

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL
MENGUNAKAN SOFTWARE PTV VISSIM 22
(STUDI KASUS: SIMPANG EMPAT PAAL 10 KOTA
JAMBI)**

SKRIPSI



PRADANA ALIMUKTI

M1C117018

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA, LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2022

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL
MENGUNAKAN SOFTWARE PTV VISSIM 22
(STUDI KASUS: SIMPANG EMPAT PAAL 10 KOTA
JAMBI)**

S K R I P S I

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian dalam rangka
penulisan Skripsi pada Program Studi Teknik Sipil



PRADANA ALIMUKTI

M1C117018

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA, LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2022

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN
SOFTWARE PTV VISSIM 22
(STUDI KASUS: SIMPANG EMPAT PAAL 10 KOTA JAMBI)**

Ade Nurdin¹, Fetty Febriasti Bahar², Pradana Alimukti³

¹Pembimbing Utama dan ²Pembimbing Pendamping

³Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil. Jurusan Teknik Sipil, Kimia dan Lingkungan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Jambi

Abstrak: Simpang empat Paal 10 (Jalan Lintas Sumatera, Jalan Lingkar Selatan, dan Jalan Lingkar Barat 1) merupakan salah satu simpang bersinyal yang ada di Kota Jambi. Simpang empat Paal 10 ini juga merupakan titik penghubung jalan lintas antar provinsi. Baik dari Provinsi Palembang menuju Provinsi Jambi ataupun sebaliknya. Simpang ini juga termasuk dalam rute perjalanan angkutan batu bara. Hal ini mengakibatkan tingginya volume lalu lintas di simpang empat Paal 10 ini sehingga menyebabkan peningkatan kepadatan. Sehingga peneliti melakukan penelitian guna menganalisis kinerja simpang serta melakukan pemodelan lalu lintas melalui *software PTV Vissim 22* untuk mengetahui tingkat pelayanan kinerja simpang serta menganalisis beberapa skenario simulasi untuk memperoleh hasil kinerja terbaik. Berdasarkan hasil analisis diperoleh derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada pendekat Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) sebesar 1,218. Pendekat Jl. Lingkar Selatan sebesar 1,109. Pendekat Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru) sebesar 1,026. Pendekat Jl. Lingkar Barat 1 sebesar 0,363. Dilanjutkan dengan simulasi pada simpang dengan melakukan perubahan waktu siklus lampu lalu lintas sehingga diperoleh derajat kejenuhan pada Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) sebesar 0,893. Pendekat Jl. Lingkar Selatan sebesar 0,890. Pendekat Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru) sebesar 0,876. Pendekat Jl. Lingkar Barat 1 sebesar 0,882.

Kata kunci: simpang bersinyal, kinerja simpang, optimasi simpang, *vissim*

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul **ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN SOFTWARE PTV VISSIM 22 (STUDI KASUS: SIMPANG EMPAT PAAL 10 KOTA JAMBI)** yang disusun oleh **PRADANA ALIMUKTI, NIM : M1C117018** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 15 November 2023 dan dinyatakan Lulus.

Susunan Tim Penguji

Ketua : Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T.
Sekretaris : Dr. Ir. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T.
Anggota : 1. Ir. Dyah Kumala Sari, S.T., M.T.
2. Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T.
3. Dr. Drs. Harmes, M.T.

Disetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T.
NIP. 198403032019031012

Dr. Ir. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T.
NIK. 201706112010

Diketahui:

Dekan

Ketua Jurusan

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004

Prof. Dr. Drs. Naswir, M.Si.
NIP. 196605031991021001

RIWAYAT HIDUP



Pradana Alimukti adalah nama penulis laporan tugas akhir ini. Penulis, lahir di Tanah Merah pada tanggal 24 Agustus 1999. Penulis dilahirkan dari pasangan Bapak Mukhlis dan Ibu Eti Marila Piana sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis memulai Pendidikan di MI YPI 02 Tanah Merah pada tahun 2005 dan lulus pada tahun 2011. Kemudian melanjutkan Pendidikan di SMPN 1 Atap 12 Sarolangun pada tahun 2011 dan lulus pada tahun 2014. Kemudian melanjutkan Pendidikan di MAN Insan Cendekia Jambi pada tahun 2014 dan lulus pada tahun 2017. Selanjutnya penulis melanjutkan jenjang Pendidikan di perguruan tinggi sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi pada tahun 2017 dengan masuk melalui jalur SBMPTN.

Penulis selama menjadi mahasiswa aktif diberbagai bidang kegiatan kemahasiswaan baik dibidang akademik dan non-akademik. Penulis aktif pada kegiatan keorganisasian yang ada di Universitas Jambi. Organisasi yang penulis ikuti yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Jambi (HIMATESI UNJA) dan pernah menjadi wakil ketua Dewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas Teknik pada periode 2019-2020. Organisasi luar Universitas Jambi yang penulis ikuti yaitu Forum Komunikasi Mahasiswa Teknik Sipil (FKMTSI) dan pernah menjadi peserta Temu Wicara Nasional (TWNAS) yang ke-30 pada tahun 2019. Penulis juga pernah menjadi ketua pelaksana kegiatan CIVIL FEST HIMATESI UNJA Tahun 2020. Selain itu, penulis juga pernah lolos pendanaan sebagai penerima hibah PHP2D Universitas Jambi pada tahun akademik 2020/2021 serta aktif dalam beberapa kegiatan seperti Seminar Nasional, Asesmen Sertifikat Kompetensi Kerja, Turnamen Futsal, dan Turnamen Voli.

