>link</i> , misalnya melalui konektor paralel.
<i>Qlen</i>	<i>Queue Length</i>	Panjang antrean rata – rata : panjang antrean rata – rata per interval waktu
<i>QlenMax</i>	<i>Queue Length Max</i>	Antrean panjang (maksimum) : panjang antrean maksimum per interval waktu
<i>Vehs</i>	<i>Vehicles</i>	Jumlah kendaraan yang terekam
<i>Pers (All)</i>	<i>Persons (All)</i>	Total jumlah penggunakendaraan
<i>LOS (All)</i>	<i>Level of service</i>	Tingkat layanan : tingkat kualitas transportasi yang dinilai dengan huruf A sampai F dinilai dari density (unit kendaraan / mil / jalur) untuk tingkat pergerakan sisi tepi sesuai dengan skema LOS (jenis skema <i>level – of – service</i> ) yang didefinisikan dalam <i>American Highway Capacity Manual (HCM) 2010</i> .

<i>LOSVal (All)</i>	<i>Level – of – service value</i>	<i>Level – of – service</i> nilai : tingkat kualitas transportasi yang dinilai dari angka 1 sampai 6 sesuai dengan LOS yang sudah ditetapkan. 1 sesuai dengan A, 6 sesuai dengan F.
---------------------	-----------------------------------	---

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

**Tabel 2.19** Parameter Hasil Node Result (lanjutan)

<b><i>Attribute</i></b>	<b><i>Nama Panjang</i></b>	<b><i>Deskripsi</i></b>
<i>Veh Delay (All)</i>	<i>Vehicle Delay (All)</i>	<i>Delay</i> kendaraan: rata – rata tundaan semua kendaraan. Penundaan kendaraan ketika meninggalkan pengukuran waktu berjalan diperoleh dengan mengurangi teoritis waktu (ideal) wisata dari waktu perjalanan yang sebenarnya
<i>PersDelay (All)</i>	<i>Person Delay (All)</i>	Rata – rata tundaan dari semua pengguna kendaraan
<i>Stop Delay (All)</i>	<i>Stop Delay (All)</i>	Jumlah rata – rata kendaraan berhenti per kendaraan tanpa berhenti di tempat parkir
<i>Stop (All)</i>	<i>Stop (All)</i>	Jumlah rata – rata kendaraan berhenti per kendaraan tanpa berhenti di tempat parkir.
<i>Emissions CO</i>	<i>Emissions CO</i>	Jumlah karbon monoksida yang terbang (gram)
<i>Emissions NOx</i>	<i>Emissions VOC</i>	Jumlah nitrogen oksida yang terbang (gram)
<i>Emissions VOC</i>	<i>Emissions VOC</i>	Jumlah senyawa organik yang mudah menguap ( <i>volatile organic compounds</i> ) (gram)
<i>Fuel Consumptio</i>	<i>Fuel Consumption</i>	Jumlah bahan bakar yang terbang (US <i>Liquid gallon</i> ) (1US gal 1qd = 3,785 liter)

(Sumber : PTV Vissim 2020 User Manual)

## 2.8 Hasil Kajian Terdahulu

Berdasarkan kajian pustaka yang dibahas pada sub-bab sebelumnya mengacu pada beberapa studi terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Beberapa studi terdahulu yang terkait dengan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.20.

**Tabel 2.20** Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
Willyam Surya Wijaya (2019)	"Permodelan Jalan Satu Arah Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus Jalan Gadekan Yogyakarta)	Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan jalan Gadekan menjadi satu arah dengan perangkat lunak vissim akibat jalan Malioboro diwacanakan menjadi semi pedesrtrian.	Hasil dari penelitian ini adalah kondisi jalan Gadekan saat mengalami perubahan arah total tidak mampu melayani kendaraan yang akan melintas di jalan tersebut, maka diperlukan beberapa alternatif pembebanan kendaraan.

<p>Tantra Habiyaksa Al' Azhar (2019)</p>	<p>Permodelan Jalan Satu Arah Menggunakan Perangkat Lunak Vissim (Studi Kasus Jalan Pasar Kembang, Yogyakarta)</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan hasil pengamatan menggunakan perangkat lunak Vissim.</p>	<p>Hasil dari penelitian ini dikatakan bahwa terjadi penurunan kecepatan rata – rata dari arah timur dan saat diubah menjadi satu arah akibat hasil dari evaluasi menggunakan Vissim.</p>
<p>Enrico Pria Anggana (2018)</p>	<p>Evaluasi Kinerja Apil pada Simpang Bersinyal Menggunakan Aplikasi Vissim dan SSAM (Studi Kasus Simpang Langon Kota Tegal)</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk evaluasi fase APILL yang ada di simpang tersebut. Selain lamanya tundaan, sering terjadinya kecelakaan juga Menjadi permasalahan pada simpang Langon.</p>	<p>Hasil penelitian dengan bantuan perangkat lunak Vissim maka perubahan fase yang dimodelkan dapat diterapkan di simpang Langon.</p>

<p>Ibnu Ariemasto Winneton (2015)</p>	<p>Penggunaan Software Vissim untuk Evaluasi Hitungan MKJI 1997 Kinerja Ruas Jalan Perkotaan (Studi Kasus : Jalan Affandi, Yogyakarta)</p>	<p>penelitian bertujuan untuk mengevaluasi perhitungan menurut MKJI 1997 yang menjadi pedoman transportasi di Indonesia. Menurut penulis, perhitungan MKJI 1997 sudah kurang relevan dengan kondisi lalu lintas saat ini</p>	<p>Hasil dari penelitian ini adalah perbandingan kecepatan mobil dan motor menggunakan analisis statistik uji T terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kondisi lapangan, sedangkan hasil analisis menggunakan software Vissim tidak terdapat perbedaan yang tidak signifikan dengan kondisi di lapangan.</p>
---------------------------------------	--	--	---

## **BAB III**

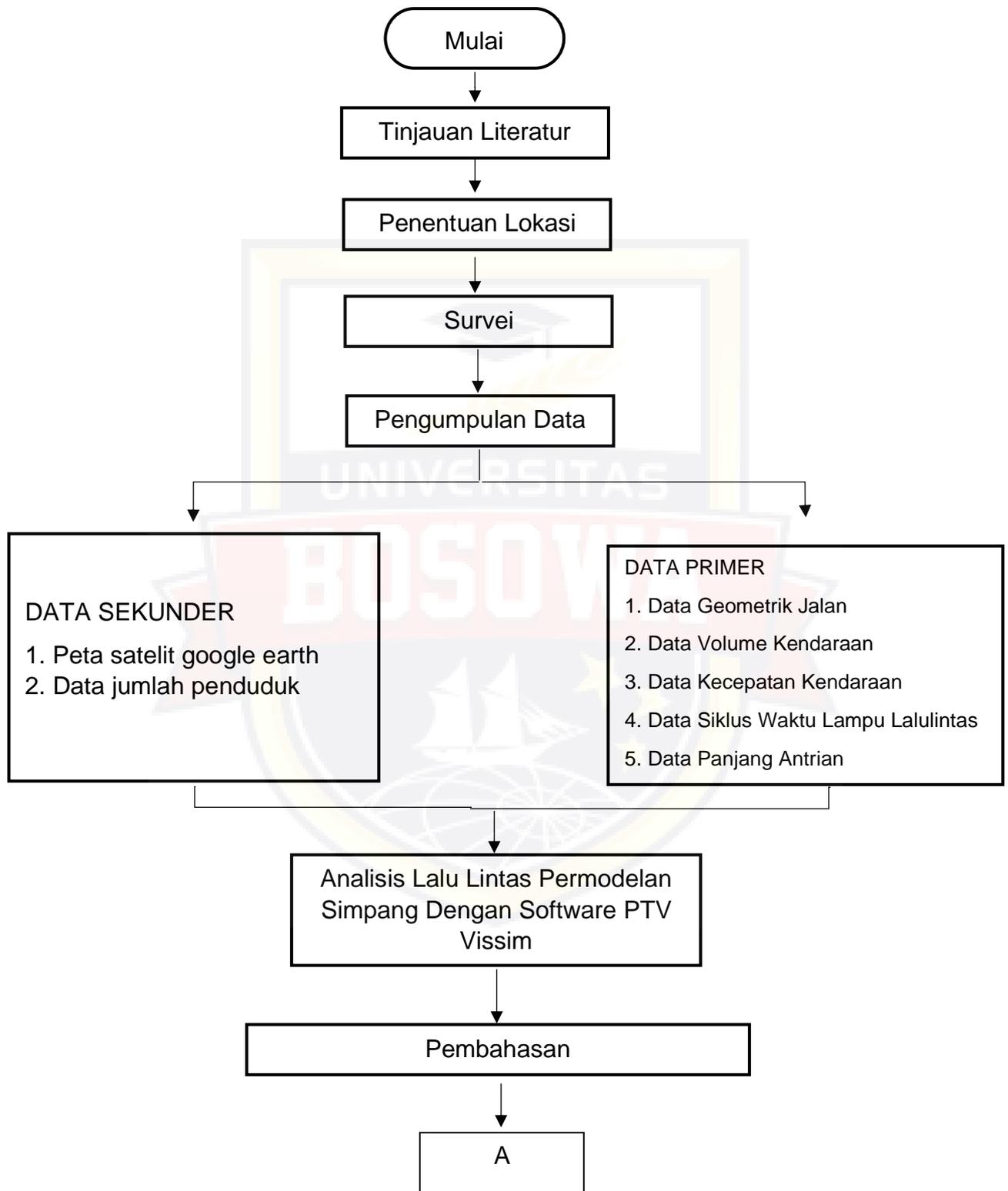
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Kerangka Penelitian**

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei lapangan dan membuat simulasi lalu lintas menggunakan software Vissim. Dimulai dari perumusan masalah karakteristik, kinerja simpang, tujuan penelitian, dan tinjauan pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, Kemudian dilakukan survei pendahuluan untuk mengetahui kondisi nyata yang terjadi di lapangan serta menentukan titik penempatan peralatan survei.

Selanjutnya dilakukan survei yang meliputi survei geometrik simpang, survei volume kendaraan, survei kecepatan kendaraan, serta survei panjang antrian. Kemudian melakukan pengumpulan data sekunder yaitu peta citra satelit google earth dan data- data lain yang dibutuhkan dalam melakukan survei dan pengumpulan data primer yaitu data geometrik simpang, volume lalu lintas, kecepatan kendaraan serta panjang antrian yang diperoleh dari hasil survei langsung di lapangan menggunakan peralatan survei yang telah disediakan. Tahapan akhir yaitu melakukan pengolahan dan analisis data menggunakan software PTV Vissim.

Adapun untuk flowchart penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1

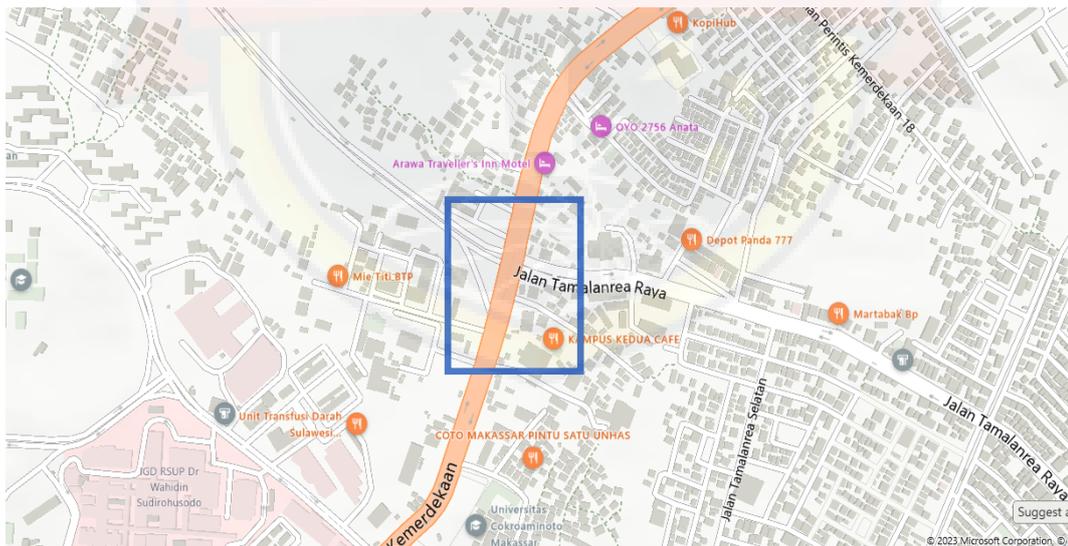




Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

### 3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada simpang bersinyal di ruas jalan simpang BTP.

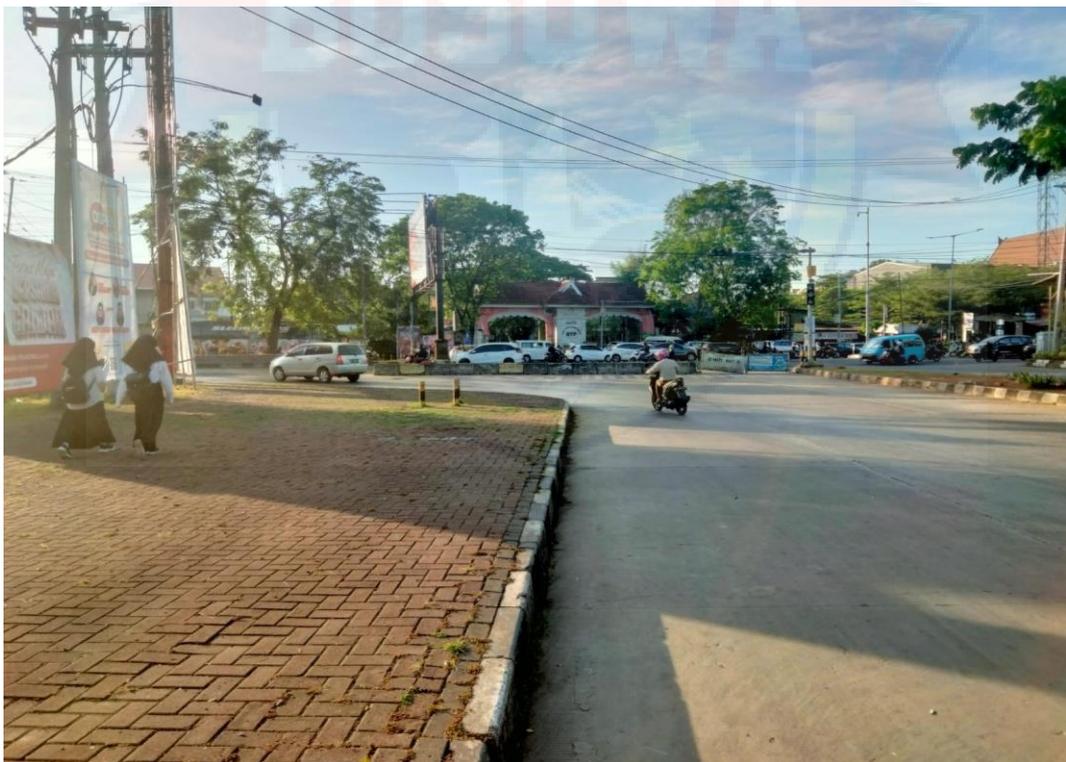


Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian

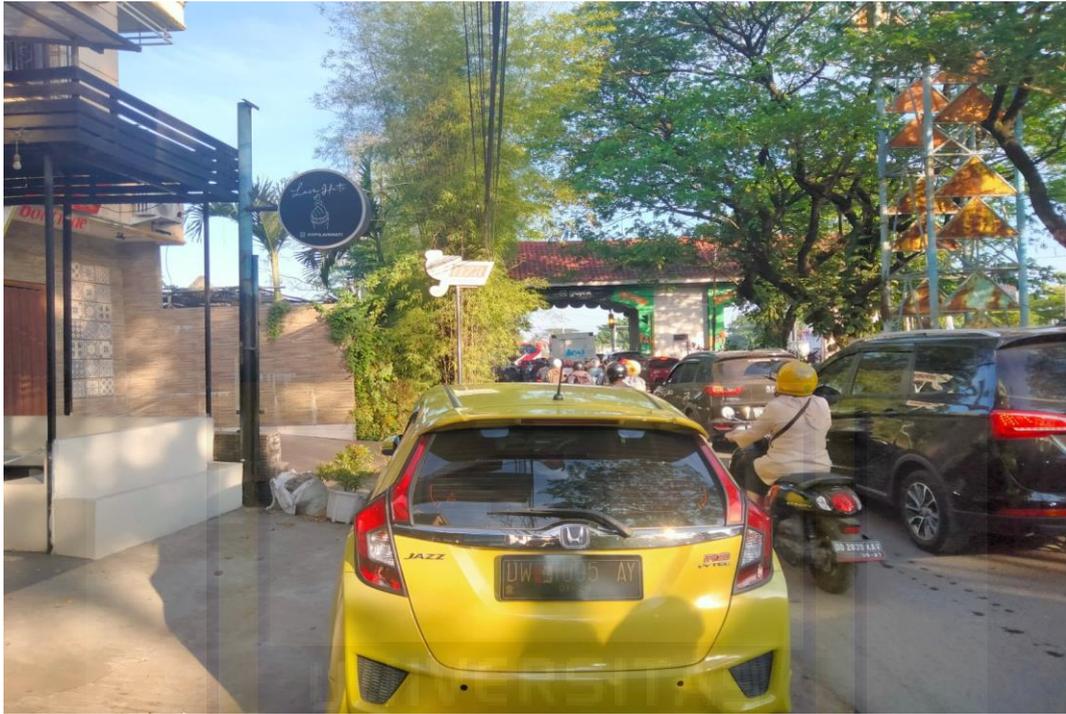
Sumber: Google Maps Peta Kota Makassar



**Gambar 3.3.** Kondisi Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara)



**Gambar 3.4.** Kondisi Jl. Tallasa City



**Gambar 3.5.** Kondisi Jl. Tamalanrea Raya



**Gambar 3.6.** Kondisi Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan)

### 3.3 Metode Survei

#### a. Survei Geometrik Simpang

Survei ini dilaksanakan untuk mendapatkan informasi tentang kondisi tata guna lahan dan dimensi pada simpang yang berguna untuk menganalisis data pada penelitian ini. Metode survei yang digunakan adalah metode pengambilan data secara langsung di lapangan. Adapun langkah – langkah pelaksanaan survei sebagai berikut:

- a) Menyiapkan alat berupa roll meter serta bahan seperti formulir survei dan alat tulis untuk mencatat.
- b) Kemudian kita melakukan pengukuran pada tiap –tiap kaki simpang atau pendekat dengan mengukur penampang melintang meliputi lebar jalan, median pada simpang tersebut.

#### b. Survei Volume Kendaraan

Survei Volume Kendaraan untuk menghitung volume kendaraan sesuai dengan klasifikasi yang telah ditentukan pada masing- masing pendekat simpang. Metode yang digunakan adalah dengan merekam menggunakan handycam / kamera. Adapun langkah- langkahnya sebagai berikut:

- a) Menyiapkan alat survei yaitu berupa kamera dan handycam serta tripod.

- b) Kemudian kita menempatkan tripod dan kamera pada titik atau sudut yang bagus untuk pengambilan video.
  - c) Melakukan perekaman pada jam puncak dari pukul 07.00–09.00, 11.00–13.00, 16.00–18.00.
  - d) Setelah proses perekaman selesai kita memindahkan video ke laptop selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah kendaraan yang bergerak lurus dan belok kiri yang melewati simpang tersebut
  - e) Kemudian melakukan tabulasi atau kompilasi data volume kendaraan pada excel.
- c. Survei Kecepatan Kendaraan
- Survei yang dilakukan untuk mengetahui kecepatan kendaraan pada saat melintasi tiap-tiap pendekat pada persimpangan. Survei ini dilakukan dengan menggunakan alat Speed Gun.
- a) Melakukan pengambilan sampel kendaraan sesuai dengan klasifikasi kendaraan yang telah ditentukan sebanyak kurang lebih 20 kali untuk masing- masing kendaraan, dan dilakukan untuk semua pendekat simpang.
  - b) Selanjutnya membidik kendaraan dengan cara menekan tombol trigger pada speed gun dan arahkan alat segaris dengan arah pandangan ke depan dari pengamat. Tombol mulai ditekan setelah kendaraan melewati titik simpangnya.

c) Setelah itu mentabulasi data yang diperoleh pada ms.excel.

d. Survei Siklus Lampu Lalu Lintas

Survei yang dilakukan untuk mengetahui Siklus Lampu Lalu Lintas di tiap-tiap pendekat pada persimpangan. Survei ini dilakukan dengan menggunakan alat Stopwatch. Adapun langkah- langkahnya yaitu:

a) Menghitung waktu siklus Lampu Merah, Kuning, dan Hijau dengan Stopwatch dan dilakukan untuk semua pendekat simpang.

b) Setelah itu mentabulasi data yang diperoleh pada ms.excel.

e. Survei Panjang Antrian

Survei ini dilakukan dengan menggunakan software Travel Distance yaitu dengan melihat panjang antrian kendaraan yang sedang menunggu atau mengantri pada simpang kemudian melakukan tracking panjang antrian kendaraan. Adapun langkah- langkah dari survei ini adalah:

a) Menunggu kendaraan yang mengantri pada simpang dan memberi tanda pada antrian paling belakang. Kegiatan ini dilakukan beberapa kali untuk melihat antrian yang paling panjang.

b) Selanjutnya dari penanda tersebut kita melakukan tracking dari posisi kendaraan yang paling belakang sampai ujung

simpang dengan menggunakan software Travel Distance, langkah ini diulangi untuk semua pendekat simpang.