Penulis mengakhiri masa studi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi dengan telah menyelesaikan kerja Praktek atau Magang di PT. Perentjana Djaja, pada Proyek Bank 9 Jambi. Selanjutnya penulis Menyusun Tugas Akhir atau Skripsi dengan Judul **“ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN SOFTWARE PTV VISSIM 22 (STUDI KASUS: SIMPANG EMPAT PAAL 10 KOTA JAMBI)”** yang dibimbing oleh Bapak Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Dr. Ir. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Pendamping. Semoga Tugas Akhir dan Skripsi yang disusun oleh penulis dapat memberi manfaat bagi semua pihak. Akhir kata Penulis mengucapkan terima kasih.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji dan Syukur atas kehadiran Allah Subhanahu WaTa'ala yang selalu senantiasa melimpahkan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir atau Skripsi dengan Judul **“ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL MENGGUNAKAN SOFTWARE PTV VISSIM 22 (STUDI KASUS: SIMPANG EMPAT PAAL 10 KOTA JAMBI)”**. Sholawat beserta salam dicurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya di hari akhir.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Pada saat penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, terkhususnya penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Kedua Orang Tua Tercinta dan tersayang yaitu Bapak Mukhlis dan Ibu Eti Marila Piana, yang selalu mendo'akan, memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan segala sesuatu selama ini di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.
2. Bapak Prof. Drs. H. Sutrisno, M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Jambi.
3. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.
4. Bapak Prof. Dr. Drs. Naswir, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Kimia dan Lingkungan.
5. Bapak Ir. Ade Nurdin, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing 1.
6. Ibu Dr. Ir. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T. selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing 2.
7. Ibu Ir. Dyah Kumala Sari, S.T., M.T. selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Penguji 1.
8. Ibu Ir. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Penguji 2.
9. Bapak Dr. Drs. Harmes, M.T. selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Dosen Penguji 3.
10. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

11. Adik-adik saya yaitu Hamdani Alimukti dan Az-Zahra Listi yang secara tidak langsung memberikan dorongan dan dukungan selama masa perkuliahan.
12. Serta semua teman-teman yang telah banyak mendukung serta membantu selama proses penelitian

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir atau Skripsi ini masih terdapat kekurangan. Segala saran dan kritikan yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir atau Skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan pengetahuan dan teknologi serta bermanfaat bagi pembaca.

Jambi, 15 November 2023

Pradana Alimukti

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RIWAYAT HIDUP	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Keaslian Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Pengertian Jalan.....	10
2.2 Pengertian Persimpangan	10
2.3 Jenis-jenis Simpang.....	11
2.4 Kinerja Simpang Bersinyal.....	12
2.5 Rasio Arus dan Arus Jenuh	21
2.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau.....	21
2.7 Kapasitas.....	22
2.8 Derajat Kejenuhan.....	23
2.9 Perilaku Lalu Lintas.....	23
2.10 Volume Lalu Lintas.....	27
2.11 Kecepatan.....	27
2.12 Tingkat Pelayanan Jalan	27
2.13 PTV Vissim	29
III. METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	34
3.2 Variabel Penelitian.....	34
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	35
3.4 Peralatan Penelitian.....	37
3.5 Metode Penelitian	37
3.6 Rencana Bagan Alir Penelitian	44
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Geometrik Simpang	45

4.2	Kondisi Siklus Lampu Lalu Lintas.....	46
4.3	Jenis dan Dimensi Kendaraan	46
4.4	Volume Lalu Lintas	47
4.5	Kecepatan Kendaraan	49
4.6	Permodelan Simulasi Persimpangan	52
4.7	Kalibrasi Permodelan Simulasi.....	52
4.8	Validasi Permodelan Simulasi	55
4.9	Analisis Kinerja Mikrosimulasi pada Kondisi Eksisting	57
4.10	Analisis Kinerja Mikrosimulasi pada Kondisi Permodelan.....	58
4.11	Hasil Perbandingan Eksisting dan Permodelan	60
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2.1	Konflik-Konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal dengan Empat Lengan	13
2.2	Penentuan Tipe Pendekat	15
2.3	Pendekat Dengan dan Tanpa Pulau Lalu Lintas	16
2.4	Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (FG)	20
2.5	Perhitungan Jumlah Antrian (NQ_{MAX}) dalam SMP	24
2.6	Penetapan Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT)	26
3.1	Lokasi Penelitian	34
3.2	Lokasi Surveyor.....	36
3.3	<i>Background and Scale</i>	39
3.4	Jaringan Jalan (<i>Link and Connector</i>).....	39
3.5	Rute Perjalanan (<i>Vehicle Routes</i>).....	40
3.6	Jenis Kendaraan (<i>Vehicle Types</i>).....	40
3.7	<i>Vehicle Input</i>	41
3.8	<i>Desired Speed Distribution</i>	41
3.9	Konrol Lampu Lalu Lintas (<i>Signal Controllers</i>).....	42
3.10	Perilaku Pengendara (<i>Driving Behavior</i>).....	42
3.11	<i>Nodes Area</i>	43
3.12	Hasil (<i>Output</i>)	43
4.1	Kondisi Geometrik Simpang	45
4.2	Volume lalu lintas hari Minggu, 15 Januari 2023	48
4.3	Volume lalu lintas hari Senin, 16 Januari 2023.....	48
4.4	Volume lalu lintas hari Senin pukul 10.00 – 11.00	49
4.5	Kecepatan kendaraan Jl. Lingkar Barat 1	50
4.6	Kecepatan kendaraan Jl. Lintas Sumatera (arah Kota Baru)	50
4.7	Kecepatan kendaraan Jl. Lingkar Selatan.....	51
4.8	Kecepatan kendaraan Jl. Lintas Sumatera (arah Palembang).....	51
4.9	Belum Terkalibrasi (Jarak Antar Kendaraan Teratur).....	54
4.10	Terkalibrasi (Jarak Antar Kendaraan Tidak Teratur)	54
4.11	Perbandingan Konstanta A kondisi eksisting dengan alternatif Jl. Lingkar Barat 1 (SR).....	63

DAFTAR TABEL

Tabel

1.1	Penelitian Terdahulu	4
2.1	Nilai EMP untuk Jenis Kendaraan Berdasarkan Pendekat	13
2.2	Nilai Normal Waktu Antar Hijau	14
2.3	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	18
2.4	Kelas Ukuran Kota (CS)	18
2.5	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)	19
2.6	Waktu Siklus yang Disarankan	22
2.7	Tingkat Pelayanan Jalan	27
2.8	Kesimpulan dari Hasil Perhitungan Rumus Statistik GEH	33
4.1	Kondisi Geometrik Simpang Empat Paal 10	45
4.2	Waktu Sinyal Simpang Empat Paal 10	46
4.3	Jenis dan Dimensi Kendaraan	47
4.4	Nilai Kalibrasi pada Simpang	52
4.5	Hasil Kalibrasi dengan Uji <i>Geoffrey E. Havers</i> pada Volume Lalu Lintas ..	53
4.6	Hasil Validasi dengan Uji <i>Chi-square</i> pada Panjang Antrian Kendaraan ..	55
4.7	Tabel Chi-Square	56
4.8	Hasil Analisis Kondisi Eksisting Pada Hari Senin 16 Januari 2023	57
4.9	Waktu Siklus Kondisi Eksisting	59
4.10	Waktu Siklus Alternatif 1	60
4.11	Waktu Siklus Alternatif 2	60
4.12	Output Hasil Simulasi pada masing-masing alternatif	60
4.13	Tingkat Pelayanan Jalan	63

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana bagi kelancaran lalu lintas nasional maupun daerah. Makin meningkatnya kegiatan penduduk suatu daerah, maka makin meningkat pula pergerakan manusia, barang dan jasa sehingga kebutuhan akan jasa transportasi akan meningkat pula. Ruang lingkup permasalahan transportasi mencakup beberapa hal, salah satunya adalah kebutuhan akan pergerakan. Kebutuhan akan pergerakan terjadi karena adanya kebutuhan untuk mencapai tempat-tempat pekerjaan, pendidikan, dan lainnya. Kegagalan untuk memenuhi kebutuhan akan pergerakan ini akan mengakibatkan kemacetan, tundaan, atau bahkan terjadinya kecelakaan. (Marissa Ulfah, 2017)

Persimpangan jalan adalah daerah atau tempat dimana dua atau lebih jalan raya bertemu atau berpotongan, termasuk fasilitas jalan dan sisi jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah itu. Persimpangan merupakan bagian penting dari jalan raya karena sebageian besar efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan persimpangan. Persimpangan menjadi salah satu tempat terjadinya titik konflik lalu lintas, sehingga kinerja simpang dapat menjadi faktor utama dalam menentukan penanganan yang paling tepat untuk mengoptimalkan fungsi simpang.

Simpang empat Paal 10 (Jalan Lintas Sumatera, Jalan Lingkar Selatan, dan Jalan Lingkar Barat 1) merupakan salah satu simpang bersinyal yang ada di Kota Jambi. Simpang empat Paal 10 ini juga merupakan titik penghubung jalan lintas antar provinsi. Baik dari Provinsi Palembang menuju Provinsi Jambi ataupun sebaliknya. Dan juga simpang ini termasuk dalam rute perjalanan angkutan batu bara. Dalam beberapa bulan terakhir, operasional angkutan batu bara menyebabkan permasalahan dalam bidang transportasi di Provinsi Jambi. Seperti yang dikatakan oleh Kepala Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jambi bahwa dahulu sopir angkutan batu bara dapat mengantarkan komoditas itu dari mulut tambang ke pelabuhan bongkar yang terletak di kawasan Talang Duku dalam waktu hanya sehari. Namun saat ini membutuhkan waktu satu sampai dua hari. Jadi otomatis untuk memenuhi target memang sulit bagi mereka (sopir angkutan), karena hambatan berada di angkutannya (Antara, 2022). Oleh karena itu, angkutan batu bara memiliki pengaruh besar dalam operasional jalan. Hal ini mengakibatkan tingginya

volume lalu lintas di simpang empat Paal 10 ini sehingga menyebabkan peningkatan kepadatan.