- c) Setelah melakukan tracking panjang antrian kita mencatat hasil panjang antrian di formulir survei.

### 3.4 Peralatan Survei

Peralatan survei merupakan komponen yang sangat penting dalam pelaksanaan survei karena membantu peneliti untuk pengambilan data yang diperlukan.

**Tabel 3.1** Alat Survei dan Fungsinya

No.	Alat Survei	Foto Alat	Fungsi Alat
1	Kamera/Video Recorder		Alat ini digunakan pada survei inventarisasi geometrik
2	Roll Meter		Alat ini berfungsi untuk mengukur geometrik jalan pada lokasi survei
3	Laptop		Alat ini digunakan untuk merekap data survei dan untuk kompilasi data semua survei baik

			data primier mau pun sekunder.
4	<i>Speed Gun</i>		Alat ini digunakan untuk mengetahui kecepatan kendaraan
5	Formulir dan Alat Tulis		Formulir survei untuk mencatat hasil survei secara langsung oleh surveyor dilapangan
7	<i>Counter</i>		Alat ini digunakan untuk membantu surveyor dalam melakukan pencacahan volume lalu lintas

### 3.5 Waktu Survei

Ada 5 jenis survei yang akan dilakukan pada penelitian ini. Adapun jadwal pelaksanaan survei tersebut dapat dirincikan sebagai berikut:

- a. Survei Geometrik Simpang, dilakukan pada tanggal 21 Juli 2023 survei ini untuk mengukur dimensi dari masing- masing pendekat simpang.

- b. Survei Volume Kendaraan dilakukan selama 3 hari, yaitu 2 hari kerja dan 1 hari libur dilakukan pada jam puncak (pear hour) dari pukul 06:00–08:00, 12:00–14:00, dan 16:00–18:00 WITA.
- c. Survei Kecepatan Kendaraan dilakukan untuk masing - masing kendaraan yang melewati pendekatan simpang.
- d. Survei Siklus Lampu Lalu Lintas dilakukan untuk masing- masing pendekatan simpang.
- e. Survei Panjang Antrian dilakukan untuk masing- masing pendekatan simpang.

### **3.6 Metode Analisis Data**

Berdasarkan metode survei yang telah dijelaskan pada sub bab diatas hasil – hasil survei atau data yang nanti akan diambil dilapangan nantinya akan diolah dan dianalisis dengan menggunakan software seperti Ms. Excel dan PTV Vissim yang digunakan sebagai alat simulator yang nantinya akan menghasilkan kinerja simpang.

- a. Menggunakan Software Ms. Excel

Data - data yang telah diperoleh dari survei langsung dilapangan seperti data geometrik simpang, volume kendaraan, data kecepatan, data panjang antrian kemudian dirapikan dan di rekap menggunakan Ms. Excel dalam bentuk tabel dan grafik.

- b. Menggunakan software PTV Vissim

Dalam penggunaan software Vissim, terdapat beberapa parameter yang perlu ditentukan dan diinput agar model simulasi

dapat berjalan. Secara singkat, parameter yang perlu diatur untuk menjalankan model simulasi pada simpang tak bersinyal adalah sebagai berikut.

- a) Membuat link terlebih dahulu agar dapat membuat connector.
- b) Menentukan jenis kendaraan pada 2D/3D Models, menambah dan menyesuaikan jenis kendaraan pada Vehicle Types dan juga Vehicle Classes, mengatur kecepatan masing-masing kendaraan pada Desired Speed Distribution, kemudian mengatur Vehicle Compositions agar dapat menampilkan jenis kendaraan sesuai keinginan.
- c) Menginput volume lalu lintas pada Vehicle Inputs terlebih dahulu agar kendaraan dapat keluar/muncul saat di running.
- d) Menentukan rute perjalanan pada Static Vehicle Routing Decisions
- e) Menentukan siklus lampu lalu lintas pada menu 3D Traffic Signal
- f) Mengatur area konflik pada menu Conflict Areas
- g) Memilih jenis tipe evaluasi dan menjalankan simulasi
- h) Melakukan kalibrasi dengan metode trial and error hingga mencapai hasil yang mendekati data observasi. Nilai parameter perilaku pengemudi (driving behavior) diubah sesuai dengan perkiraan kondisi di lapangan yang berlaku

- i) Mengulangi langkah ke 7 sampai hasil yang diperoleh mendekati hasil observasi di lapangan.



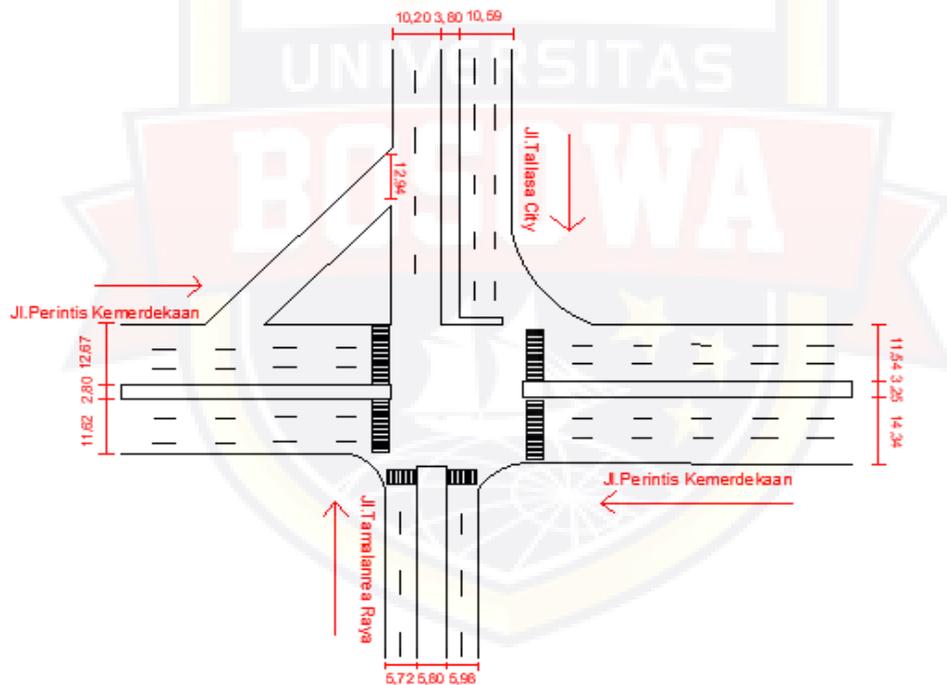
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Persimpangan

##### 4.1.1 Geometrik Jalan

Data geometrik ini berisikan tentang dimensi jalan, lajur, median, trotoar pada masing- masing pendekat simpang. Simpang ini merupakan simpang empat bersinyal yang berada pada Simpang BTP dapat dilihat pada Gambar 4.1.



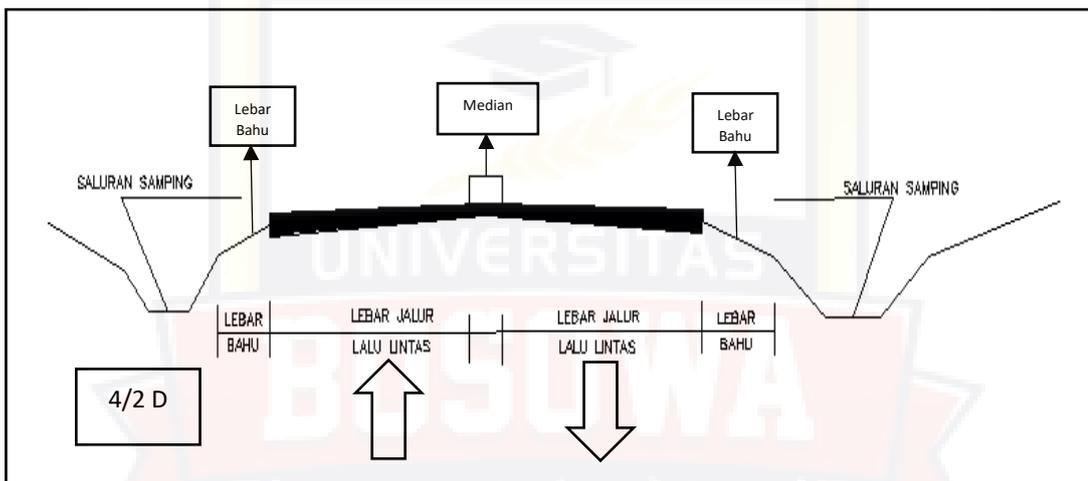
**Gambar 4.1.** Kondisi Geometrik simpang Empat BTP

(Sumber: Hasil Survei lapangan)

**Tabel 4.1** Pembagian Pendekatan

Jl. Perintis Kemerdekaan		Jl. Tamalanrea Raya	Jl. Tallasa City
Selatan	Utara	Timur	Barat
PENDEKATAN 2	PENDEKATAN 3	PENDEKATAN 1	PENDEKATAN 4

(Sumber: Hasil Analisis)



**Gambar 4.2.** Panampang Melintang Pendekatan 1 Jl. Tamalanrea Raya

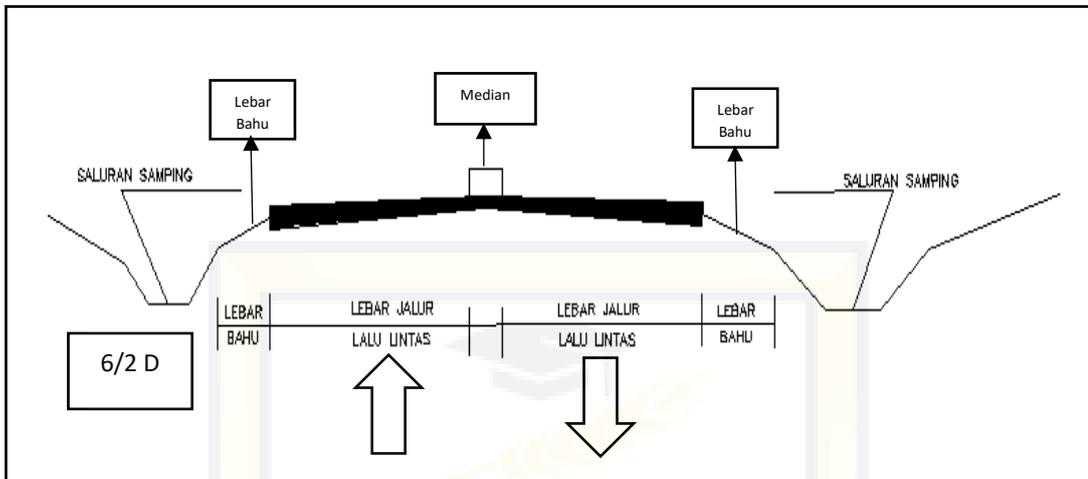
(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

**Tabel 4.2.** Geometrik Penampang Melintang Pendekatan 1 Jl. Tamalanrea Raya

GEOMETRIK SIMPANG	Jl. Tamalanrea Raya (Barat)	
	KIRI	KANAN
Konstruksi Bahu	2,63	2,61
Lebar Trotoar	-	-
Jumlah Lajur	2	2
Jumlah Jalur	1	1
Lebar Lajur	5,72	5,98

Lebar Median	5,80
--------------	------

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)



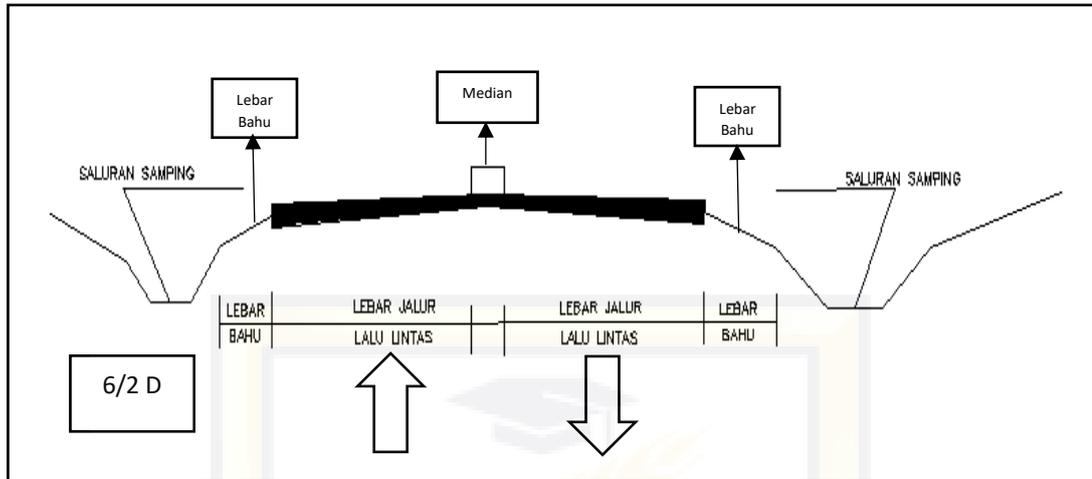
**Gambar 4.3.** Penampang Melintang Pendekatan 2 Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan)

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

**Tabel 4.3.** Geometrik Penampang Melintang Pendekatan 2 Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan)

GEOMETRIK SIMPANG	JL. Perintis Kemerdekaan (Selatan)	
	KIRI	KANAN
Konstruksi Bahu	2,27	2,38
Lebar Trotoar	-	-
Jumlah Lajur	3	3
Jumlah Jalur	1	1
Lebar Lajur	14,34	11,54
Lebar Median	3,25	

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)



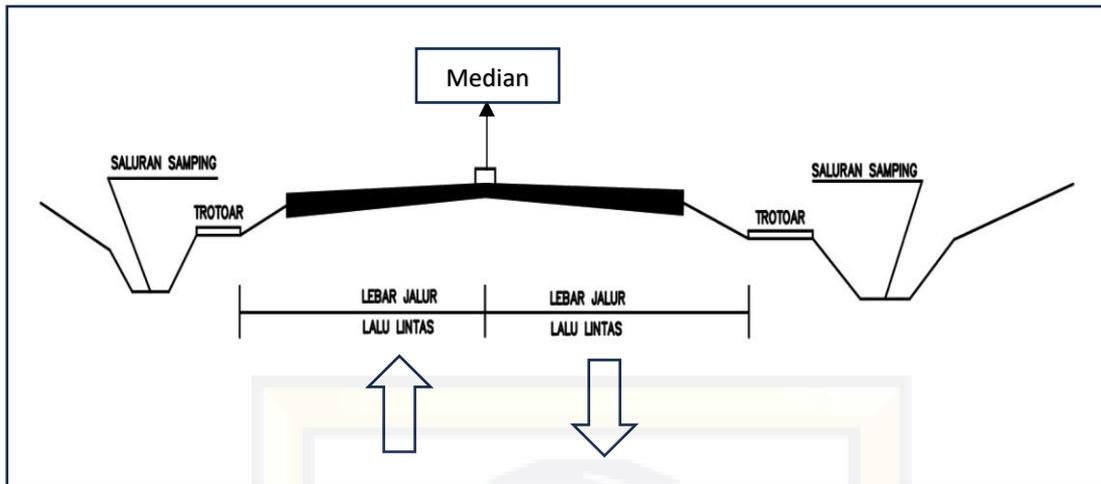
**Gambar 4.4.** Penampang Melintang Pendekatan 3 Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara)

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

**Tabel 4.4.** Geometrik Penampang Melintang Pendekatan 3 Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara)

GEOMETRIK SIMPANG	JL. Perintis Kemerdekaan (Utara)	
	KIRI	KANAN
Konstruksi Bahu	2,94	2,38
Lebar Trotoar	-	-
Jumlah Lajur	3	3
Jumlah Jalur	1	1
Lebar Lajur	12,67	11,62
Lebar Median	2,80	

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)



**Gambar 4.5.** Penampang Melintang Pendekatan 4 Jl. Tallasa City (Barat)

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

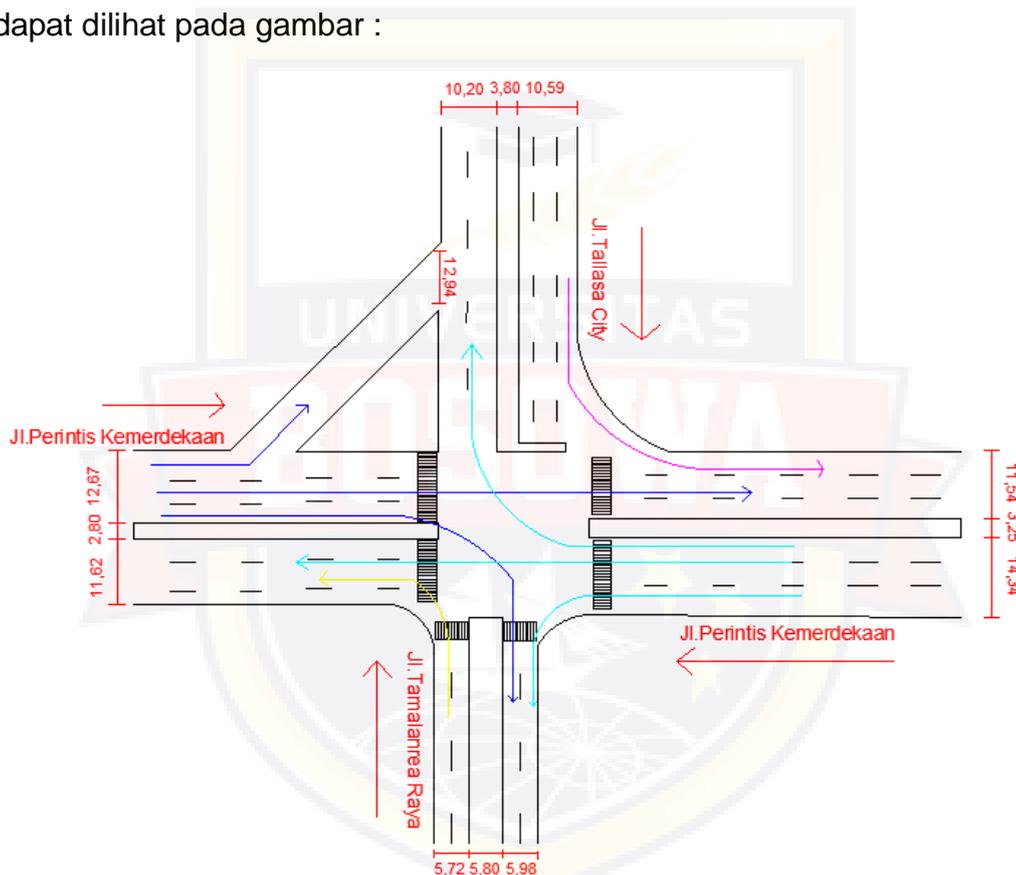
**Tabel 4.5.** Geometrik Penampang Melintang Pendekatan 4 Jl. Tallasa City (Barat)

GEOMETRIK SIMPANG	JL. Tallasa City (Barat)	
	KIRI	KANAN
Konstruksi Bahu	-	-
Lebar Trotoar	3,69	11
Jumlah Lajur	2	3
Jumlah Jalur	1	1
Lebar Lajur	10,20	10,59
Lebar Median	3,80	

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

#### 4.1.2 Sistem Sirkulasi Lalu Lintas (Arah Pergerakan) pada Persimpangan

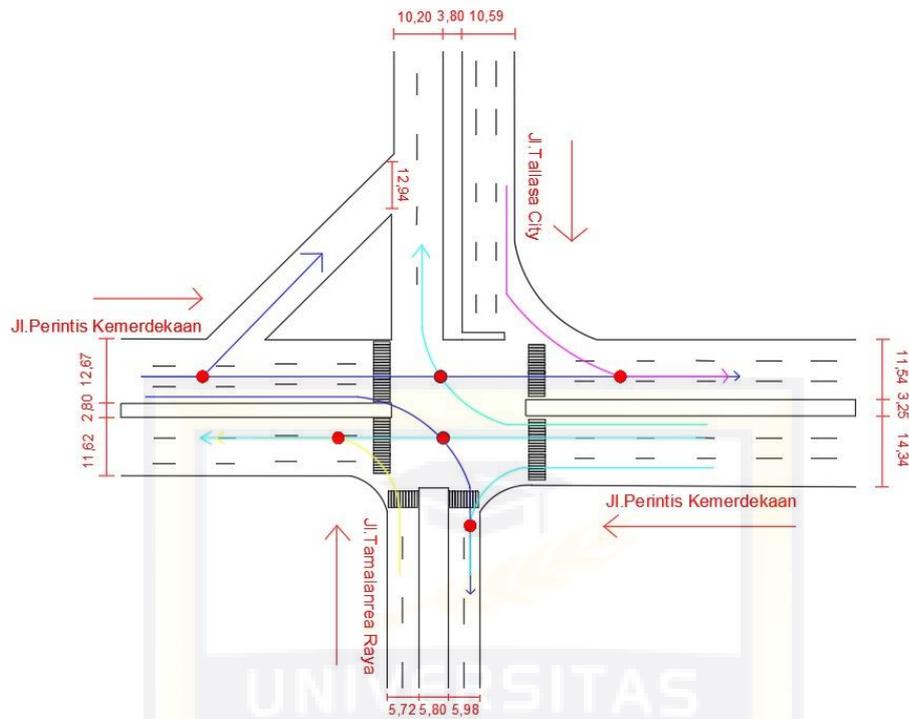
Sistem sirkulasi lalu lintas menunjukkan suatu arah pergerakan kendaraan yang akan masuk dan keluar dari persimpangan tersebut. Sketsa arah pergerakan lalu lintas persimpangan pada simpang empat BTP dapat dilihat pada gambar :



**Gambar 4.6** Sirkulasi Lalu Lintas Simpang Empat BTP

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

Dengan adanya sirkulasi pergerakan kendaraan pada persimpangan menyebabkan munculnya titik-titik konflik lalu lintas berupa konflik memisah, memotong, dan menggabung. Titik konflik lalu lintas pada Simpang Empat BTP dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut ini.