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan analisis terhadap simpang empat Paal 10 tersebut. Dalam penelitian ini, digunakan simulasi lalu lintas secara mikroskopik dengan *software Vissim*. Setelah simulasi ini dilakukan, nantinya akan dibandingkan antara hasil simulasi dengan hasil pengamatan langsung di lapangan untuk melihat apakah ada perbedaan yang signifikan. Sehingga dari hasil yang diperoleh, dapat diketahui kinerja simpang eksisting dan dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan rekomendasi-rekomendasi yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja simpang di masa mendatang.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan *Software PTV Vissim 22* (Studi Kasus: Simpang Empat Paal 10 Kota Jambi)”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja lalu lintas simulasi kondisi eksisting pada simpang bersinyal Jl. Lintas Sumatera - Jl. Lingkar Selatan - Jl. Lingkar Barat 1 dengan menggunakan *software Vissim 22*?
2. Bagaimana kinerja lalu lintas hasil permodelan pada simpang bersinyal Jl. Lintas Sumatera - Jl. Lingkar Selatan - Jl. Lingkar Barat 1 dengan menggunakan *software Vissim 22*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun fokus tujuan yang akan dicapai dalam laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja lalu lintas simulasi kondisi eksisting pada simpang bersinyal Jl. Lintas Sumatera - Jl. Lingkar Selatan - Jl. Lingkar Barat 1 dengan menggunakan *software Vissim 22*.
2. Menganalisis optimalisasi kinerja lalu lintas pada simpang bersinyal Jl. Lintas Sumatera - Jl. Lingkar Selatan - Jl. Lingkar Barat 1 dengan menggunakan *software Vissim 22*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja simpang bersinyal setelah disimulasikan dengan *software* mikro-simulasi.
2. Menjadi masukan dan bahan pertimbangan bagi Pemerintah dan Dinas Perhubungan Kota Jambi dalam mengeluarkan kebijakan yang terkait dengan hasil penelitian ini, guna menghasilkan kinerja lalu lintas yang lebih baik pada simpang bersinyal Jl. Lintas Sumatera - Jl. Lingkar Selatan - Jl. Lingkar Barat 1 pada khususnya dan Kota Jambi pada umumnya.

1.5 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, ditetapkan beberapa batasan terhadap tinjauan yang dilakukan agar tidak menyimpang dari tujuan yang akan dicapai. Adapun batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada simpang bersinyal Jl. Lintas Sumatera - Jl. Lingkar Selatan - Jl. Lingkar Barat 1.
2. Analisis data menggunakan data primer yaitu berupa data yang diperoleh saat survei volume lalu lintas pada simpang bersinyal tersebut.
3. Jenis kendaraan yang dianalisis pada penelitian ini yaitu kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor.
4. Survei lalu lintas dilakukan pada jam 07.00 – 17.00 WIB.
5. Kinerja simpang bersinyal dianalisis dengan menggunakan *software PTV Vissim 22*.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Fransisca Aria Nindita yaitu Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan *Software Vissim* (Studi Kasus: Simpang Ngabean Yogyakarta). Sedangkan penelitian ini mengenai Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan *Software PTV Vissim 22* (Studi Kasus: Simpang Empat Paal 10) dimana pada lokasi tersebut belum pernah diteliti sebelumnya, kemudian pada penelitian ini volume kendaraan dihitung berdasarkan jenis kendaraan yakni, kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC) dan kendaraan tidak bermesin (UM). Persamaan dari penelitian ini adalah menganalisis kinerja dari simpang bersinyal untuk dapat diolah data nya melalui *software PTV Vissim* guna melihat tundaan antrian akibat kemacetan dan tingkat kemacetan.

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul penelitian	Metode penelitian	Tujuan penelitian	Hasil Penelitian
1.	Fransisca Aria Nindita (2020)	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan <i>Software Vissim</i> (Studi Kasus: Simpang Ngabean Yogyakarta).	Metode pengambilan data yakni survei langsung di lapangan. Metode analisis data yakni menggunakan metode MKJI 1997 dan <i>PTV Vissim</i> .	Tujuan penelitian ini ialah untuk mengevaluasi kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting kemudian menganalisis beberapa skenario optimasi alat pengendali sinyal dengan menggunakan program mikrosimulasi lalu lintas untuk memperoleh hasil optimasi pengendali sinyal terbaik.	Hasil dari penelitian ini adalah kondisi <i>eksisting</i> dengan <i>Vissim</i> memenuhi syarat, berarti permodelan sudah mendekati dengan kondisi di lapangan. Analisis tundaan pada kondisi <i>eksisting</i> masih cukup besar, sehingga perlu dilakukan manajemen lalu lintas untuk meningkatkan pelayanan simpang. Alternatif I: menurut perhitungan MKJI 1997, tundaan simpang didapatkan 173,78 detik dengan tingkat pelayanan F. Alternatif II: menurut perhitungan MKJI 1997, tundaan simpang didapatkan 77,6 detik dengan tingkat pelayanan F. Alternatif III:

menurut perhitungan MKJI 1997, tundaan simpang didapatkan 38,38 detik dengan tingkat pelayanan D. Dari ketiga alternatif tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa alternatif III dapat mengoptimalkan kinerja simpang bersinyal dengan meningkatkan pelayanan simpang yang pada kondisi eksisting dengan tingkat pelayanan F menjadi D.