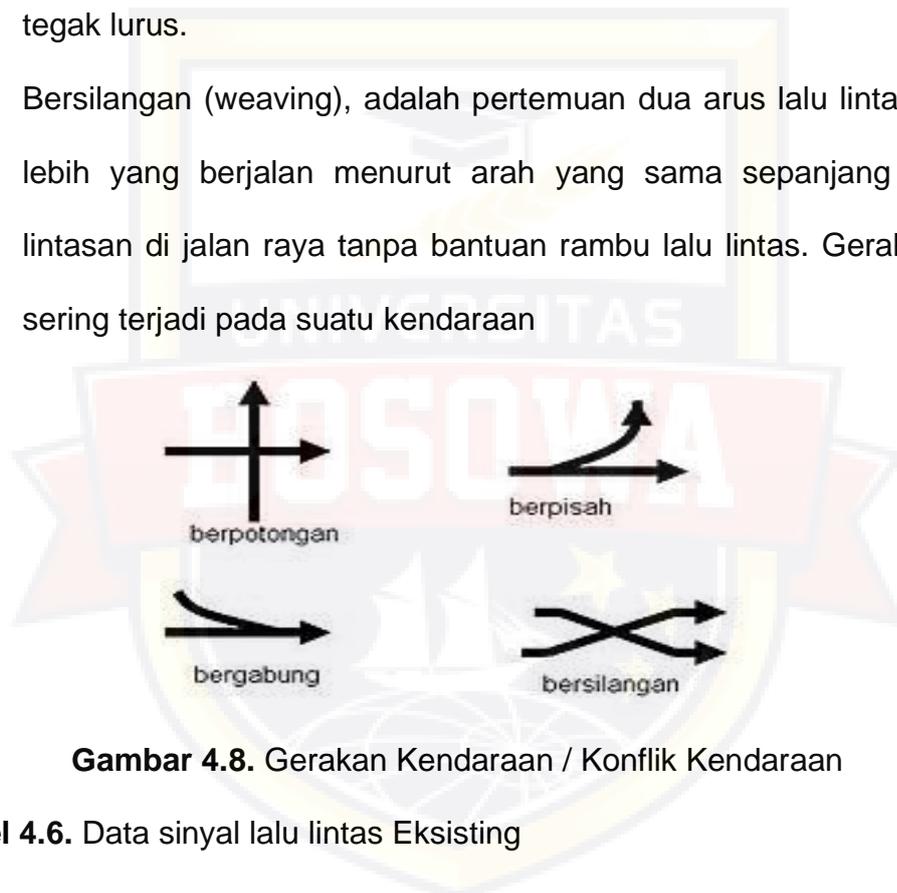
**Gambar 4.7.** Titik Konflik Lalu Lintas Simpang Empat BTP

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

Berdasarkan hasil survei konflik kendaraan diatas ada beberapa gerakan kendaraan (konflik) yaitu:

1. Berpencar (diverging), adalah peristiwa memisahya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain. Menurut Bina Marga (1992) berpencar (diverging), yaitu penyebaran arus kendaraan dari satu jalur lalu-lintas ke beberapa arah.
2. Bergabung (merging), adalah peristiwa menggabungkan kendaraan dari suatu jalur ke jalur yang sama. Menurut Bina Marga bergabung (merging), yaitu menyatukan arus kendaraan dari beberapa jalur lalu-lintas ke satu arah.

3. Berpotongan (crossing), adalah peristiwa berpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut. Menurut Bina Marga (1992) berpotongan (crossing), yaitu berpotongannya dua buah jalur lalu lintas secara tegak lurus.
4. Bersilangan (weaving), adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan

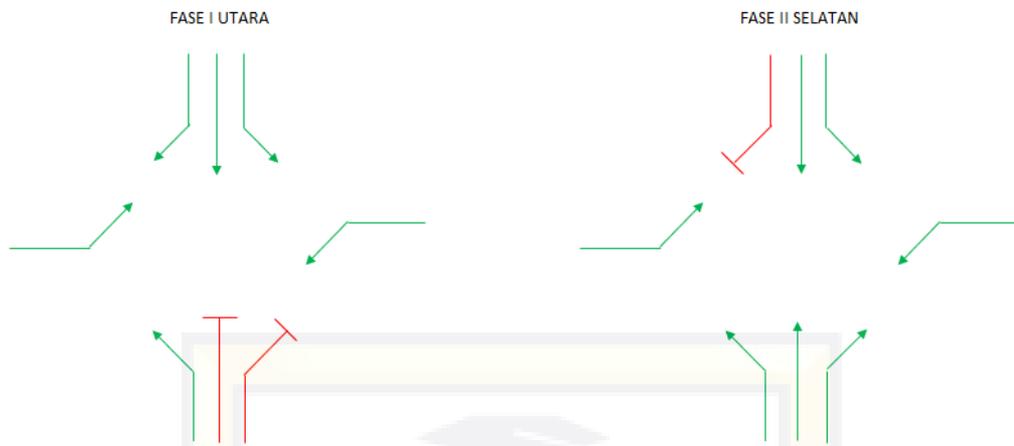


**Gambar 4.8.** Gerakan Kendaraan / Konflik Kendaraan

**Tabel 4.6.** Data sinyal lalu lintas Eksisting

Kode Pendekat	Waktu Nyala (Detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
SELATAN	60	3	63	2	128
UTARA	55	3	68	2	128

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)



**Gambar 4.9.** Fase simpang eksisting (Sumber: Hasil Survei Lapangan)

Fase 1 Utara:



Fase 2 Selatan



Keterangan:



Hijau



Merah



Kuning



Merah Semua

**Gambar 4.10.** Diagram Sinyal Lalu Lintas Eksisting

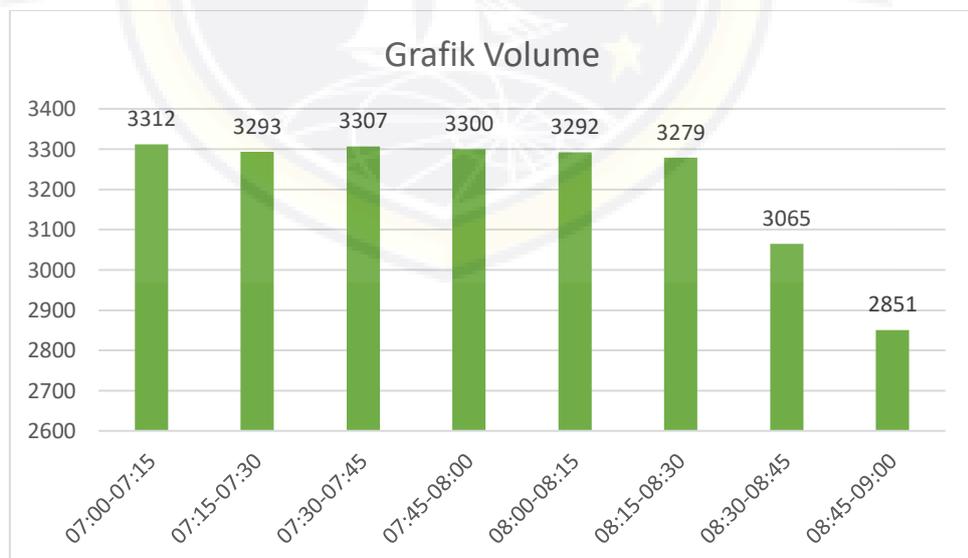
#### 4.1.3 Volume Arus Lalu Lintas

Volume jam puncak Berdasarkan hasil survei secara langsung pada Simpang Empat BTP yang dilaksanakan selama tiga hari, yaitu hari Senin, hari Jumat, hari Minggu pada jam 07.00–09.00, 12.00–14.00, 16.00–18.00, dapat dilihat pada grafik berikut ini.

**Tabel 4.7. Data Volume Hari Senin Pagi**

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				JUMLAH (KEND/JAM)	
		Selatan Pendekatan 2				Utara Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat					
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
PAGI	07:00-07:15	↑	173	16	523	0	228	12	648	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3312
		↖	67	8	187	0	86	6	107	3	89	4	347	0	94	8	186	1	
		↗	44	0	116	0	117	6	234	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	07:15-07:30	↑	168	17	516	0	211	17	632	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3293
		↖	63	8	184	1	78	12	102	2	97	6	369	0	93	14	194	0	
		↗	44	2	109	0	112	4	238	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	07:30-07:45	↑	178	28	528	0	223	14	657	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3307
		↖	58	5	192	0	72	8	97	0	92	3	353	0	96	11	199	0	
		↗	40	1	114	0	109	5	224	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	07:45-08:00	↑	183	24	533	2	219	21	648	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3300
		↖	58	7	188	0	77	7	101	0	104	8	364	0	88	7	186	0	
		↗	38	1	102	0	105	2	227	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	08:00-08:15	↑	185	21	521	0	239	14	651	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3292
		↖	61	9	198	0	75	5	107	1	96	4	358	0	91	5	167	0	
		↗	42	3	105	0	103	2	229	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	08:15-08:30	↑	176	16	562	0	232	18	639	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3279
		↖	63	6	203	0	72	7	93	0	91	6	342	0	91	5	167	0	
		↗	39	1	108	0	106	4	232	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	08:30-08:45	↑	171	19	522	0	201	16	572	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3065
		↖	57	7	185	0	81	8	87	0	83	5	338	0	87	6	167	0	
		↗	43	4	101	0	99	3	203	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	08:45-09:00	↑	162	15	469	0	193	8	525	0	-	-	-	-	-	-	-	-	2851
		↖	56	5	174	0	69	3	97	0	88	2	348	0	87	7	153	0	
		↗	37	0	83	0	88	1	181	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL			2206	223	6523	3	3195	203	7531	8	740	38	2819	0	727	63	1419	1	25699
MAX			185	28	562	2	239	21	657	3	104	8	369	0	96	14	199	1	

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)



**Grafik 4.1. Grafik Volume Hari Senin Pagi**

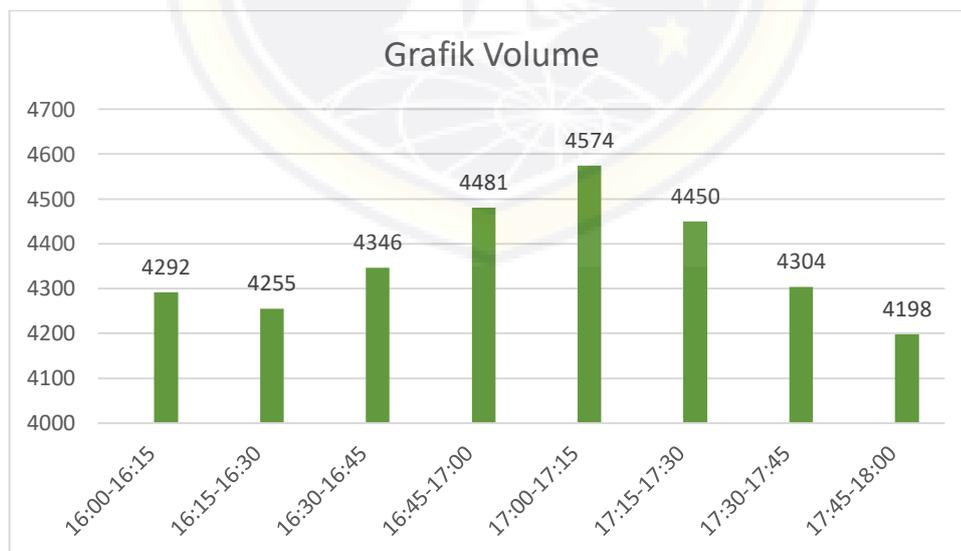
(Sumber: Hasil Survei Lapangan)



**Tabel 4.9** Data Volume Hari Senin Sore

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				JUMLAH (KENDUA M)
		Selatan Pendekatan 2				Utaran Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat				
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	
SOBRE	↑	363	25	633	0	386	21	738	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4292
	↘	104	5	234	0	81	6	207	2	144	4	420	0	92	6	191	0	
	↗	64	2	62	0	157	4	341	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	↑	357	22	628	0	373	15	745	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4255
	↘	98	7	212	0	89	6	211	0	165	6	431	0	92	6	184	0	
	↗	61	3	53	0	132	2	357	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	↑	366	18	641	0	378	18	731	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4346
	↘	117	4	192	0	96	4	203	0	182	4	418	0	114	8	184	1	
	↗	66	0	84	0	168	1	348	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	↑	373	28	635	0	392	14	732	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4481
	↘	126	5	246	2	104	7	184	1	188	9	452	0	121	5	196	0	
	↗	58	1	71	0	177	0	353	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	↑	361	23	652	0	412	24	792	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4574
	↘	120	8	227	0	94	5	206	0	171	5	466	0	109	7	199	0	
	↗	56	4	75	0	183	1	374	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	↑	374	18	639	0	423	16	762	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4450
	↘	112	4	203	0	88	8	193	0	176	7	429	0	116	5	203	0	
	↗	53	1	78	0	181	2	359	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	↑	355	15	621	0	410	16	731	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4304
	↘	118	3	216	0	64	5	179	0	158	6	433	0	127	3	207	0	
	↗	53	0	67	0	186	0	331	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	↑	362	16	634	0	405	12	722	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4198
	↘	108	4	212	0	72	3	116	0	147	5	435	0	94	6	223	0	
	↗	55	0	53	0	193	0	321	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		4280	216	7368	2	5244	190	10236	4	1331	46	3484	0	865	46	1587	1	
MAX		374	28	652	2	423	24	792	2	188	9	466	0	127	8	223	1	3490

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)



**Grafik 4.3.** Grafik Volume Hari Senin Sore

(Sumber: Hasil Survei Lokasi)

Berdasarkan Gambar dan Grafik Volume diatas untuk mendapatkan volume jam puncak per jam dapat di lihat pada data volume per jam berikut:

**Tabel 4.10** Data kondisi simpang pada jam 16:30-17:30

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				JUMLAH (KEND/ JAM)	
		Selatan Pendekatan 2				Utaran Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat					
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
SORE	16:30-16:45	↑	366	18	641	0	378	18	731	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4346
	↘	117	4	192	0	96	4	203	0	182	4	418	0	114	8	184	1		
	↗	66	0	84	0	168	1	348	0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	16:45-17:00	↑	373	28	635	0	392	14	732	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4481
	↘	126	5	246	2	104	7	184	1	188	9	452	0	121	5	196	0		
	↗	58	1	71	0	177	0	353	0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	17:00-17:15	↑	361	23	652	0	412	24	792	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4574
	↘	120	8	227	0	94	5	206	0	171	5	466	0	109	7	199	0		
	↗	56	4	75	0	183	1	374	0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	17:15-17:30	↑	374	18	639	0	423	16	762	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4450
	↘	112	4	203	0	88	8	193	0	176	7	429	0	116	5	203	0		
	↗	53	1	78	0	181	2	359	0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	17:30-17:45	↑	355	15	621	0	410	16	731	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4304
	↘	118	3	216	0	64	5	179	0	158	6	433	0	127	3	207	0		
	↗	53	0	67	0	186	0	331	0	-	-	-	-	-	-	-	-		
	TOTAL		2708	132	4647	2	3356	121	6478	2	875	31	2198	0	587	28	989	1	22155
	MAX		374	28	652	2	423	24	792	1	188	9	466	0	127	8	207	1	

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

- Analisis kondisi simpang berdasarkan jenis kendaraan

Lengan utara-timur (↗)

$$LV = 168+177+183+181+186 = 895$$

$$HV = 1+0+1+2+0 = 4$$

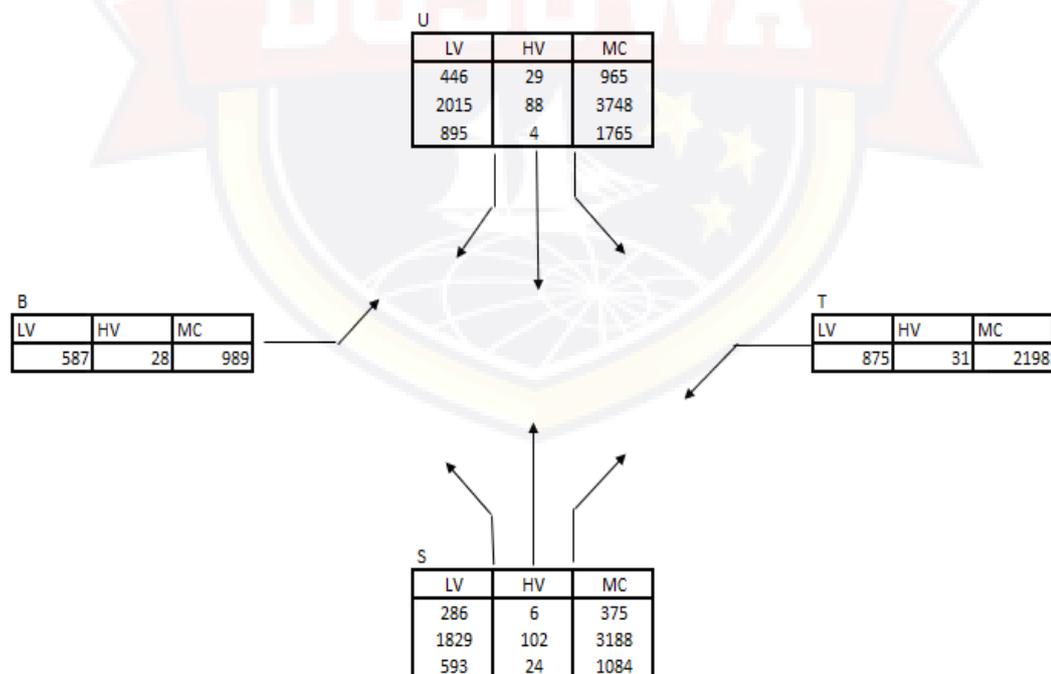
$$MC = 348+353+374+359+331 = 1.765$$

$$UM = 0+0+0+0 = 0$$

**Tabel 4.11.** Data kondisi simpang pada jam 16:30-17.30 berdasarkan jenis kendaraan

Ruas	LENGAN	JENIS KENDARAAN				JUMLAH KEND/JAM
		LV	HV	MC	UM	
U	↑	2015	88	3748	1	5852
	↘	446	29	965	1	1441
	↗	895	4	1765	0	2664
S	↑	1829	102	3188	0	5119
	↘	593	24	1084	2	1703
	↗	286	6	375	0	667
T	↘	875	31	2198	0	3104
B	↘	587	28	989	1	1605
TOTAL		7526	312	14312	5	22155

(Sumber: Hasil analisis berdasarkan jenis kendaraan)



**Gambar 4.11.** Piktografi arah kendaraan dilapangan

(Sumber: Hasil Analisis)

**Tabel 4.12** Perhitungan Ekivalen Kendaraan Penumpang

Kode Pendekat	ARAH	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MV)											
		KENDARAAN RINGAN (LV)			KENDARAAN BERAT (HV)			SEPEDA MOTOR (MC)			KENDARAAN BERMOTOR		
		EMP TERLINDUNG = 1,0			EMP TERLINDUNG = 1,3			EMP TERLINDUNG = 0,2			TOTAL		
		EMP TERLAWAN = 1,0			EMP TERLAWAN = 1,3			EMP TERLAWAN = 0,4			MV		
		KENDI/JAM M	SMP/JAM		KENDI/JAM	SMP/JAM		KENDI/JAM	SMP/JAM		KENDI/JAM	Q/SMP/JAM	
TERLINDUNG	TERLAWAN		TERLINDUNG	TERLAWAN		TERLINDUNG	TERLAWAN		TERLINDUNG	TERLAWAN			
U	↑	2015	2015	2015	88	114,4	114,4	3748	749,6	1499,2	5851	2879	3628,6
	↘	446	446	446	29	37,7	37,7	965	193	386	1440	676,7	869,7
	↗	895	895	895	4	5,2	5,2	1765	353	706	2664	1253,2	1606,2
	TOTAL	3356	3356	3356	121	157,3	157,3	6478	1295,6	2591,2	9955	4808,9	6104,5
S	↑	1829	1829	1829	102	132,6	132,6	3188	637,6	1275,2	5119	2599,2	3236,8
	↘	593	593	593	24	31,2	31,2	1084	216,8	433,6	1701	841	1057,8
	↗	286	286	286	6	7,8	7,8	375	75	150	667	368,8	443,8
	TOTAL	2708	2708	2708	132	171,6	171,6	4647	929,4	1858,8	7487	3809	4738,4
T	↘	875	875	875	31	40,3	40,3	2198	439,6	879,2	3104	1354,9	1794,5
	TOTAL	875	875	875	31	40,3	40,3	2198	439,6	879,2	3104	1354,9	1794,5
B	↘	587	587	587	28	36,4	36,4	989	197,8	395,6	1604	821,2	1019
	TOTAL	587	587	587	28	36,4	36,4	989	197,8	395,6	1604	821,2	1019

(Sumber: Hasil analisis berdasarkan jenis kendaraan)

#### 4.1.4 Kecepatan Kendaraan

Adapun hasil survei kecepatan kendaraan rata-rata ruang dilapangan dengan jarak 100m pada masing-masing pendekat simpang empat BTP.

**Tabel 4.13.** Kecepatan kendaraan pada lengan Selatan

Nomor	MC	LV	HV
1	56,83	38,46	23,48
2	48,12	39,21	27,31
3	45,74	43,18	20,67
4	48,87	43,73	25,03
5	42,66	45,94	19,48
6	47,65	48,37	23,03
7	57,28	44,33	19,53
8	52	41,68	25,9
9	61,31	48,45	18,72
10	54,47	42,44	20,01
Rata-rata	51,7844	43,579	22,316

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

**Tabel 4.14.** Kecepatan kendaraan pada lengan Utara

Nomor	MC	LV	HV
1	51,48	47,86	21,65
2	50,81	44,91	19,49
3	48,16	42,51	25,42
4	49,38	43,02	20,61
5	53,63	45,22	24,72
6	50,54	41,97	24,03
7	53,07	50,78	21,77
8	52,45	41,38	19,84
9	49,88	45,16	19,54
10	51,54	46,31	20,11
Rata-rata	51,094	44,912	21,718

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

**Tabel 4.15.** Kecepatan kendaraan pada lengan Timur

Nomor	MC	LV	HV
1	47,73	43,38	19,65
2	44,27	39,32	18,83
3	44,68	40,17	20,64
4	44	40,62	19,36
5	43,14	40,42	19,87
6	49,38	39,71	24,77
7	53,26	40,5	20,06
8	49,36	44,35	19,96
9	50,57	41,45	19,04
10	52,17	41,96	22,83
Rata-rata	48,38	41,188	20,5611

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

**Tabel 4.16.** Kecepatan kendaraan pada lengan Barat

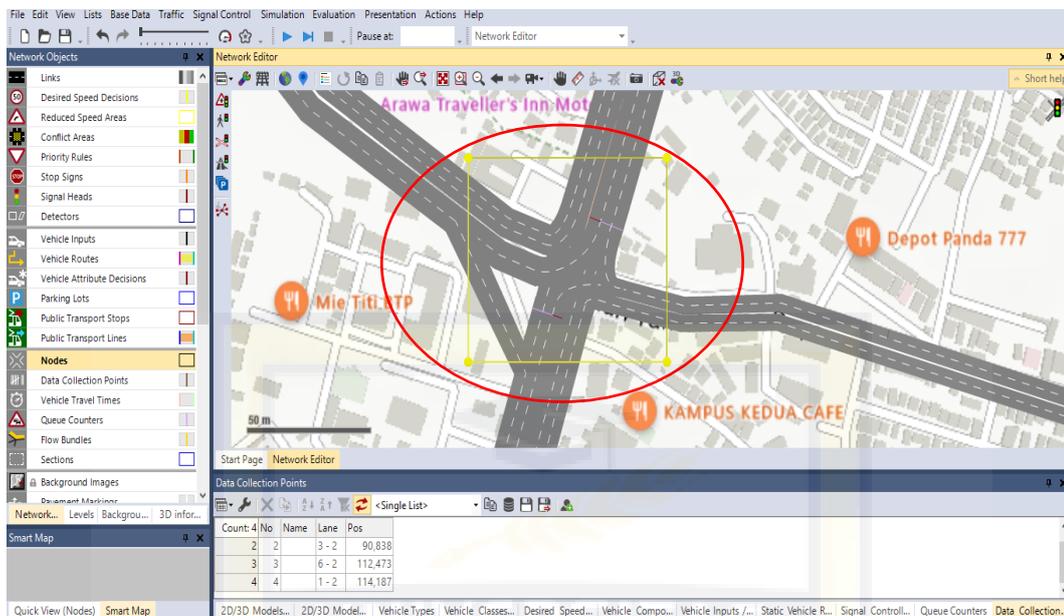
Nomor	MC	LV	HV
1	49,62	45,26	21,34
2	53,58	41,76	25,37
3	48,73	45,15	20,76
4	54,66	46,84	23,54
5	52,02	47,37	23,54
6	51,81	25,96	23,87
7	54,85	28,16	20,1
8	52	31,23	22,34
9	52,14	26,56	19,94
10	57,6	30,12	22,04
Rata-rata	52,701	36,841	22,284

(Sumber: Hasil Survei Lapangan)

#### **4.2 Analisis Kinerja Dengan Software Vissim**

Proses simulasi pada VISSIM dijalankan dengan tombol simulation run. Evaluasi yang digunakan adalah Node Evaluation dan Queue Counter. Node Evaluation akan menghasilkan evaluasi simpang secara keseluruhan seperti Level Of Services (LOS) atau Indeks Tingkat Pelayanan, dan tundaan lengan maupun simpang. Sedangkan, Queue Counter akan menghasilkan evaluasi berupa Panjang antrian pada masing-masing lengan.

## 4.2.1 Pengaturan Node Evaluation



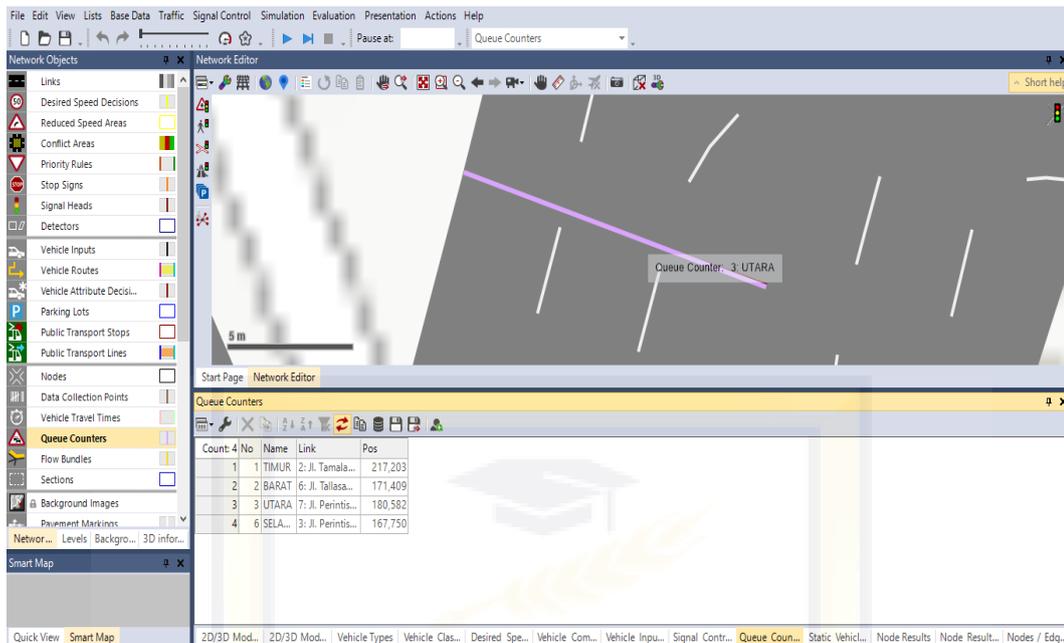
**Gambar 4.12.** Pengaturan Node Evaluation

(Sumber: Hasil Simulasi PTV Vissim)

Pengaturan Node Evaluation, diatur pada tengah-tengah simpang dan masing-masing lengan masuk pada garis kuning Node Evaluation dapat dilihat pada Gambar 4.12.

## 4.2.2 Pengaturan Queue Counter

Pengaturan Queue Counter dipasang pada masing-masing lengan, warna untuk Queue Counter diwarnakan dengan warna ungu muda. Pengaturan Queue Counter dapat dilihat pada Gambar 4.13.



**Gambar 4.13.** Pengaturan Queue Counter pada simpang BTP

(Sumber: Hasil Simulasi PTV Vissim)

### 4.2.3 Pengaturan Driving behavior

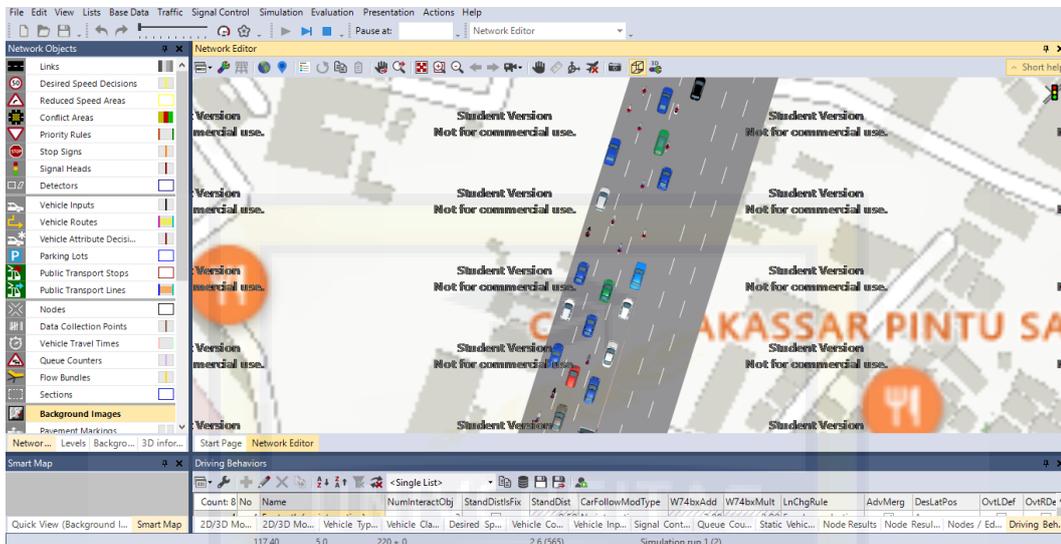
Kalibrasi pada model Vissim berfungsi untuk menyesuaikan antara model observasi lapangan dengan model simulasi Vissim agar menghasilkan output sesuai dengan realita yang ada di lapangan dengan cara mengubah parameter – parameter perilaku pengemudi (driving behaviour) yang diuraikan pada Tabel 4.17.

**Tabel 4.17** Data Kalibrasi Model Driving Behavior di Indonesia

Parameter Perilaku Pengendara		Nilai parameter
Car Following model	Average Standstill Distance	0,60 m
	Additive Part of Safety Distance	0,60 m
	Multiplicative Part of Safety Distance	1,00 m
Lane Change	General Behavior	Free lane selection
	Minimum Clearance	0,50 m
Lateral	Desired Position at Free Flow	any
	Overtake at Same Lane (left)	On
	Overtake at Same Lane (right)	on

	Minimum Lateral Distance (driving)	0,45 km/jam
	Minimum Lateral Distance (standing)	1,00 m
Signal Control	Behaviour at Red/Amber Signal	Go (Same as Green)

(Sumber: Data driving behavior umum di Indonesia)



**Gambar 4.14.** Setelah di Kalibrasi

(Sumber: Hasil Simulasi PTV Vissim)

Pada Gambar 4.14 dapat dilihat setelah proses kalibrasi kendaraan kelihatan tidak teratur dengan jarak antar kendaraan sangat berdekatan, hal ini kondisi simulasi sesuai dengan kondisi lalu lintas di lapangan.

Rangkuman untuk masing-masing hasil simulasi kondisi eksisting simpang empat BTP dapat dilihat pada Tabel 4.18

**Tabel 4.18** Hasil Simulasi Kondisi Eksisting

Nama Jalan	Panjang Antrian	Tundaan	Tingkat Pelayanan
Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan) – Jl. Tamalanrea Raya (Timur)	83,07	95,45	LOS_F
Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan) – Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara)		96,92	LOS_F
Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan) – Jl. Tallasa City (Barat)		101,70	LOS_F
Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara) – Jl. Tamalanrea Raya (Timur)	51,27	79,04	LOS_E
Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara) – Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan)		64,48	LOS_E
Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara) – Jl. Tallasa City (Barat)		32,32	LOS_C
Jl. Tamalanrea Raya (Timur) – Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan)	46,06	81,94	LOS_F
Jl. Tallasa City (Barat) – Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara)	1,27	2,54	LOS_A
Rata - rata	45,42	69,30	LOS_E

(Sumber: Hasil Analisis)

### 4.3 Validasi Vissim

Setelah melakukan proses kalibrasi pada software Vissim sesuai dengan kondisi eksisting dilapangan, Untuk mengukur kecepatan model dan parameter- parameter yang sudah dibentuk sebelumnya maka dilakukan proses validasi terhadap model simulasi tersebut. Perhitungan validasi model Vissim ini menggunakan rumus dasar statistik Geoffrey E. Havers (GEH).

**Tabel 4.19.** Hasil Uji GEH Vissim

Kaki Simpang	Arah	Volume Lalu Lintas		Nilai GEH	Ket
		Observasi	Vissim		
(Utara) Jl. Perintis Kemerdekaan	Lurus	5852	107	1.93 %	Diterima
	Kanan	2664	55	1.92 %	Diterima
	Kiri	1441	27	1.93 %	Diterima
(Timur) Jl. Tamalanrea Raya	Kiri	2189	84	1.85 %	Diterima
(Selatan) Jl. Perintis Kemerdekaan	Lurus	5119	93	1.93 %	Diterima
	Kanan	667	8	1.95 %	Diterima
	Kiri	1703	30	1.93 %	Diterima
(Barat) Jl. Tallasa City	Kiri	1605	189	1,58 %	Diterima

(Sumber: Hasil Analisis)

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa nilai dari uji GEH pada simulasi masing-masing kaki simpang simpang menunjukkan nilai kurang dari 5,0 yang artinya simulasi pada Vissim dapat diterima dan dinyatakan

valid, untuk kemudian simulasi tersebut dapat digunakan dalam membuat simulasi penanganan Simpang Empat Bersinyal.

Analisis hasil uji GEH Vissim

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}}$$

Dimana: q= Data volume arus lalu lintas (kend/jam)

Ditanyakan: Nilai GEH?

$$GEH = \frac{\sqrt{(107 - 5852)^2}}{0,5 \times (107 + 5852)}$$

$$= 1,93 \%$$

Jadi hasil nilai uji GEH yang diterima yaitu 1.93 %

#### 4.4 Solusi Alternatif Menggunakan Software Vissim

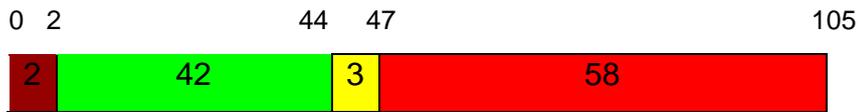
Setelah mengevaluasi kinerja simpang empat BTP dengan simulasi pada kondisi eksisting maka perlu dilakukan perbaikan dengan alternatif solusi. Alternatif solusi yang akan dicoba simulasikan ialah pengaturan waktu siklus. Berikut ini adalah hasil simulasi alternatif pengaturan waktu siklus:

**Tabel 4.20.** Waktu siklus alternatif

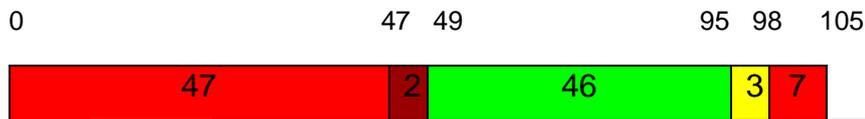
Kode Pendekat	Waktu Nyala (Detik)				Waktu Siklus (detik)
	Hijau	Kuning	Merah	Allred	
SELATAN	46	3	54	2	105
UTARA	42	3	58	2	105

(Sumber: Hasil Analisis)

Utara :



Selatan:



Keterangan:



**Gambar 4.15.** Diagram Sinyal Lalu Lintas Alternatif

**Tabel 4.21** Hasil Simulasi Alternatif

Nama Jalan	Panjang Antrian	Tundaan	Tingkat Pelayanan
Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan) – Jl. Tamalanrea Raya (Timur)	64,56	80,12	LOS_F
Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan) – Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara)		78,82	LOS_E
Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan) – Jl. Tallasa City (Barat)		78	LOS_E
Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara) – Jl. Tamalanrea Raya (Timur)	33,60	67,23	LOS_E
Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara) – Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan)		24,42	LOS_C

Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara) – Jl. Tallasa City (Barat)		23,68	LOS_C
Jl. Tamalanrea Raya (Timur) – Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan)	32,41	65,38	LOS_E
Jl. Tallasa City (Barat) – Jl. Perintis Kemerdekaan (Utara)	0,71	2,02	LOS_A
Rata - rata	32,82	52,50	LOS_D

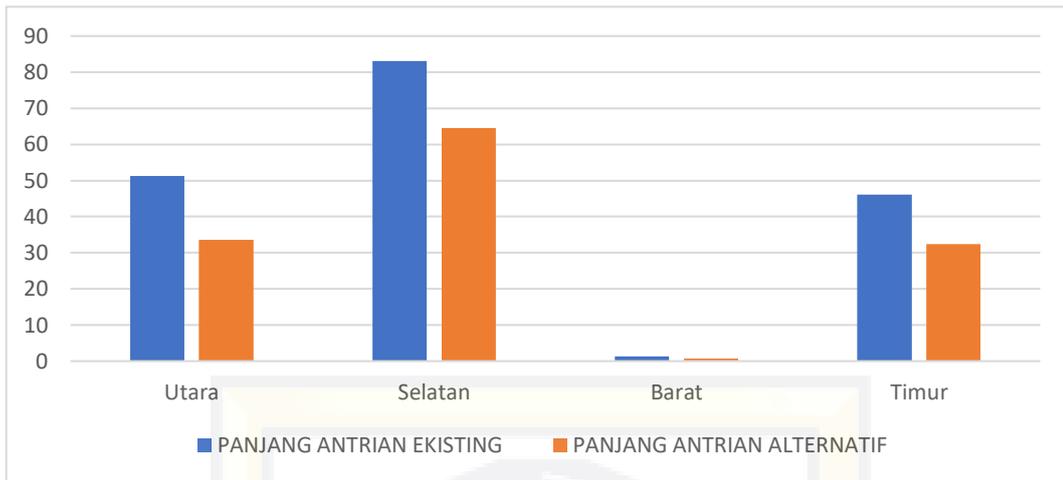
(Sumber: Hasil Analisis)