2.	Muhammad Rahmat Muslim (2018)	Analisis Simpang Haji Bau - Cendrawasih - Arif Rate Di Makassar	Kinerja Bersinyal - Jl. Di	Metode pengambilan data yakni survei langsung di lapangan. Metode analisis data yakni menggunakan metode MKJI 1997 dan <i>PTV Vissim</i> .	Tujuan penelitian ini ialah untuk mengevaluasi kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting kemudian menganalisis beberapa skenario optimasi alat	Hasil dari penelitian ini ialah pada jam sibuk sore diperoleh panjang antrian pada pendekat Arif Rate yaitu 62,50 m, pendekat Haji Bau yaitu 17,25 m, dan pendekat Cendrawasih yaitu 14,41 m. Sedangkan untuk nilai tundaan pada pendekat
----	-------------------------------	---	----------------------------	--	---	---

pengendali sinyal dengan menggunakan program mikrosimulasi lalu lintas untuk memperoleh hasil optimasi pengendali sinyal terbaik.	Cendrawasih memiliki waktu tundaan yang paling besar yaitu 15,97 detik/kendaraan, pendekat Haji Bau yaitu 13,67 detik/kendaraan, dan pendekat Arif Rate yaitu 12,28 detik/kendaraan. Diperoleh alternatif terbaik adalah alternatif kedua dengan persentase penurunan panjang antrian pada pendekat Cendrawasih; Haji Bau; dan Arif Rate secara berturut-turut sebesar -48%; - 22%; dan -76%. Alternatif kedua juga menghasilkan persentase penurunan tundaan pada pendekat Cendrawasih; Haji Bau; dan Arif Rate secara berturut-turut sebesar -51%; -5%; dan -50%.
---	---

3. Marissa Ulfah (2017)	Mikrosimulasi Lalu Lintas Pada Simpang Tiga Dengan <i>Software Vissim</i> (Studi Kasus: Simpang Jalan A.P.Pettarani – Jalan Let.Jend.Hertasning – Jalan Rappocini Raya)	Metode pengambilan data yakni survei langsung di lapangan. Metode analisis data yakni mikrosimulasi menggunakan <i>software vissim</i> , dengan melakukan kalibrasi, validasi model simpang secara trial dan error, mempertimbangkan perilaku pengemudi, melakukan uji GEH terhadap volume kendaraan, serta uji <i>chi-square</i> terhadap panjang antrian kendaraan.	Tujuan penelitian ini ialah untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting kemudian mensimulasikan kondisi arus lalu lintas pada simpang dengan perilaku pengemudi serta mengoptimasi fase lalu lintas dan waktu siklus APILL simpang bersinyal menggunakan <i>software vissim</i> .	Hasil dari penelitian ini adalah diketahui parameter kalibrasi tiap periode dipengaruhi oleh faktor volume kendaraan, jam puncak dan tidak puncak masing-masing pendekat. Hasil analisis berupa panjang antrian terbesar terjadi pada pendekat Jl. A.P. Pettarani selatan jalur lambat sebesar 351,33 m, dan jalur cepat sebesar 327,32 m. Dilanjutkan dengan alternatif lalu lintas pada simpang dengan melakukan perubahan waktu siklus lampu lalu lintas agar dapat menghasilkan kinerja simpang yang lebih baik.
-------------------------	---	---	---	--

4. Zulfikar Akbar Wahyu Widodo (2020)	AI Analisis Kinerja Bersinyal Menggunakan Software PTV Vissim (Studi Kasus: Simpang Menukan, Yogyakarta).	Metode pengambilan data yakni survei langsung di lapangan. Metode analisis data yakni menggunakan metode MKJI 1997 dan PTV Vissim 9.	Tujuan penelitian ini ialah untuk menganalisis kinerja simpang untuk mengetahui tingkat kualitas pelayanan simpang pada kondisi eksisting dan memberikan alternatif solusi untuk meningkatkan kualitas pelayanan pada simpang tersebut.	Hasil dari penelitian ini adalah nilai tundaan rata-rata sebesar 129,91 detik dan LOS berupa F pada kondisi eksisting. Pada skenario 1 nilai tundaan rata-rata sebesar 79,62 detik dan LOS berupa E sebagai hasil merubah urutan fase pada waktu siklus. Pada skenario 2 nilai tundaan rata-rata sebesar 129,45 detik dan LOS berupa F, dilakukan dengan merubah geometrik jalan pada ruas Jalan Parangtritis. Pada skenario 3 nilai tundaan rata-rata sebesar 92,84 detik dan LOS berupa F, dilakukan dengan memberlakukan jalan satu arah. Berdasarkan hasil analisis pemodelan tersebut maka dapat disimpulkan
---------------------------------------	---	--	---	---

skenario 1 sebagai alternatif solusi terbaik untuk meningkatkan kualitas pelayanan pada Simpang Menukan Yogyakarta.

(Sumber: Peneliti Terdahulu, 2022)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Jalan secara umum adalah suatu lintasan yang menghubungkan lalu lintas antar suatu daerah dengan daerah lainnya, baik itu barang maupun manusia. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, serta kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, maka jalan sedikit demi sedikit meningkat yang lebih baik, dengan menggunakan konstruksi perkerasan jalan sebagai penguat.

Menurut UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, definisi jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap, dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api dan jalan kabel. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.

2.2 Pengertian Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan yang merupakan tempat titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih. Karena merupakan tempat terjadinya konflik dan kemacetan untuk itu maka perlu dilakukan pengaturan dan pemodelan pada daerah simpang ini guna menghindari dan meminimalisir terjadinya konflik dan beberapa permasalahan yang mungkin timbul dipersimpangan. Di daerah perkotaan biasanya banyak memiliki simpang, dimana pengemudi harus memutuskan untuk berjalan lurus atau berbelok dan pindah jalan untuk mencapai satu tujuan.