#### 4.5 Rekapulasi Panjang Antrian, Tundaan Kondisi Ekisting dan Alternatif

**Tabel 4.22.** Panjang Antrian, Tundaan Kondisi Ekisting dan Alternatif

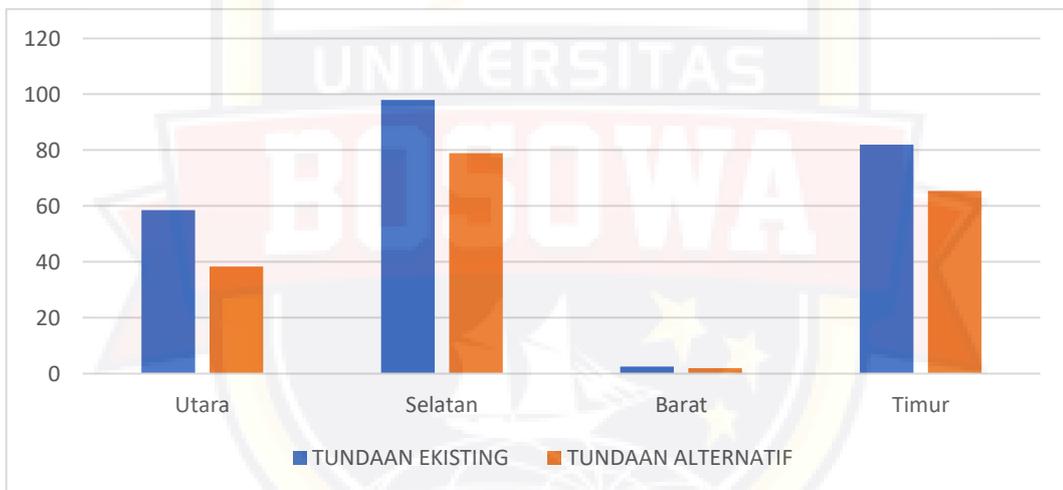
Kode	Panjang Antrian (M)		Tundaan (Kend/Det)			
	Ekisting	Alternatif	Ekisting	ITP	Alternatif	ITP
Utara	51,27	33,60	58,61	E	38,44	C
Selatan	83,07	64,56	98,02	F	78,98	E
Barat	1,27	0,71	2,54	A	2,02	A
Timur	46,06	32,41	81,92	F	65,38	E
Rata-Rata	45,42	32,82	60,27	E	46,21	C

(Sumber: Hasil Analisis)



Grafik 4.4. Rekapitulasi Panjang Antrian Ekisting dan Alternatif

(Sumber: Hasil Analisis)



Grafik 4.5. Rekapitulasi Tundaan Eksisting dan Alternatif

(Sumber: Hasil Analisis)

Dari data di atas diketahui bahwa nilai dari Tundaan dan Panjang Antrian pada setiap kondisi adalah berbeda. Dimana pada kondisi penerapan Alternatif tundaan dan antrian kendaraan jauh lebih baik dari pada kondisi penerapan Ekisting sehingga dengan penerapan Alternatif dapat direkomendasikan pada Simpang Empat BTP guna meningkatkan kelancaran dan keselamatan pada simpang tersebut



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan Kinerja lalu lintas kondisi eksisting, simpang empat BTP menggunakan software vissim sebagai berikut:

1. Hasil analisis kinerja simpang pada ruas simpang empat BTP terhadap kondisi eksisting dengan tingkat pelayanan rata-rata LOS\_E (arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda), sedangkan tingkat pelayanan alternatif pada software PTV Vissim rata-rata LOS\_C (arus stabil dan kecepatan dapat dikontrol oleh lalu lintas).
2. Hasil dari pemodelan Simpang Empat BTP pada kondisi eksisting dengan menggunakan software PTV Vissim (Student Version) didapatkan nilai tundaan (VehDelay) rata-rata sebesar 60,27. Sedangkan panjang antrian kondisi eksisting yaitu 45,42 dan hasil analisis pada kondisi simpang alternatif diketahui bahwa nilai dari tundaan yaitu 46,21, mendekati arus yang tidak stabil dan panjang antrian yaitu 32,82.

## 5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran dari hasil penelitian dengan menggunakan software PTV Vissim yang dilakukan pada Simpang Empat BTP yaitu sebagai berikut ini.

1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan software PTV Vissim Full Version agar hasil yang dikeluarkan lebih baik dari pada menggunakan Student Version.
2. Untuk meningkatkan kelancaran dan kualitas kinerja simpang empat BTP perlu dilakukan pengaturan atau perubahan sinyal lalu lintas pada simpang tersebut.
3. Perlu segera dibuat sistem pengaturan lalu lintas yang lebih baik pada persimpangan, hal ini dianggap perlu dilakukan segera oleh pihak yang terkait demi meningkatkan pelayanan dan mengantisipasi kemacetan di persimpangan tersebut.
4. Diharapkan untuk Jl. Perintis Kemerdekaan (Selatan) menuju Jl. Tamalanrea Raya (Timur) agar membuat lajur (line) khusus agar hasil tundaan yang didapatkan tidak panjang.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.A.N.A. Jaya Wikrama. 2011. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak)*. Denpasar: Universitas Udayana Denpasar.
- Fransisca Aria Nindita. 2020. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus: Simpang Ngabean Yogyakarta)*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Pebriyetti S, Selamat Widodo, Akhmadali. *Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Jalan Veteran, Gajahmada, Pahlawan dan Budi Karya Pontianak, Kalimantan Barat)*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Kulon Progo. *Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi*. <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/47/klasifikasi-jalanberdasarkanfungsi#:~:text=Jalan%20mempunyai%20peranan%20penting%20terutama,dalam%20rangka%20mewujudkan%20pembangunan%20nasional>.
- Argya Sukma Jiwangga. 2017. *Analisis Faktor Pengaruh Kenyamanan Pengguna Kendaraan Bermotor (Studi Kasus: Jl. Brigjen Katamsa, Purwokerto)*. Purwokerto: Universitas Muhammadiyah.
- Kristanto, Hendri Setyo and, Ir. H. M. Nyamadi, M.T. dan, Drs. H. Gotot Slamet Mulyono, M.T. 2013. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal*

*(Studi Kasus Simpang Bangak di Kabupaten Boyolali)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

M. Nur Wahyu Yusuf. 2021. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Jaringan Jalan di Kabupaten Gowa Menggunakan Software Vissim*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Nurul Qalbi. 2023. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus: Simpang Jl. Poros Malino-Jl. Usman Salengke-Jl. K.H. Wahid Hasyim)*. Makassar: Universitas Bosowa.

N.H. Yunianti, Abd. Rahim Nurdin, Hijriah, Prilly Pricilia 2021. *Analisis Evaluasi Kinerja Ride Sourcing Dengan Persepsi Pengguna Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa*.

Muhammad Rahmat Muslim. 2018. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Haji Bau-Jl. Cendrawasih-Jl. Arif Rate Di Makassar*. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Rusmali, Bama, Abd Rahim Nurdin, and Tamrin Mallawangeng. 2023. *Analisis Pengaruh U-Turn Terhadap Kinerja Ruas Jalan Letjen Hertasning Kota Makassar Dan Ruas Jalan Tun Abdul Razak Kabupaten Gowa*. Jurnal Penelitian Teknik Sipil Konsolidasi

## LAMPIRAN 1

### TABEL REKAPULASI VOLUME KENDARAAN

Hari: Jum'at, 21 Juli 2023

#### Volume Jum'at Pagi

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				
		Selatan Pendekatan 2				Utara Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat				
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	
PAGI	07:00-07:15	↑	146	12	465	0	184	16	563	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	58	5	166	1	83	5	82	0	72	2	382	1	72	4	168	0
		↗	37	2	87	0	97	4	184	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	07:15-07:30	↑	135	15	451	0	172	18	574	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	52	6	164	0	72	8	87	2	84	5	301	0	74	8	174	0
		↗	31	3	72	0	96	3	197	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	07:30-07:45	↑	147	12	469	0	192	12	581	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	45	3	172	0	67	6	64	0	81	2	294	0	82	5	183	0
		↗	32	0	88	0	84	4	179	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	07:45-08:00	↑	156	16	477	0	176	18	602	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	40	8	156	0	68	5	78	0	98	4	312	0	72	3	174	0
		↗	25	1	81	0	95	1	184	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	08:00-08:15	↑	151	14	468	0	202	12	611	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	57	2	164	1	97	4	82	0	84	1	291	0	68	1	143	0
		↗	34	0	84	0	114	0	192	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	08:15-08:30	↑	146	15	502	0	193	16	586	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	59	4	184	0	64	6	64	0	79	6	276	0	68	1	143	0
		↗	23	0	72	0	96	0	182	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	08:30-08:45	↑	145	11	461	0	162	11	533	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	44	5	133	0	62	5	58	0	62	5	262	0	65	2	147	0
		↗	38	1	87	0	66	1	165	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	08:45-09:00	↑	106	14	401	0	166	10	472	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	41	6	152	0	72	2	76	0	73	1	257	0	65	3	137	0
		↗	18	1	69	0	83	2	159	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL		1766	156	5625	2	2763	169	6555	2	633	26	2375	1	566	27	1269	0
			7549				9489				3035				1862			
	MAX		156	16	502	1	202	18	611	2	98	6	382	1	82	8	183	0

### Volume Jum'at Siang

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				
		Selatan Pendekatan 2				Utara Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat				
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	
SIANG	12:00-12:15	↑	143	7	362	0	163	4	334	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↶	35	1	212	0	32	2	64	0	62	2	135	0	38	3	113	0
		↷	18	0	92	0	74	0	163	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	12:15-12:30	↑	158	5	368	0	143	4	342	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↶	44	1	225	0	36	1	67	0	58	1	122	1	37	1	108	0
		↷	23	1	81	0	85	1	166	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	12:30-12:45	↑	154	5	341	0	139	6	337	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↶	37	0	218	0	36	2	57	0	64	3	141	0	47	1	126	0
		↷	27	0	89	0	88	0	172	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	12:45-13:00	↑	152	3	342	0	152	3	326	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↶	41	1	211	0	35	1	53	0	54	1	126	0	41	0	109	0
		↷	15	0	84	0	77	1	158	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	13:00-13:15	↑	151	4	357	0	158	2	342	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↶	33	2	197	0	41	0	52	0	67	0	138	0	42	4	116	0
		↷	18	0	91	0	67	0	154	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	13:15-13:30	↑	148	2	368	0	167	6	348	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↶	53	0	215	0	36	1	58	0	58	1	145	0	35	1	91	0
		↷	21	0	85	0	73	1	161	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	13:30-13:45	↑	169	6	404	0	182	3	371	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↶	38	3	199	0	59	0	97	0	92	4	128	0	39	1	92	0
		↷	26	1	93	0	106	0	177	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	13:45-14:00	↑	158	2	372	0	186	7	376	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↶	31	0	187	0	56	2	92	0	86	1	168	0	42	0	112	0
		↷	17	0	86	0	82	2	183	0	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		1710	44	5279	0	2273	49	4650	0	541	13	1103	1	321	11	867	0	
		7033				6972				1658				1199				
MAX		169	7	404	0	186	7	376	0	92	4	168	1	47	4	126	0	

### Volume Jum'at Sore

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				
		Selatan Pendekatan 2				Utara Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat				
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	
SORE	16:00-16:15	↑	243	8	453	0	234	14	556	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↖	84	4	198	1	63	3	142	1	98	2	284	0	52	2	141	0
		↗	34	0	42	0	123	1	201	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	16:15-16:30	↑	267	12	428	0	228	11	569	2	-	-	-	-	-	-	-	
		↖	73	3	172	2	66	3	151	3	117	4	291	2	52	2	136	0
		↗	31	1	53	0	107		217	0	-	-	-	-	-	-	-	
	16:30-16:45	↑	246	8	461	0	221	12	553	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↖	94	0	192	0	72	1	143	0	133	2	274	0	74	5	136	0
		↗	36	0	44	0	144	1	208	0	-	-	-	-	-	-	-	
	16:45-17:00	↑	262	16	467	0	248	9	557	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↖	102	3	216	1	81	1	124	0	138	5	317	0	83	1	158	0
		↗	28	0	41	0	146	0	215	0	-	-	-	-	-	-	-	
	17:00-17:15	↑	231	11	422	0	259	18	602	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↖	98	1	227	0	77	5	148	0	121	1	326	0	61	3	163	0
		↗	26	1	45	0	169	2	231	0	-	-	-	-	-	-	-	
	17:15-17:30	↑	252	16	419	0	237	12	581	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↖	82	0	192	0	63	4	119	0	126	2	281	0	77	1	155	0
		↗	23	2	43	0	153	3	213	0	-	-	-	-	-	-	-	
	17:30-17:45	↑	225	9	392	0	235	12	556	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↖	83	1	186	0	48	5	93	0	106	3	293	0	72	0	168	0
		↗	23	0	57	0	147	0	196	0	-	-	-	-	-	-	-	
	17:45-18:00	↑	221	12	384	0	231	8	547	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↖	76	1	182	0	52	4	76	0	93	1	297	0	54	3	182	0
		↗	25	1	37	0	156	0	187	0	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		2865	110	5353	4	3560	129	7185	6	932	20	2363	2	525	17	1239	0	
		8332				10880				3317				1781				
MAX		267	16	467	2	259	18	602	3	138	5	326	2	83	5	182	0	

Hari: Minggu, 23 Juli 2023

Volume Minggu Pagi

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				
		Selatan Pendekatan 2				Utara Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat				
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	
PAGI	07:00-07:15	↑	103	11	317	0	124	16	481	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	36	3	104	1	23	6	82	2	48	0	227	0	26	3	118	0
		↗	24	0	87	3	37	1	184	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	07:15-07:30	↑	96	8	303	0	115	12	492	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	38	2	102	0	18	3	87	1	56	3	141	3	34	5	124	0
		↗	21	0	72	0	37	0	197	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	07:30-07:45	↑	107	8	317	2	146	9	502	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	26	0	112	0	11	1	64	0	57	1	139	1	28	3	128	0
		↗	15	0	88	0	28	0	179	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	07:45-08:00	↑	118	12	326	0	125	12	534	3	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	20	5	98	0	12	5	78	0	63	1	152	0	33	2	124	0
		↗	13	1	81	0	33	3	184	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	08:00-08:15	↑	113	7	314	0	158	8	544	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	33	0	106	0	35	1	82	0	54	0	133	0	37	2	103	0
		↗	24	0	84	0	51	1	192	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	08:15-08:30	↑	102	9	351	0	146	12	407	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	39	1	123	0	14	3	64	0	47	3	194	0	34	0	103	0
		↗	18	0	72	0	36	0	182	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	08:30-08:45	↑	107	6	318	2	122	18	383	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	27	2	71	0	12	3	58	0	39	1	183	0	34	2	107	0
		↗	16	0	87	0	21	1	165	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	08:45-09:00	↑	84	9	259	0	128	6	296	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	21	2	96	0	22	0	76	0	41	0	173	0	28	1	116	0
		↗	8	1	69	0	37	0	159	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL		1209	87	3957	8	1491	121	5672	6	405	9	1342	4	254	18	923	0
			5261				7290				1760				1195			
	MAX		118	12	351	3	158	18	544	3	63	3	227	3	37	5	128	0

## Volume Minggu Siang

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				
		Selatan Pendekatan 2				Utara Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat				
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	
SIANG	12:00-12:15	↑	178	14	433	0	203	12	424	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↶	58	4	152	0	38	4	94	0	86	2	256	0	62	0	143	0
		↷	22	1	58	1	74	2	263	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	12:15-12:30	↑	208	26	468	0	181	8	432	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↶	63	8	183	0	31	2	84	0	71	2	243	0	65	3	164	0
		↷	23	0	48	0	85	0	221	0	-	-	-	-	-	-	-	
	12:30-12:45	↑	204	16	417	0	188	14	429	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↶	57	3	157	0	28	2	95	0	92	4	263	0	74	1	146	0
		↷	26	1	56	0	82	0	228	0	-	-	-	-	-	-	-	
	12:45-13:00	↑	214	9	425	0	216	17	412	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↶	65	2	144	0	38	4	84	0	62	0	248	0	71	3	137	0
		↷	17	2	54	0	72	2	212	0	-	-	-	-	-	-	-	
	13:00-13:15	↑	196	12	447	0	224	9	451	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↶	42	7	137	0	24	1	78	0	68	1	272	0	68	5	146	0
		↷	13	0	61	0	87	3	231	0	-	-	-	-	-	-	-	
	13:15-13:30	↑	183	15	451	0	209	12	463	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↶	57	4	159	0	28	2	86	0	96	3	256	0	57	2	167	0
		↷	21	1	53	1	82	3	217	0	-	-	-	-	-	-	-	
	13:30-13:45	↑	177	22	442	0	193	17	457	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↶	59	3	132	0	22	3	73	0	73	1	281	0	63	0	128	0
		↷	22	3	57	0	94	3	218	0	-	-	-	-	-	-	-	
	13:45-14:00	↑	182	14	431	0	206	8	421	0	-	-	-	-	-	-	-	
		↶	37	4	127	0	25	1	72	0	89	4	263	0	58	1	139	0
		↷	16	0	56	0	72	1	194	0	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		2140	171	5148	2	2502	130	5939	0	637	17	2082	0	518	15	1170	0	
		7461				8571				2736				1703				
MAX		214	26	468	1	224	17	463	0	96	4	281	0	74	5	167	0	

## Volume Minggu Sore

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				
		Selatan Pendekatan 2				Utara Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat				
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	
SORE	16:00-16:15	↑	207	8	382	0	198	8	516	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	67	2	152	1	41	2	92	2	78	1	234	0	32	3	106	0
		↗	46	1	38	0	104	1	173	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	16:15-16:30	↑	223	6	354	0	187	11	521	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	53	3	136	0	47	3	106	0	94	0	247	0	32	1	94	0
		↗	41	0	48	0	83	3	187	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	16:30-16:45	↑	206	6	391	0	181	10	514	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	69	1	158	0	56	0	97	0	105	2	221	0	56	4	92	2
		↗	38	0	34	0	124	2	178	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	16:45-17:00	↑	224	12	394	0	202	7	516	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	74	2	172	0	67	2	86	1	102	3	268	1	58	0	112	0
		↗	32	0	31	0	132	3	192	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	17:00-17:15	↑	196	9	359	0	219	14	548	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	71	1	185	2	54	4	97	0	93	0	273	0	47	3	127	0
		↗	37	2	37	0	146	0	204	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	17:15-17:30	↑	239	13	344	0	193	7	539	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	64	0	158	0	43	1	81	0	96	1	236	0	53	0	113	0
		↗	35	2	33	0	139	2	172	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	17:30-17:45	↑	184	6	327	0	196	12	517	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	64	2	143	0	32	3	76	0	74	1	242	0	48	2	124	0
		↗	42	0	49	0	123	1	164	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	17:45-18:00	↑	216	9	346	0	184	8	503	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		↖	76	1	146	0	32	1	83	0	83	2	247	0	36	1	119	0
		↗	36	0	36	0	128	2	183	0	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		2540	86	4453	3	2911	107	6345	3	725	10	1968	1	362	14	887	2	
		7082				9366				2704				1265				
MAX		239	13	394	2	219	14	548	2	105	3	273	1	58	4	127	2	

Hari: Senin, 24 Juli 2023

Volume Senin Pagi

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				JUMLAH (KEND/JAM)	
		Selatan Pendekatan 2				Utara Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat					
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
PAGI	07:00-07:15	↑	173	16	523	0	228	12	648	2	-	-	-	-	-	-	-	-	3312
		↖	67	8	187	0	86	6	107	3	89	4	347	0	94	8	186	1	
		↗	44	0	116	0	117	6	234	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	07:15-07:30	↑	168	17	516	0	211	17	632	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3293
		↖	63	8	184	1	78	12	102	2	97	6	369	0	93	14	194	0	
		↗	44	2	109	0	112	4	238	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	07:30-07:45	↑	178	28	528	0	223	14	657	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3307
		↖	58	5	192	0	72	8	97	0	92	3	353	0	96	11	199	0	
		↗	40	1	114	0	109	5	224	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	07:45-08:00	↑	183	24	533	2	219	21	648	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3300
		↖	58	7	188	0	77	7	101	0	104	8	364	0	88	7	186	0	
		↗	38	1	102	0	105	2	227	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	08:00-08:15	↑	185	21	521	0	239	14	651	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3292
		↖	61	9	198	0	75	5	107	1	96	4	358	0	91	5	167	0	
		↗	42	3	105	0	103	2	229	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	08:15-08:30	↑	176	16	562	0	232	18	639	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3279
		↖	63	6	203	0	72	7	93	0	91	6	342	0	91	5	167	0	
		↗	39	1	108	0	106	4	232	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	08:30-08:45	↑	171	19	522	0	201	16	572	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3065
		↖	57	7	185	0	81	8	87	0	83	5	338	0	87	6	167	0	
		↗	43	4	101	0	99	3	203	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	08:45-09:00	↑	162	15	469	0	193	8	525	0	-	-	-	-	-	-	-	-	2851
		↖	56	5	174	0	69	3	97	0	88	2	348	0	87	7	153	0	
		↗	37	0	83	0	88	1	181	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL			2206	223	6523	3	3195	203	7531	8	740	38	2819	0	727	63	1419	1	25699
			8955				10937				3597				2210				
MAX			185	28	562	2	239	21	657	3	104	8	369	0	96	14	199	1	

## Volume Senin Siang

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				JUMLAH (KEND./JAM)	
		Selatan Pendekatan 2				Utara Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat					
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
SIANG	12:00-12:15	↑	256	24	593	0	273	12	684	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3687
		↖	87	7	212	0	68	8	124	1	112	5	385	0	98	4	183	0	
		↗	56	3	92	0	104	2	293	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12:15-12:30	↑	289	31	598	0	253	8	692	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3709
		↖	92	9	225	0	61	5	117	0	108	3	372	0	97	5	208	0	
		↗	53	3	81	0	115	3	281	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12:30-12:45	↑	284	26	576	0	259	14	689	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3716
		↖	89	6	218	0	58	6	122	0	117	4	394	1	107	4	186	0	
		↗	56	1	89	0	118	1	291	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12:45-13:00	↑	294	18	582	0	282	17	673	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3633
		↖	96	7	211	0	68	5	113	0	86	4	376	0	101	7	179	0	
		↗	45	0	84	0	107	2	276	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13:00-13:15	↑	276	22	606	0	288	9	712	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3706
		↖	83	12	197	0	51	4	106	0	94	2	408	0	102	2	186	0	
		↗	38	1	91	0	116	1	299	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13:15-13:30	↑	271	15	613	0	275	22	728	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3757
		↖	97	8	215	0	54	8	117	0	127	2	387	0	95	5	201	0	
		↗	41	0	85	0	113	6	271	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13:30-13:45	↑	264	34	632	0	268	16	705	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3691
		↖	93	5	199	0	44	7	97	2	106	1	412	0	99	3	162	0	
		↗	44	0	93	0	124	3	278	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13:45-14:00	↑	273	24	618	0	271	11	681	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3558
		↖	72	7	187	0	47	5	92	0	114	3	399	0	92	3	175	0	
		↗	36	1	86	0	102	2	257	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL		3285	264	7183	0	3519	177	8698	5	864	24	3133	1	791	33	1480	0	29457	
		10732				12399				4022				2304					
MAX		294	34	632	0	288	22	728	2	127	5	412	1	107	7	208	0		

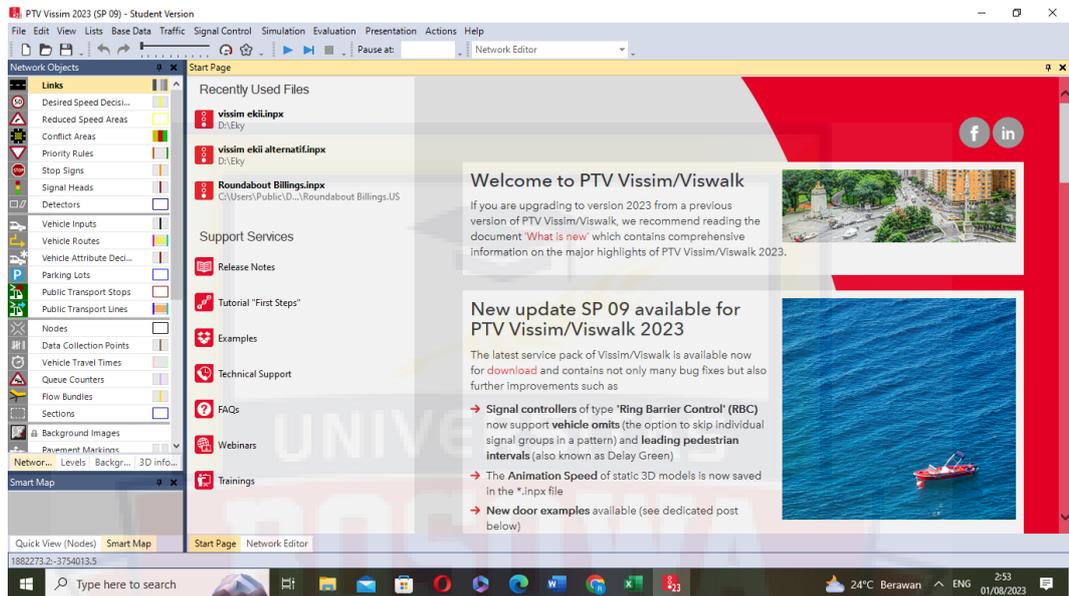
### Volume Senin Sore

Interval Waktu	ARAH	Jl. Perintis Kemerdekaan								Jl. Tamalanrea Raya				Jl. Tallasa City				JUMLAH (KEND/JAM)	
		Selatan Pendekatan 2				Utaran Pendekatan 3				Timur Pendekatan 1				Barat					
		LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM	LV	HV	MC	UM		
SORE	16:00-16:15	↑	363	25	633	0	386	21	738	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4292
		↖	104	5	234	0	81	6	207	2	144	4	420	0	92	6	191	0	
		↗	64	2	62	0	157	4	341	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16:15-16:30	↑	357	22	628	0	373	15	745	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4255
		↖	98	7	212	0	89	6	211	0	165	6	431	0	92	6	184	0	
		↗	61	3	53	0	132	2	357	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16:30-16:45	↑	366	18	641	0	378	18	731	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4346
		↖	117	4	192	0	96	4	203	0	182	4	418	0	114	8	184	1	
		↗	66	0	84	0	168	1	348	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16:45-17:00	↑	373	28	635	0	392	14	732	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4481
		↖	126	5	246	2	104	7	184	1	188	9	452	0	121	5	196	0	
		↗	58	1	71	0	177	0	353	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17:00-17:15	↑	361	23	652	0	412	24	792	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4574
		↖	120	8	227	0	94	5	206	0	171	5	466	0	109	7	199	0	
		↗	56	4	75	0	183	1	374	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17:15-17:30	↑	374	18	639	0	423	16	762	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4450
		↖	112	4	203	0	88	8	193	0	176	7	429	0	116	5	203	0	
		↗	53	1	78	0	181	2	359	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17:30-17:45	↑	355	15	621	0	410	16	731	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4304
		↖	118	3	216	0	64	5	179	0	158	6	433	0	127	3	207	0	
		↗	53	0	67	0	186	0	331	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17:45-18:00	↑	362	16	634	0	405	12	722	0	-	-	-	-	-	-	-	-	4198
		↖	108	4	212	0	72	3	116	0	147	5	435	0	94	6	223	0	
		↗	55	0	53	0	193	0	321	0	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL			4280	216	7368	2	5244	190	10236	4	1331	46	3484	0	865	46	1587	1	
			11866				15674				4861				2499				
MAX			374	28	652	2	423	24	792	2	188	9	466	0	127	8	223	1	34900

## LAMPIRAN 2

### TUTORIAL PTV VISSIM

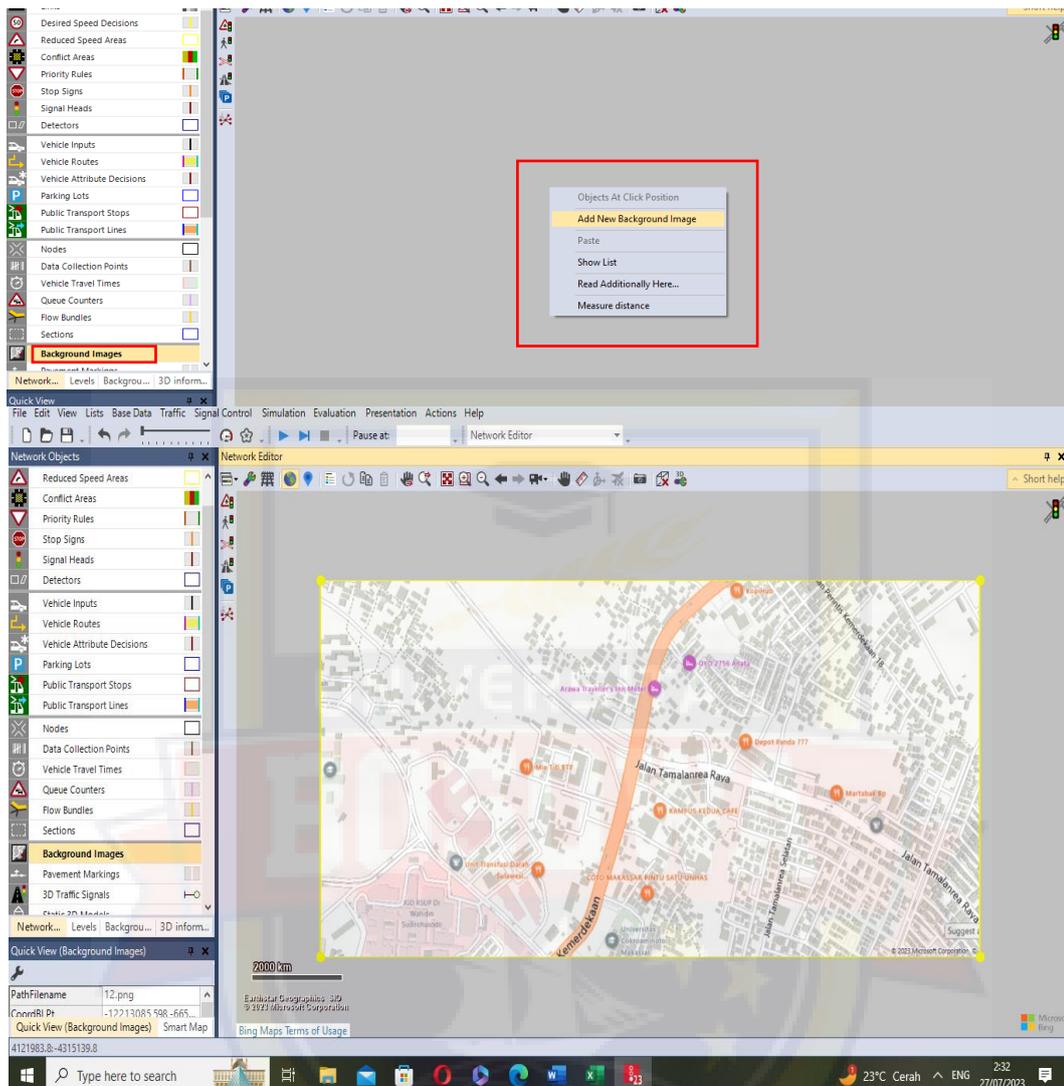
#### 1. Menginput background



Gambar 1. Tampilan awal software PTV Vissim

- Menginput file background

Untuk membuat suatu pemodelan Vissim yang sesuai dengan situasi dan ukuran sebenarnya maka dibutuhkan data gambar yang dilengkapi dengan skala sesuai dengan situasi daerah penelitian. Gambar background pada pemodelan ini menggunakan jenis data \*.jpeg (data import dari google map).

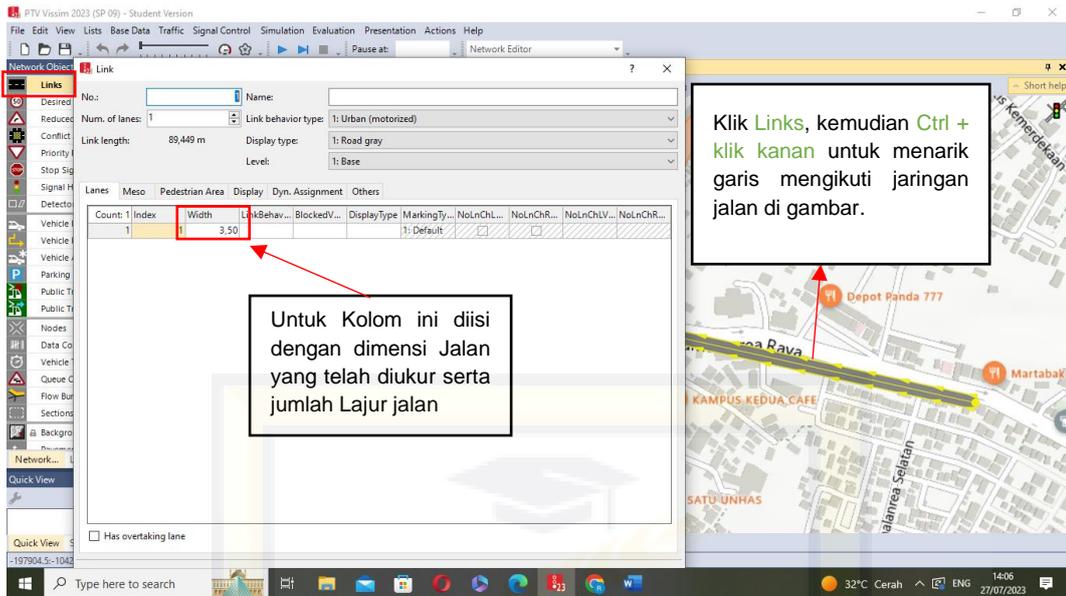


Gambar 2. Menginput file background

## 2. Membuat jaringan jalan lalu lintas

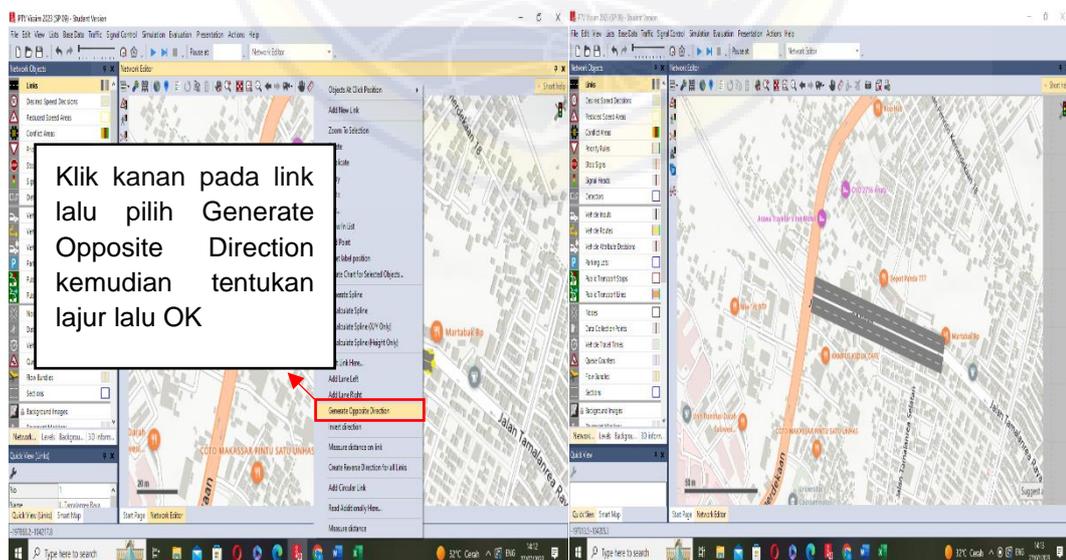
- Network Coding

Network Coding dilakukan dengan mereplikasi simpang jalan yang akan dimodelkan. Untuk kemudahan, replikasi pemodelan jaringan jalan disesuaikan dengan mengikuti gambar peta dasar yang sebelumnya sudah di input dan skala gambar telah disesuaikan. Ada 2 (dua) pembentuk jaringan jalan pada Vissim dikenal sebagai Link dan Connector.



Gambar 3. Membuat Link

Link berfungsi sebagai pembentuk suatu jaringan jalan dan antar jaringan jalan dihubungkan oleh Connector, pada link dan connector kita dapat menentukan lebar jalan yang akan dimodelkan, antara link dan connector harus saling berhubungan agar dapat terbentuk suatu jaringan jalan yang baik.

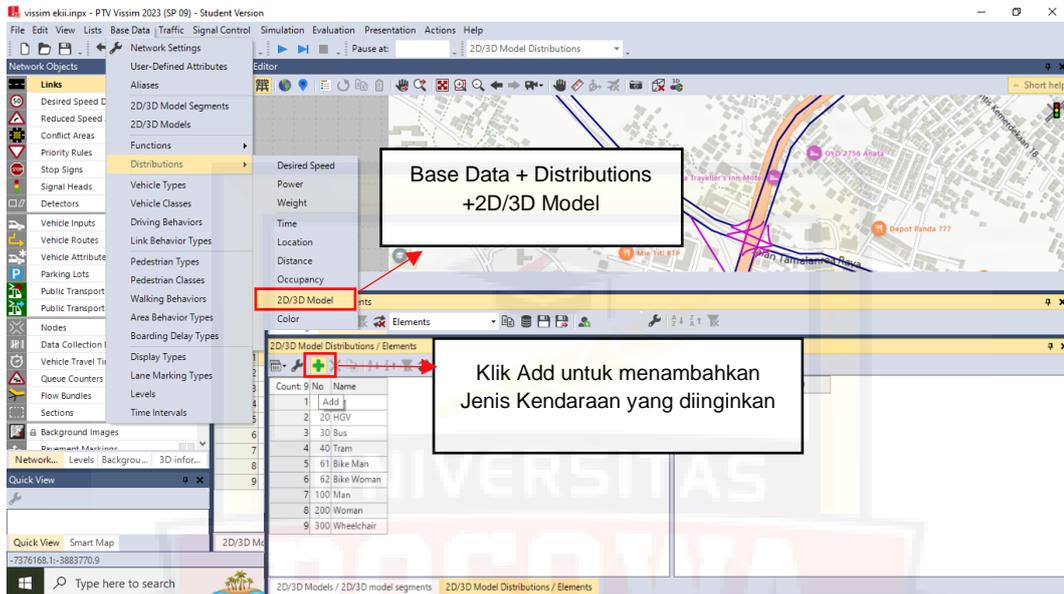


Gambar 4. Generate Opposite Direction

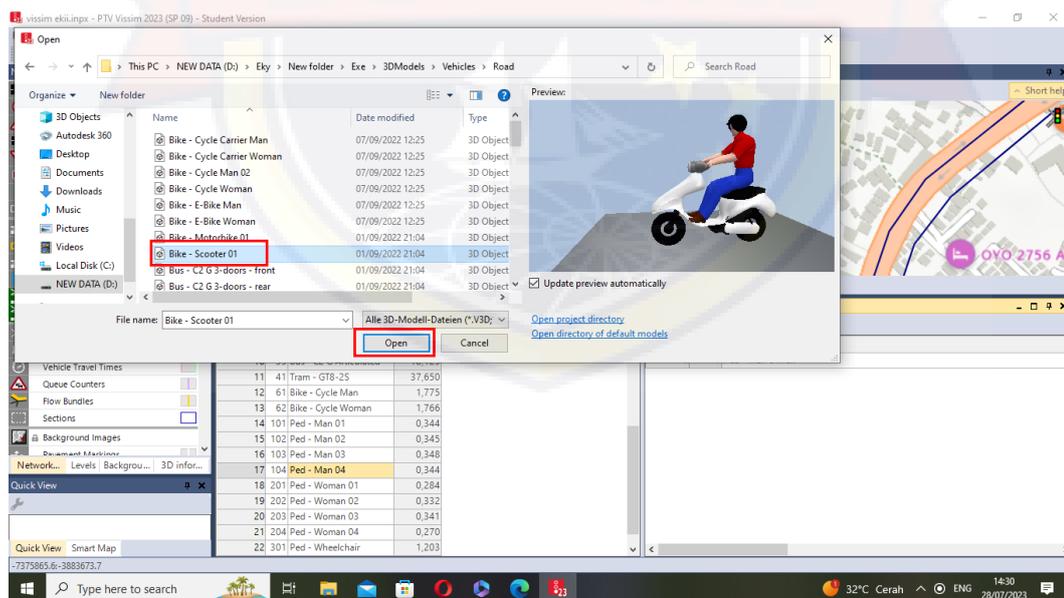
### 3. Menentukan jenis kendaraan

#### 3.1. Vehicle Composition - 2D/3D Model Distribution/ elements

##### 11. 2D/3D Model Distribution/ elements



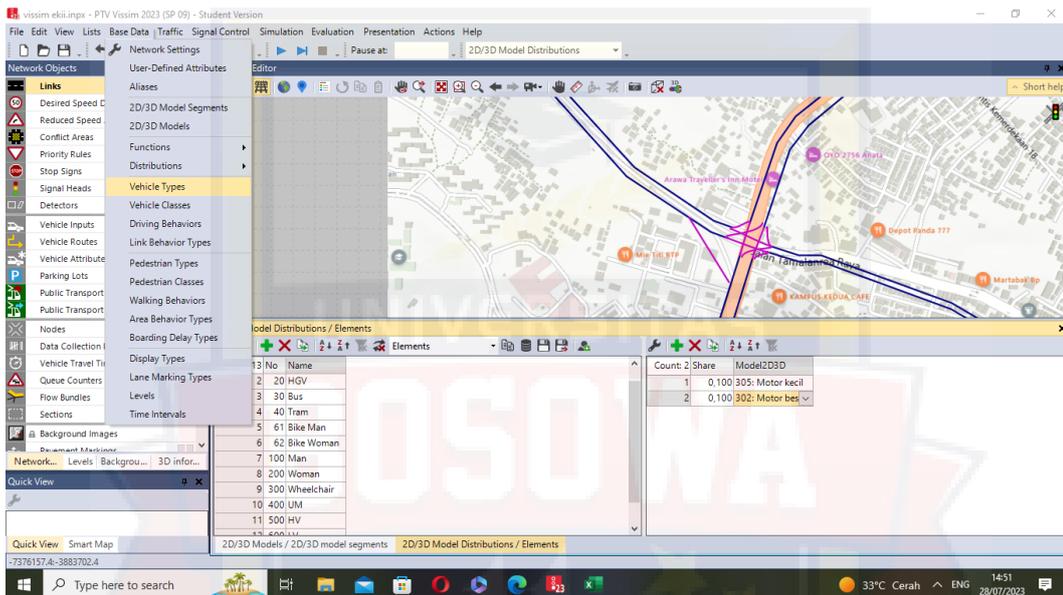
Gambar 5. Mengatur distribusi 2D/3D model kendaraan



Gambar 6. Memilih dan mengaplikasikan model 2D/3D Vissim

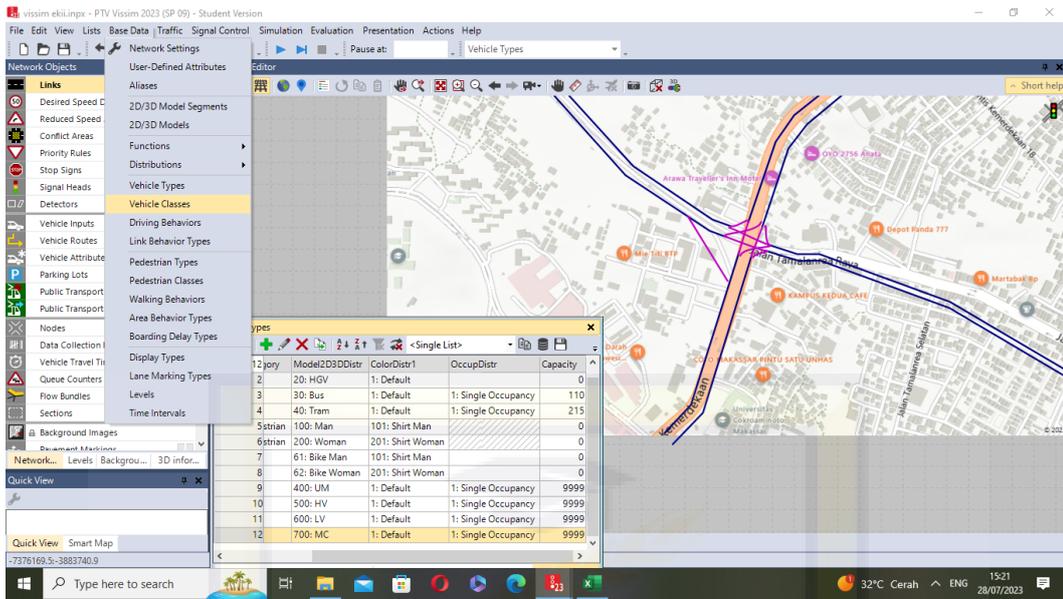
## 12. Vehicle Types

Mengisi vehicle types, menyesuaikan kategori yang sudah disediakan serta yang ditentukan sendiri. Pada menu ini terdapat parameter-parameter seperti kategori kendaraan, vehicle model, color, acceleration and deceleration, capacity, occupancy, dan lain-lain.