Persimpangan merupakan bagian penting dari jalan perkotaan, sebab sebagian besar dari efisiensi, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas pada perencanaan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih lengan persimpangan (*approach*) dan mencakup juga pergerakan perputaran. Pergerakan lalu lintas ini dikendalikan dengan berbagai cara tergantung pada jalan persimpangannya. Tujuan utama dari perencanaan persimpangan adalah mengurangi kemungkinan terjadinya tubrukan antara kendaraan bermotor, pejalan kaki, kenyamanan dan ketenangan terhadap pemakai jalan yang memakai persimpangan.

Beberapa pengertian dasar tentang kapasitas persimpangan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kapasitas (*Capacity*)
2. Arus jenuh (*Saturation flow*)
3. Kinerja lalu lintas (*Traffic performance*)

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan di mana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan bergerak secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya.

2.3 Jenis-jenis Simpang

Persimpangan dibuat dengan tujuan untuk mengurangi potensi konflik diantara kendaraan (termasuk pejalan kaki) sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan (Khisty dan Lall, 2005). Untuk itu, dikelompokkanlah simpang menjadi 2 (dua) jenis persimpangan menurut Harianto (2004), yaitu persimpangan sebidang dan tidak sebidang.

1. Persimpangan Sebidang

Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan yang masuk ke persimpangan mengarahkan lalu-lintas masuk ke jalur yang berlawanan dengan lalu-lintas lainnya, seperti persimpangan pada jalan-jalan di kota. Persimpangan ini memiliki ketinggian atau elevasi yang sama. Pertemuan jalan sebidang ada 4 (empat) macam, yaitu:

- a. Pertemuan atau persimpangan bercabang 3 (tiga)
- b. Pertemuan atau persimpangan bercabang 4 (empat)
- c. Pertemuan atau persimpangan bercabang banyak
- d. Bundaran (rotary intersection)

2. Persimpangan Tidak Sebidang

Persimpangan tak sebidang adalah persimpangan dimana jalan raya yang menuju ke persimpangan ditempatkan pada ketinggian yang berbeda. Pertemuan atau persimpangan jalan tidak sebidang, merupakan persimpangan dimana dua ruas jalan atau lebih saling bertemu tidak dalam satu bidang tetapi salah satu ruas berada di atas atau di bawah ruas jalan yang lain.

Menurut Morlok (1988), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

1. Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati

simpang tersebut sehingga simpang tanpa sinyal biasa menimbulkan antrian panjang antar kendaraan karena tidak adanya kendaraan yang mau mengalah simpang tanpa sinyal biasanya hanya memiliki tiga kaki walupun memiliki empat tapi arus lalu lintas yang melewati simpang tersebut masih kurang.

2. Simpang Bersinyal

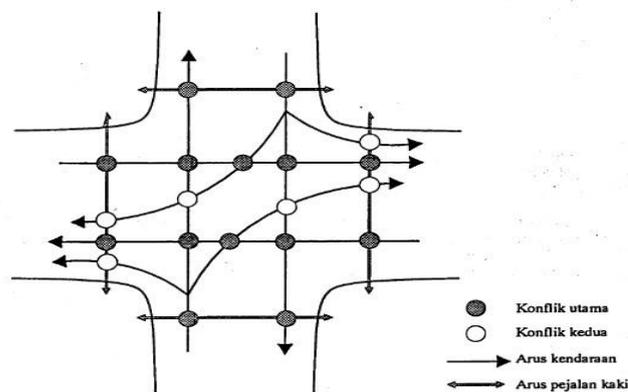
Simpang bersinyal yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya. simpang bersinyal sangat banyak digunakan pada jaringan jalan sehingga perlu dipertimbangkan kinerja jaringan jalan akibat simpang bersinyal tersebut karena seringnya terjadinya pertemuan menyilang antar jaringan jalan (*intercection*).

2.4 Kinerja Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal (*signalised intersection*) adalah persimpangan jalan yang pergerakan atau arus lalu lintas dari setiap pendekatnya diatur oleh lampu sinyal untuk melewati persimpangan secara bergilir. Karakteristik simpang bersinyal diterapkan dengan maksud sebagai berikut:

- Menghindari terjadinya kemacetan pada simpang yang disebabkan oleh adanya konflik arus lalu lintas yang dapat dilakukan menjaga kapasitas yang tertentu selama kondisi lalu lintas puncak.
- Memberi kesempatan kepada kendaraan lain dan atau pejalan kaki dari jalan simpang yang lebih kecil untuk memotong jalan utama.
- Mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat pertemuan kendaraan yang berlawanan arah atau konflik.

Konflik-konflik yang terjadi pada simpang bersinyal dapat dilihat seperti pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Konflik-Konflik Utama dan Kedua pada Simpang Bersinyal dengan Empat Lengan

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Geometrik Simpang

Perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok-kanan dan/atau belok-kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau-pulau lalu lintas dalam pendekat.

Untuk masing-masing pendekat atau sub-pendekat lebar efektif (W_c) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah dari bagian masuk dan keluar suatu simpang dan distribusi dari gerakan-gerakan membelok.

Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas (Q) pada setiap gerakan (belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} , dan belok kanan Q_{RT}) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing - masing pendekat. Nilai terlindung dan terlawan emp tiap jenis kendaraan berdasarkan pendekatnya dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Nilai EMP untuk Jenis Kendaraan Berdasarkan Pendekat

Tipe kendaraan	EMP	
	Pendekat terlindung	Pendekat terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1.0	1.0
Kendaraan Berat (HV)	1.3	1.3
Sepeda Motor (MC)	0.2	0.4

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Dalam menganalisa operasional dan perencanaan, diperlukan untuk membuat suatu perhitungan rinciwaktu antar hijau untuk waktu pengosongan dan waktu hilang. Pada analisa yang dilakukan bagi keperluan perancangan, waktu antar hijau dapat dianggap sebagai nilai normal.