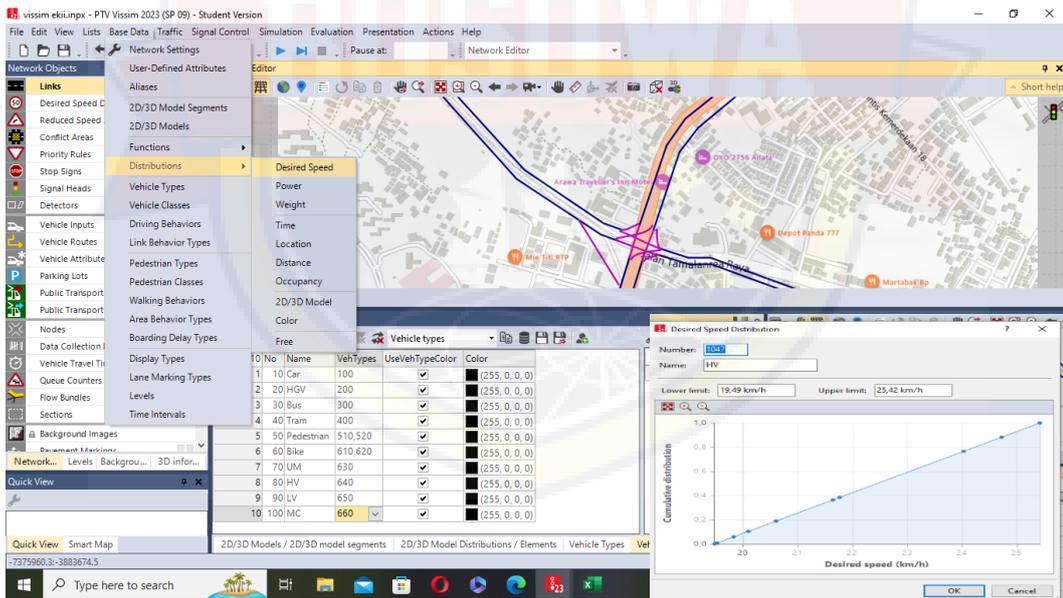
Gambar 7. Mengatur Vehicle Types

13. Vehicle Classes Mengisi vehicle classes, mengklasifikasikan jenis kendaraan ke dalam kategori kendaraan.



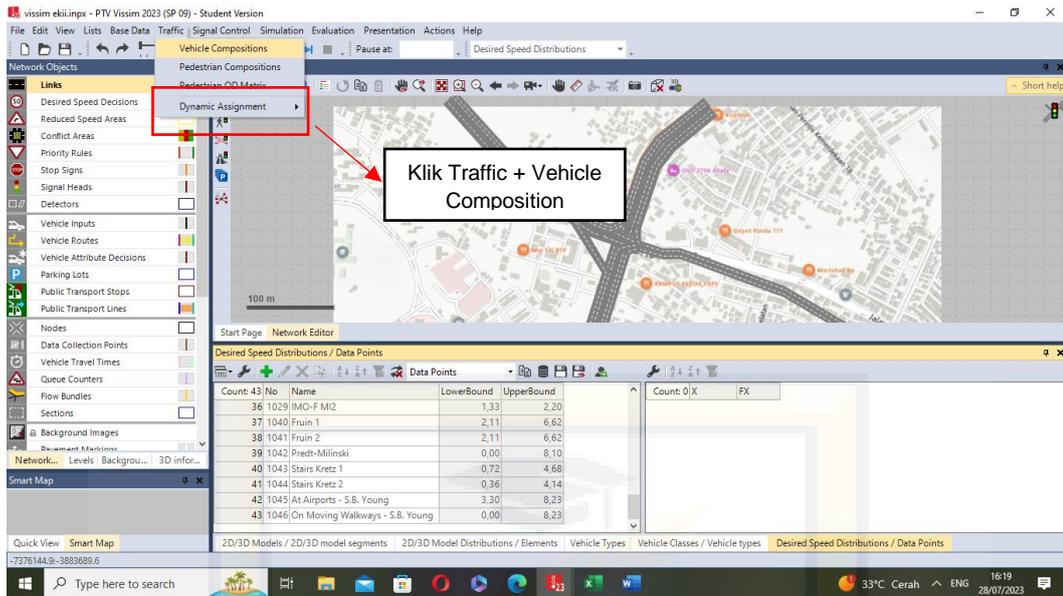
Gambar 8. Mengatur Vehicle Classes

#### 4. Menginput kecepatan kendaraan



Gambar 9. Mengatur dan Menginput Kecepatan Kendaraan

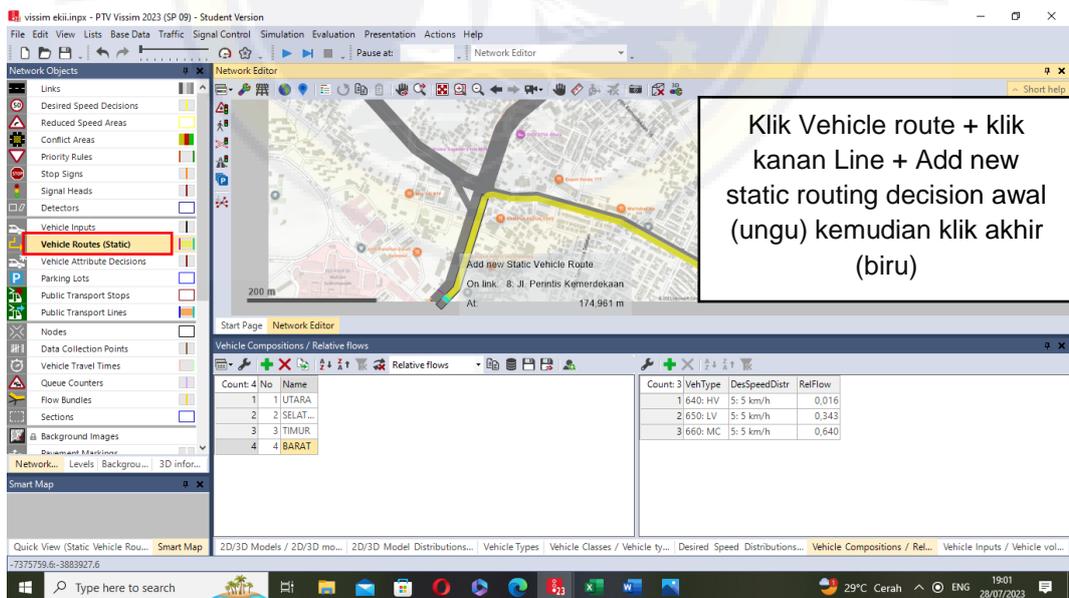
#### 5. Menginput komposisi kendaraan



Komposisi kendaraan diatur berdasarkan daerah asalnya atau daerah/lengan dimana kendaraan akan keluar sehingga jumlah komposisi kendaraan sejumlah dengan origin.

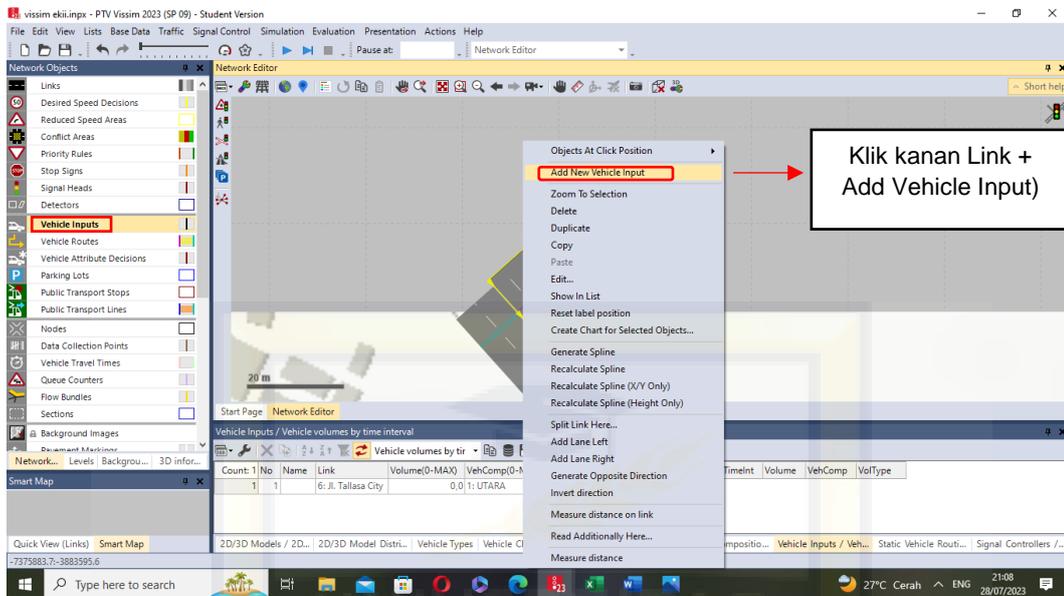
Gambar 10. Mengatur dan Menginput Vehicle Composition

## 6. Menentukan rute perjalanan



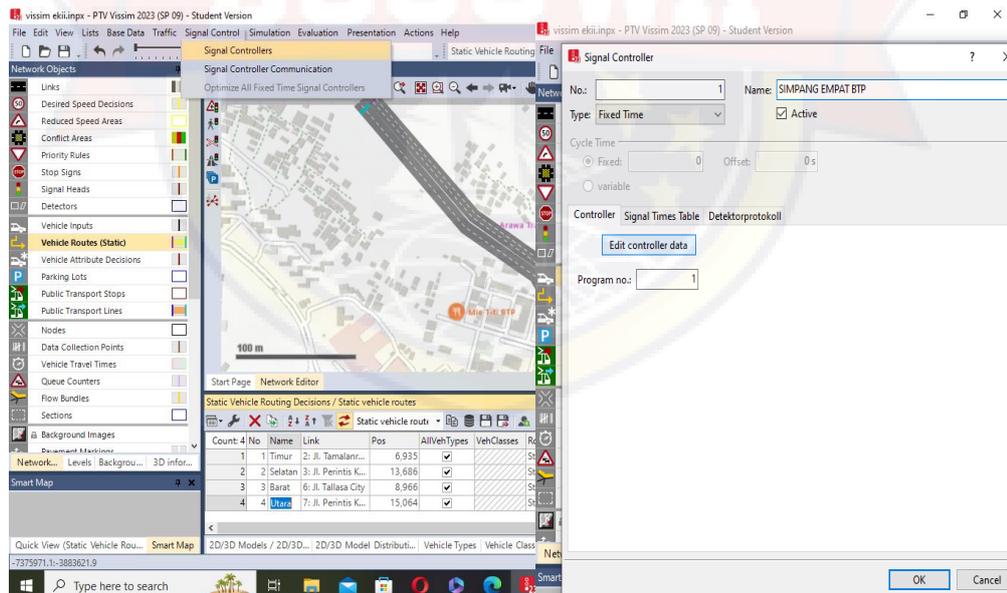
Gambar 11. Mengatur Vehicle Route

## 7. Menginput jumlah kendaraan

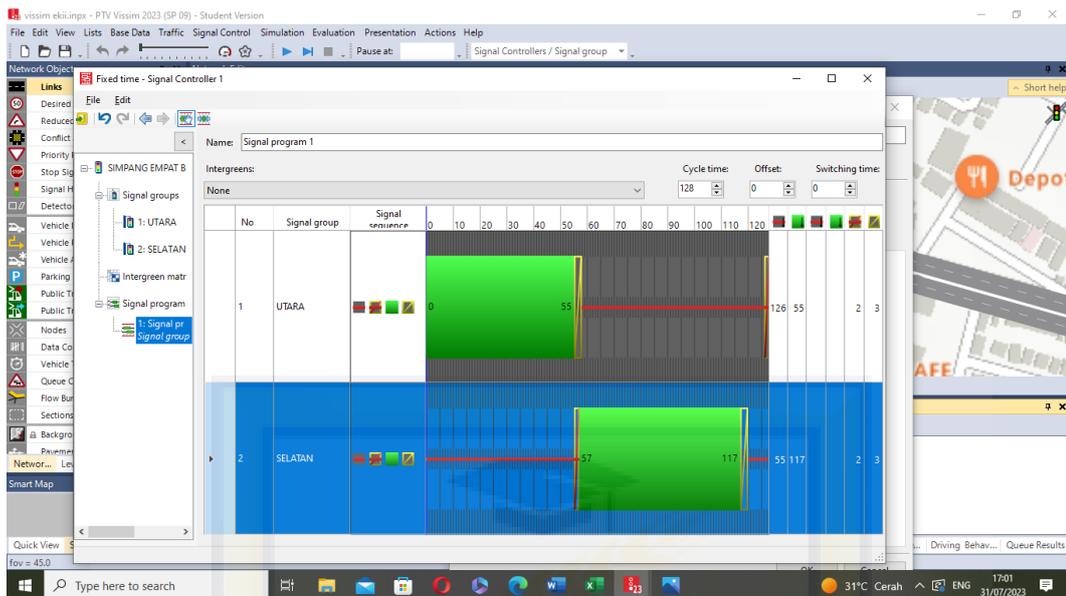


Gambar 12. Mengatur Jumlah kendaraan dalam Vehicle Input

## 8. Mengatur sinyal lalu lintas

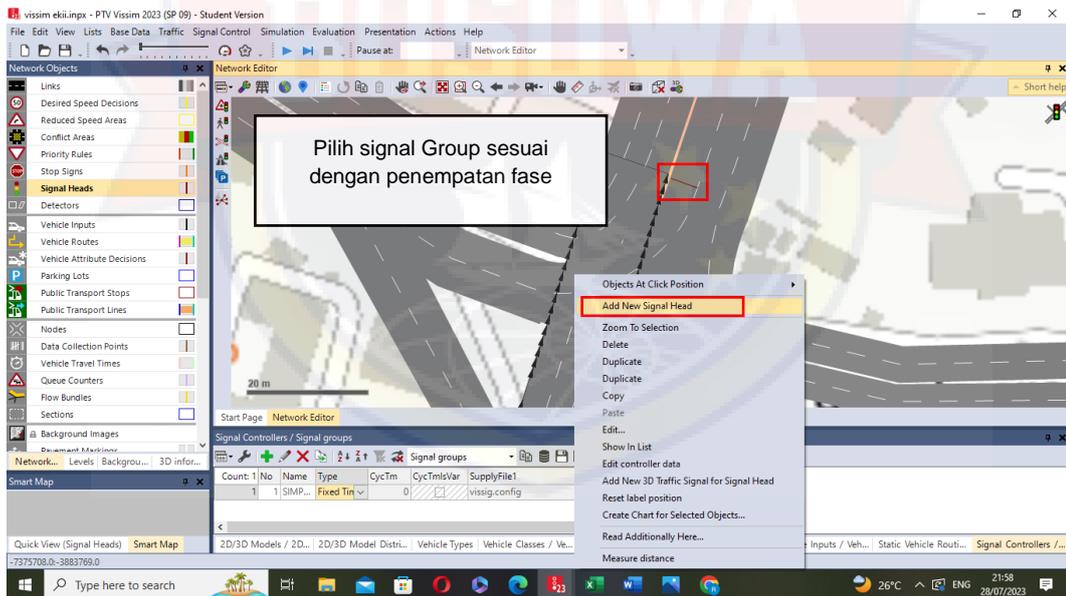


Gambar 13. Signal Controls



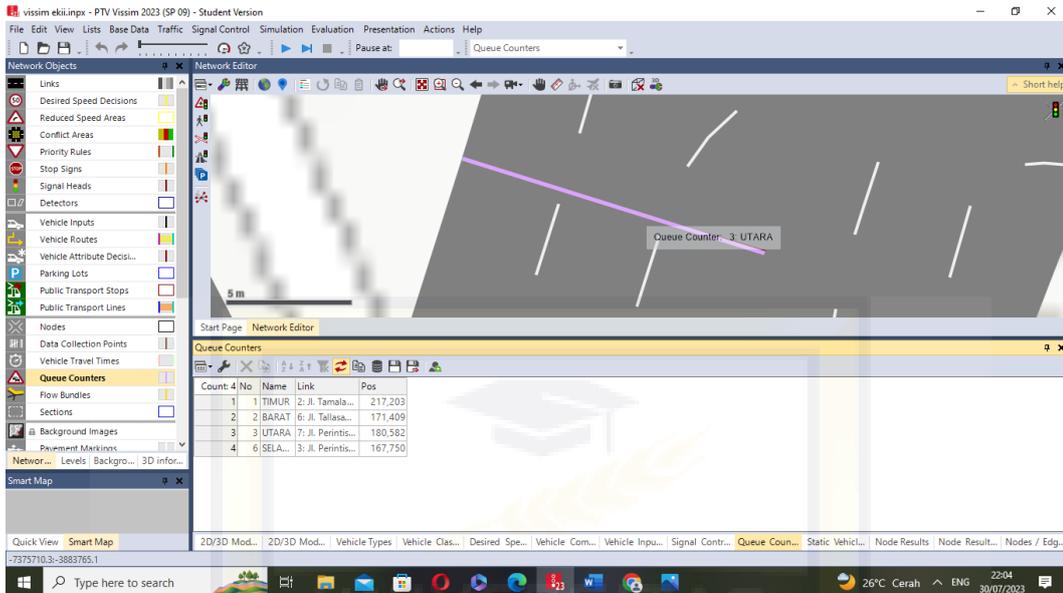
Gambar 14. Signal Controller

## 9. Mengatur Signal Heads



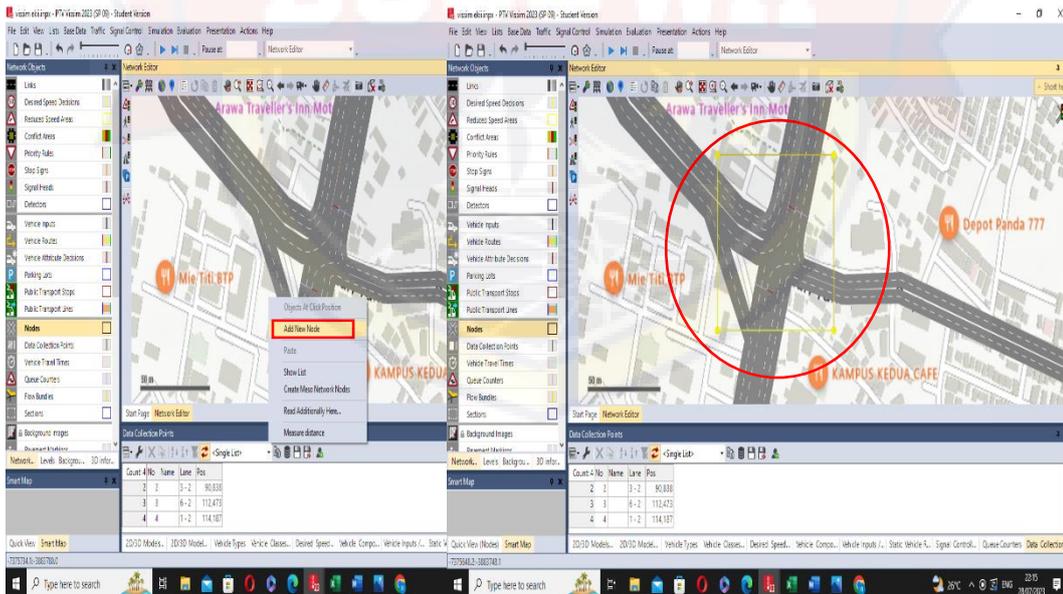
Gambar 15. Signal Heads

## 10. Mengatur Queue Counters



Gambar 16. Mengatur Queue Counters disetiap simpang

## 11. Mengatur Nodes



Gambar 17. Mengatur Nodes

LAMPIRAN 3  
DOKUMENTASI SURVEI



Pengambilan Data Geometrik Jalan



Pengambilan Data Volume Kendaraan



Pengambilan Data Kecepatan Kendaraan



Pengambilan Data Bahu Jalan

## LAMPIRAN 4

### PERHITUNGAN NILAI TUNDAAN

#### Menentukan Volume Jam Puncak

Analisis data diambil pada periode jam puncak yaitu 16:30 – 17:30 dengan total volume kendaraan 22155 kend/jam. Menurut MKJI (1997) arus lalu lintas (Q) kend/jam pada setiap gerakan (belok kiri QLT, lurus QST, dan QRT) dikonversikan dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk kondisi terlindung dan terlawan.