Tabel 2.2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu antar hijau
Kecil	6 - 9 m	4 det per fase
Sedang	10 - 14 m	5 det per fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 det per fase

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Waktu antar hijau didefinisikan sebagai waktu antara hijau suatu fase dan awal waktu hijau fase berikutnya. Waktu antar hijau terdiri dari waktu kuning dan waktu merah semua. Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase, harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan pertama pada fase berikutnya. Waktu Merah Semua dirumuskan sebagai berikut:

$$CT = \frac{L_{EV} + l_{EV}}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

CT = Waktu merah semua (det)

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

l_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det)

Nilai-nilai yang dipilih untuk V_{EV} , V_{AV} dan l_{EV} tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Untuk Indonesia, nilai-nilai tersebut ditentukan sebagai berikut :

1. Kecepatan kendaraan yang datang : $V_{AV} = 10$ m/det (kend. bermotor)
2. Kecepatan kendaraan yang berangkat (V_{EV}):
 - a. 10 m/det (kend. bermotor)
 - b. 3 m/det (kend tak bermotor)
 - c. 1.2 m/det (pejalan kaki)
3. Panjang kendaraan yang berangkat (l_{EV}):
 - a. 5 m (LV atau HV)
 - b. 2 m (MC atau UM)

Jika periode merah semua untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan maka waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu- waktu antar hijau.

$$LTI = \sum (\text{Merah Semua} + \text{Kuning})_i = \sum IG_i \quad (2.6)$$

Keterangan:

LTI = Waktu hilang total per siklus (detik)

IG = Waktu antar hijau (detik)

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik.

Tipe Pendekat

Tipe pendekat ditentukan dari jalan yang diteliti. Tipe pendekat dibedakan menjadi dua, yaitu Tipe pendekat P (terlindung) dan tipe pendekat O

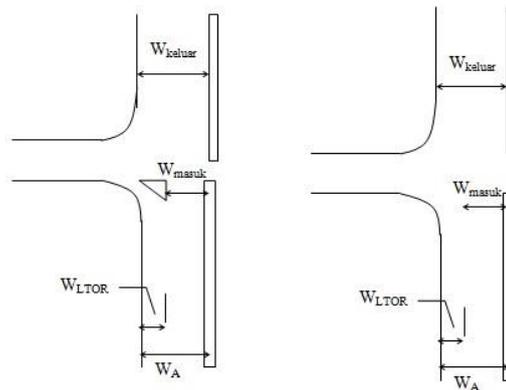
(terlawan). Pada tipe pendekat terlindung P arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan. Gerakan bisa berasal dari jalan satu dan dua arah. Pada jalan dua arah gerakan belok kanan terbatas. Tipe pendekat terlawan O arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan. Gerakan hanya terjadi pada jalan dua arah dan gerakan belok kanan tidak terbatas.

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekatan		
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu arah	Jalan satu arah	Simpang T
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas		
		Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah.		
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.		

Gambar 2.2 Penentuan Tipe Pendekat
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Lebar Pendekat Efektif

Lebar efektif (W_e) dari setiap pendekat berdasarkan informasi tentang lebar pendekat (W_A), lebar masuk (W_{masuk}) dan lebar keluar (W_{keluar}). Untuk pendekat tanpa belok kiri langsung (L TOR) lebar keluar harus diperiksa (hanya untuk pendekat tipe P). Jika $W_{keluar} < W_e \times (1 - P_{RT} - P_{L TOR})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{keluar} . Analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu lintas lurus saja ($Q = Q_{ST}$). Untuk penentuan lebar efektif pendekat dengan belok kiri langsung (L TOR) dapat diperoleh dengan 2 cara, yaitu:



Gambar 2.3 Pendekat Dengan dan Tanpa Pulau Lalu Lintas
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

1. Jika $W_{L_{TOR}} \geq 2$ m, dengan anggapan kendaraan L_{TOR} dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah 1:

$Q_{L_{TOR}}$ dikeluarkan dari hitungan, sehingga:

$$Q = Q_{ST} + Q_{RT} \quad (2.7)$$

Dengan lebar pendekat efektif:

$$W_e = \text{Min} \begin{cases} W_A - W_{L_{TOR}} \\ W_{MASUK} \end{cases} \quad (2.8)$$

Keterangan:

Q = arus lalu lintas (smp/jam),

Q_{ST} = arus lalu lintas lurus (smp/jam),

Q_{RT} = arus lalu lintas belok kanan (smp/jam),

$Q_{L_{TOR}}$ = arus lalu lintas belok kiri langsung (smp/jam),

W_e = lebar efektif (m),

W_A = lebar pendekat (m),

$W_{L_{TOR}}$ = lebar belok kiri langsung (m).

Langkah 2:

Periksa lebar keluar (hanya untuk pendekat tipe P)

Jika $W_{keluar} < W_e \times (1 - P_{RT})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru sama dengan W_{keluar} , dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu lintas lurus saja ($Q = Q_{ST}$).

2. $W_{L_{TOR}} < 2$ m, dengan anggapan kendaraan L_{TOR} tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah.