- Contoh Analisis untuk mendapatkan Smp/jam Utara

Diketahui:

- Emp Terlindung

$$\text{Emp LV} : 1,0$$

$$\text{Emp HV} : 1,3$$

$$\text{Emp MC} : 0,2$$

- LT  $\kappa$  (LV)

$$\begin{aligned} \text{Smp/jam} &= \text{Kend/jam} \times \text{emp} \\ &= 446 \times 1,0 = 446 \end{aligned}$$

- LT  $\kappa$  (HV)

$$\begin{aligned} \text{Smp/jam} &= \text{Kend/jam} \times \text{emp} \\ &= 29 \times 1,3 = 37,7 \end{aligned}$$

- LT  $\kappa$  (MC)

$$\begin{aligned} \text{Smp/jam} &= \text{Kend/jam} \times \text{emp} \\ &= 965 \times 0,2 = 193 \end{aligned}$$

- Total kendaraan (MV)

$$\begin{aligned}
 MV &= LV \text{ smp/jam} + HV \text{ smp/jam} + MC \text{ smp/jam} \\
 &= 446 + 37,7 + 193 \\
 &= 676,7 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan Ekuivalen Kendaraan Penumpang

Kode Pendekat	ARAH	ARUS LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR (MM)											
		KENDARAAN RINGAN (LV)			KENDARAAN BERAT (HV)			SEPEDA MOTOR (MC)			KENDARAAN BERMOTOR		
		EMP TERLINDUNG = 1,0			EMP TERLINDUNG = 1,3			EMP TERLINDUNG = 0,2			TOTAL		
		EMP TERLAWAN = 1,0			EMP TERLAWAN = 1,3			EMP TERLAWAN = 0,4			MV		
		KEND/JAM	SMP/JAM		KEND/JAM	SMP/JAM		KEND/JAM	SMP/JAM		KEND/JAM	Q/SMP/JAM	
TERLINDUNG	TERLAWAN		TERLINDUNG	TERLAWAN		TERLINDUNG	TERLAWAN						
U	↑	2015	2015	2015	88	114,4	114,4	3748	749,6	1499,2	5851	2879	3628,6
	↘	446	446	446	29	37,7	37,7	965	193	386	1440	676,7	869,7
	↗	895	895	895	4	5,2	5,2	1765	353	706	2664	1253,2	1606,2
	TOTAL	3356	3356	3356	121	157,3	157,3	6478	1295,6	2591,2	9955	4808,9	6104,5
S	↑	1829	1829	1829	102	132,6	132,6	3188	637,6	1275,2	5119	2599,2	3236,8
	↘	593	593	593	24	31,2	31,2	1084	216,8	433,6	1701	841	1057,8
	↗	286	286	286	6	7,8	7,8	375	75	150	667	368,8	443,8
	TOTAL	2708	2708	2708	132	171,6	171,6	4647	929,4	1858,8	7487	3809	4738,4
T	↘	875	875	875	31	40,3	40,3	2198	439,6	879,2	3104	1354,9	1794,5
	TOTAL	875	875	875	31	40,3	40,3	2198	439,6	879,2	3104	1354,9	1794,5
B	↘	587	587	587	28	36,4	36,4	989	197,8	395,6	1604	821,2	1019
	TOTAL	587	587	587	28	36,4	36,4	989	197,8	395,6	1604	821,2	1019

(Sumber: Hasil Analisis Smp/jam (Q))

### Analisis rasio kendaraan berbelok

1. Rasio kendaraan berbelok PLT dan PRT bisa dilihat pada Tabel 2 dengan perhitungan:

- o Rasio kendaraan berbelok PLT Utara

$$\begin{aligned}
 PLT &= \frac{LT \left(\frac{smp}{jam}\right)}{Total \left(\frac{smp}{jam}\right)} \\
 &= \frac{676,7}{4808,9} \\
 &= 0,14
 \end{aligned}$$

- o Rasio kendaraan berbelok PLT Selatan

$$\begin{aligned}
 \text{PLT} &= \frac{LT \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}}\right)}{\text{Total} \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}}\right)} \\
 &= \frac{841}{3809} \\
 &= 0,22
 \end{aligned}$$

- o Rasio kendaraan berbelok PLT Timur

$$\begin{aligned}
 \text{PLT} &= \frac{LT \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}}\right)}{\text{Total} \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}}\right)} \\
 &= \frac{1354,9}{1354,9} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

- o Rasio kendaraan berbelok PLT Barat

$$\begin{aligned}
 \text{PLT} &= \frac{LT \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}}\right)}{\text{Total} \left(\frac{\text{smp}}{\text{jam}}\right)} \\
 &= \frac{821,2}{821,2} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Data rasio kendaraan berbelok

Kode Pendekat	Arah	Rasio berbelok	
		PLT	PRT
U	LT/LTOR	0,14	
	RT		0,26
	Total	0,14	0,26
S	LT/LTOR	0,22	
	RT		0,10
	Total	0,22	
T	LT/LTOR	1,00	0,10
	RT		-
	Total	1,00	-
B	LT/LTOR	1,00	
	RT		-
	Total	1,00	-

(Sumber: Hasil Analisis Rasio Kendaraan berbelok

### **Arus jenuh (S)**

Ditentukan dengan mengalikan arus jenuh dasar ( $S_o$ ) dengan faktor koreksi/penyesuaian yaitu faktor penyesuaian ukuran kota (FCS), hambatan samping (FSF), penyesuaian kelandaian (FG), penyesuaian parkir (FP), factor penyesuaian belok kiri (FLT), factor penyesuaian belok kanan (FRT) .

- **Analisis arus jenuh arah Utara**

$$\begin{aligned} S_o &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 12,67 \\ &= 7.602 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Analisis arus jenuh arah Selatan**

$$\begin{aligned} S_o &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 14,34 \\ &= 8.604 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Analisis arus jenuh arah Timur**

$$\begin{aligned} S_o &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 5,72 \\ &= 3.432 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Analisis arus jenuh arah Barat**

$$\begin{aligned} S_o &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 10,59 \\ &= 6.354 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 3. Hasil Arus jenuh dasar

Kode pendekat	We	Lebar efektif (m). So
U	12,67	7.602
S	14,34	8.604
T	5,72	3.432
B	10,59	6.354

(Sumber: Hasil Analisis Arus jenuh dasar)

Tabel 4. Hasil Analisis Arus Jenuh

Kode Pendekat	Lebar Efektif (m). So	Arus Jenuh smp/jam Hijau							
		Nilai Dasar smp/jam Hijau So	Faktor-Faktor Penyesuaian						
			Semua Tipe Pendekat				Hanya Tipe P		
			Ukuran Kota (F CS)	Hambatan Saping (F SF)	Kelandaian (F G)	Parkir (F P)	Belok Kanan (F RT)	Belok Kiri (F LT)	S
U	7602	1	0,93	1	1	1	1	1	7069,86
S	8604	1	0,96	1	1	1	1	1	8259,84
T	3432	1	0,91	1	1	1	1	1	3123,12
B	6354	1	0,90	1	1	1	1	1	5718,6

(Sumber: Hasil Analisis Arus jenuh)

### Rasio Arus Jenuh

#### 1. Rasio Arus Jenuh (FR)

Rasio arus jenuh didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan antrian pada suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan.

##### o Analisis Rasio Jenuh (FR) Arah Utara

$$FR = Q / S$$

$$= 4808,9 / 7069,86$$

$$= 0,680$$

- **Analisis Rasio Jenuh (FR) Arah Selatan**

$$\begin{aligned} \text{FR} &= Q / S \\ &= 3809 / 8259,84 \\ &= 0,461 \end{aligned}$$

- **Analisis Rasio Jenuh (FR) Arah Timur**

$$\begin{aligned} \text{FR} &= Q / S \\ &= 1354,9 / 3123,12 \\ &= 0,434 \end{aligned}$$

- **Analisis Rasio Jenuh (FR) Arah Barat**

$$\begin{aligned} \text{FR} &= Q / S \\ &= 821,2 / 5718,6 \\ &= 0,144 \end{aligned}$$

## 2. Rasio Arus Sempang (IFR)

Rasio arus sempang merupakan jumlah dari rasio kritis (= tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam semua siklus.

- **Analisis Rasio Sempang (IFR) Utara**

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \text{FR} / \sum \text{FR}_{crit} \\ &= 0,680 / 1,719 \\ &= 0,396 \end{aligned}$$

- **Analisis Rasio Sempang (IFR) Selatan**

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \text{FR} / \sum \text{FR}_{crit} \\ &= 0,461 / 1,719 \\ &= 0,268 \end{aligned}$$

- **Analisis Rasio Simpang (IFR) Timur**

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \text{FR} / \sum \text{FR}_{\text{crit}} \\ &= 0,434 / 1,719 \\ &= 0,252 \end{aligned}$$

- **Analisis Rasio Simpang (IFR) Barat**

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \text{FR} / \sum \text{FR}_{\text{crit}} \\ &= 0,144 / 1,719 \\ &= 0,084 \end{aligned}$$

Tabel 6. Rasio Arus Jenuh

Kode pendekat	Nilai disesuaikan smp/jam hijau	Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus	Rasio fase PR = FRcrit
	S	Q	FR	IFR
U	7069,86	4808,9	0,680	0,396
S	8259,84	3809	0,461	0,268
T	3123,12	1354,9	0,434	0,252
B	5718,6	821,2	0,144	0,084

(Sumber: Hasil Analisis Arus jenuh)

### Kapasitas (C)

- **Analisis kapasitas (C) Arah Utara**

$$\begin{aligned} C &= S \times g / c \\ &= 7069,86 \times 55 / 128 \\ &= 3.038 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- **Analisis kapasitas (C) Arah Selatan**

$$\begin{aligned} C &= S \times g / c \\ &= 8259,84 \times 60 / 128 \\ &= 3.872 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Tabel 7. Hasil analisis Kapasitas

Kode pendekat	Nilai disesuaikan smp/jam hijau (S)	Waktu hijau (det) (g)	Waktu siklus penyesuaian (c)	Kapasitas (C)
U	7069,86	55	128	3038
S	8259,84	60	128	3872
T	3123,12	0	0	0
B	5718,6	0	0	0

(Sumber: Hasil Analisis Kapasitas)

**Derajat kejenuhan (DS).**

- **Menghitung Derajat kejenuhan (DS) Utara**

$$\begin{aligned}
 DS &= Q / C \\
 &= 1253,2 / 3038 \\
 &= 0,413
 \end{aligned}$$

- **Menghitung Derajat kejenuhan (DS) Selatan**

$$\begin{aligned}
 DS &= Q / C \\
 &= 2968 / 3872 \\
 &= 0,767
 \end{aligned}$$

Tabel 8. hasil analisis derajat kejenuhan

Kode pendekat	Arus lalu lintas Smp/jam (Q)	Kapasitas (Smp/jam) (C)	Derajat kejenuhan (DS)
U	1253,2	3038	0,413
S	2968	3872	0,767
T	0	0	0
B	0	0	0

(Sumber: Hasil Analisis Kapasitas)

## Panjang Antrian (QL)

- Jumlah kendaraan antri (NQ1) arah utara

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [DS-1] + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{C}}$$

$$NQ1 = 0,25 \times 3038 \times [0,413-1] + \sqrt{(0,413-1)^2 + \frac{8 \times (0,413-0,5)}{3038}}$$

$$= 1,553 \text{ Smp}$$

- Jumlah kendaraan antri (NQ1) arah Selatan

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [DS-1] + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{C}}$$

$$NQ1 = 0,25 \times 3872 \times [0,767-1] + \sqrt{(0,767-1)^2 + \frac{8 \times (0,767-0,5)}{3872}}$$

$$= 1,143 \text{ Smp}$$

Data hasil perhitungan derajat kejenuhan (DS), kemudian digunakan sebagai perhitungan jumlah antrian (NQ2) yaitu jumlah antrian kendaraan yang datang selama fase merah.

- Jumlah kendaraan antri (NQ2) arah Utara

$$NQ2 = C \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ2 = 128 \times \frac{1-0,43}{1-0,43 \times 0,413} \times \frac{1253,2}{3600}$$

$$NQ2 = 107,89 \text{ smp}$$

- Jumlah kendaraan antri (NQ2) arah Selatan

$$NQ2 = C \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ2 = 128 \times \frac{1-0,47}{1-0,47 \times 0,767} \times \frac{2968}{3600}$$

$$NQ2 = 137,58 \text{ smp}$$

Perhitungan NQtotal kondisi eksisting diambil pada pendekatan bagian barat dengan persamaan:

- **Total NQ1 dan NQ2 arah Utara**

$$\begin{aligned} \text{NQtotal} &= \text{NQ1} + \text{NQ2} \\ &= 1,553 + 107,89 \\ &= 109,433 \text{ Smp} \end{aligned}$$

Grafik penentuan nilai  $\text{NQ}_{\text{max}}$  dengan  $\text{P}_{\text{OL}}=5\%$  dan nilai NQ 109,433 Sehingga diperoleh  $\text{NQ}_{\text{max}} = 80$  dan diketahui  $W_{\text{masuk}} = 12,67$

$$\text{QL} = \frac{\text{NQ}_{\text{max}} \times 20}{W_{\text{masuk}}}$$

$$\text{QL} = \frac{80 \times 20}{12,67}$$

$$\text{QL} = 126$$

- **Total NQ1 dan NQ2 arah Selatan**

$$\begin{aligned} \text{NQtotal} &= \text{NQ1} + \text{NQ2} \\ &= 1,143 + 137,58 \\ &= 138,723 \text{ Smp} \end{aligned}$$

Grafik penentuan nilai  $\text{NQ}_{\text{max}}$  dengan  $\text{P}_{\text{OL}}=5\%$  dan nilai NQ 138,723 Sehingga diperoleh  $\text{NQ}_{\text{max}} = 80$ , dan diketahui  $W_{\text{masuk}} = 14,34$

$$\text{QL} = \frac{\text{NQ}_{\text{max}} \times 20}{W_{\text{masuk}}}$$

$$\text{QL} = \frac{80 \times 20}{14,34}$$

$$\text{QL} = 112$$

## **Tundaan (D)**

Perhitungan tundaan terbagi menjadi dua yaitu tundaan lalu lintas rata-rata (DT) dan tundaan geometri (DG).

### a. Arah Utara

- Menghitung rasio kendaraan stop/smp (NS)

Diketahui :

$$\text{NQ} = 109,433 \text{ smp}$$

$$\text{Q} = 1253,2 \text{ smp/jam}$$

$$C = 128 \text{ det}$$

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

$$NS = 0,9 \times \frac{109,433}{1253,2 \times 128} \times 3600$$

$$= 2,21 \text{ smp}$$

- Jumlah kendaraan terhenti (NSV)

$$NSV = NS \times Q$$

$$= 2,21 \times 1253,2$$

$$= 2769,57 \text{ smp/jam}$$

- Tundaan lalulintas rata-rata (DT)

Diketahui :

$$c = 128 \text{ det}$$

$$NQ_1 = 1,553 \text{ smp}$$

$$C = 3038$$

$$GR = 0,43$$

$$DS = 0,413$$

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

$$= 128 \times \frac{0,5 \times (1-0,43)^2}{(1-0,43 \times 0,413)} + \frac{1,553 \times 3600}{3038}$$

$$= 90,56$$

- Tundaan Geometri (DG)

Diketahui:

$$NS = 2,21$$

$$PRT = 0,26$$

$$DG = (1-NS) \times PRT \times 6 + (NS \times 4)$$

$$= (1 - 2,21) \times 0,26 \times 6 + (2,21 \times 4)$$

$$= 6,9 \text{ det/smp}$$

- Tundaan rata-rata

$$\begin{aligned} D &= DT + DG \\ &= 90,56 + 6,9 \\ &= 97,46 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

- Tundaan total

$$\begin{aligned} D_{\text{tot}} &= D \times Q \\ D_{\text{tot}} &= 97,46 \times 1253,2 \\ D_{\text{tot}} &= 122.137 \text{ smp/det} \end{aligned}$$

b. Arah Selatan

- Menghitung rasio kendaraan stop (NS)

Diketahui :

$$NQ = 138,723 \text{ smp}$$

$$Q = 2968 \text{ smp/jam}$$

$$c = 128 \text{ det}$$

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times \frac{138,723}{2968 \times 128} \times 3600 \\ &= 1,18 \text{ smp} \end{aligned}$$

- Jumlah kendaraan terhenti (NSV)

$$\begin{aligned} NSV &= NS \times Q \\ &= 1,18 \times 2968 \\ &= 3.502,24 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- Tundaan lalulintas rata-rata (DT)

Diketahui :

$$c = 128 \text{ det}$$

$$NQ_1 = 1,143 \text{ smp}$$

$$C = 3872$$

$$GR = 0,47$$

$$DS = 0,767$$

$$\begin{aligned}
 DT &= c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \\
 &= 128 \times \frac{0,5 \times (1-0,47)^2}{(1-0,47 \times 0,767)} + \frac{1,143 \times 3600}{3872} \\
 &= 112,73 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

- Tundaan Geometri (DG)

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 NS &= 1,18 \\
 PRT &= 0,10 \\
 DG &= (1-NS) \times PRT \times 6 + (NS \times 4) \\
 &= (1 - 1,18) \times 0,10 \times 6 + (1,18 \times 4) \\
 &= 4,6 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

- Tundaan rata-rata

$$\begin{aligned}
 D &= DT + DG \\
 &= 112,73 + 4,6 \\
 &= 117,33 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

- Tundaan total

$$\begin{aligned}
 Dt_{\text{tot}} &= D \times Q \\
 Dt_{\text{tot}} &= 117,33 \times 2968 \\
 Dt_{\text{tot}} &= 348.235 \text{ smp/det}
 \end{aligned}$$

Tabel 9. Hasil Analisis Tundaan

Kode pendekat	Tundaan				D rata-rata
	Tundaan lalulintas rata-rata det/smp	Tundaan geometik rata-rata det/smp	Tundaan rata-rata det/smp D	Tundaan total smp.det	
	DT	DG	DT + DG	D x Q	
U	90,56	6,9	97,46	122.137	107,40
S	112,73	4,6	117,33	348.235	
Tingkat Pelayanan Simpang					F

(Sumber: Hasil Analisis Tundaan)