Langkah 1:

Sertakan $Q_{L\text{TOR}}$ pada hitungan

$$W_e = \text{Min.} \begin{cases} W_A \\ W_{\text{MASUK}} + W_{\text{L\text{TOR}}} \\ (W_A \times (1 + P_{\text{L\text{TOR}}}) - W_{\text{L\text{TOR}}}) \end{cases} \quad (2.9)$$

Keterangan:

W_e = lebar efektif (m),

W_A = lebar pendekat (m),

W_{masuk} = lebar masuk (m),

$W_{\text{L\text{TOR}}}$ = lebar belok kiri langsung (m),

$P_{\text{L\text{TOR}}}$ = rasio kendaraan belok kiri langsung.

Langkah 2:

Periksa lebar keluar (hanya untuk pendekat tipe P)

Jika $W_{\text{keluar}} < W_e \times (1 - P_{\text{RT}} - P_{\text{L\text{TOR}}})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{keluar} , dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu lintas lurus saja ($Q = Q_{\text{ST}}$).

Arus Jenuh

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya.

1. Arus Jenuh Dasar

Untuk menghitung arus jenuh dasar dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_0 = 600 \times W_e \quad (2.10)$$

Keterangan:

S_0 = arus jenuh dasar (smp/jam hijau),

W_e = lebar efektif (m).

2. Arus Jenuh yang Disesuaikan

Nilai arus jenuh yang disesuaikan dihitung sebagai berikut:

$$S = S_0 \times F_{\text{cs}} \times F_{\text{SF}} \times F_{\text{G}} \times F_{\text{P}} \times F_{\text{RT}} \times F_{\text{LT}} \quad (2.11)$$

Keterangan:

S = arus jenuh (smp/jam hijau),

S_0 = arus jenuh dasar (smp/jam hijau),

F_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota,

F_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping,

F_{G} = faktor penyesuaian kelandaian,

F_{P} = faktor penyesuaian parkir,

F_{RT} = faktor penyesuaian belok kanan,

FLT = faktor penyesuaian belok kiri.

Faktor Penyesuaian

Pada perhitungan arus jenuh ada beberapa faktor penyesuaian. Untuk semua tipe pendekat (tipe pendekat P dan tipe pendekat O) faktor penyesuaiannya meliputi ukuran kota, hambatan samping, kelandaian dan parkir. Sedangkan faktor penyesuaian belok kanan (FRT) dan faktor penyesuaian belok kiri (FLT) hanya untuk tipe pendekat P.

1. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Berdasarkan Direktorat Jendral Bina Marga dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) klasifikasi kelas ukuran kota adalah sebagai berikut:

Tabel 2.4 Kelas Ukuran Kota (CS)

Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)
> 3,0	Sangat Besar
1,0 – 3,0	Besar
0,5 – 1,0	Sedang
0,1 – 0,5	Kecil
< 0,1	Sangat Kecil

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)

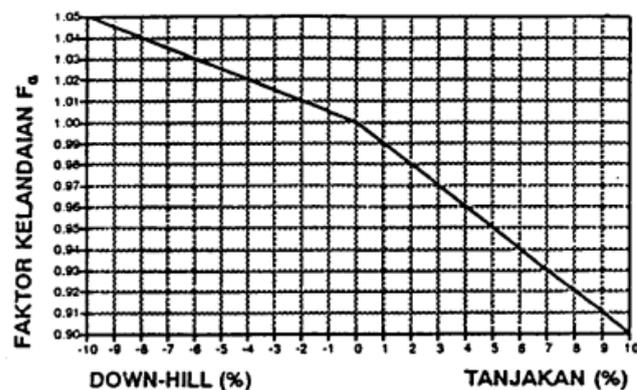
Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.2	≥ 0.25
	Tinggi	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.7
		Terlindung	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.81

Komersial	Sedang	Terlawan	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.71
		Terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72
		Terlindung	0.95	0.93	0.90	0.89	0.87	0.83
Permukiman	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91	0.86	0.81	0.78	0.72
		Terlindung	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.73
		Terlindung	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.80	0.74
		Terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses Terbatas	Tinggi/ Sedang/ Rendah	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
	Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88	

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

3. Faktor Penyesuaian Kelandaian

Faktor penyesuaian kelandaian (FG) didapat dari grafik. Untuk kelandaian 0% faktor penyesuaian kelandaian (FG) adalah 1.



Gambar 2.4 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (FG)

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

4. Faktor Penyesuaian Parkir

Faktor penyesuaian parkir diperoleh dari grafik sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama dan lebar pendekat. Faktor penyesuaian parkir (FP) dapat dihitung dengan rumus:

$$F_p = [(L_p/3 - (W_A - 2) \times (L_p/3 - g) / W_A] / g \quad (2.12)$$

Dimana:

- FP = faktor penyesuaian parkir,
 L_p = jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m)
 W_A = lebar pendekat (m)
 g = waktu hijau pada pendekat

5. Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Faktor penyesuaian belok kanan (FRT) hanya berlaku untuk pendekat tipe P, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Faktor penyesuaian belok kanan juga bisa didapat dengan menggunakan rumus:

$$FRT = 1,0 \times PRT \times 0,26 \quad (2.13)$$

Keterangan:

- FRT = faktor penyesuaian belok kanan,
PRT = rasio belok kanan.

6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Faktor penyesuaian belok kiri hanya berlaku untuk pendekat tipe P tanpa belok kiri langsung, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Faktor penyesuaian belok kiri dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$FLT = 1,0 - PLT \times 0,16 \quad (2.14)$$

Keterangan:

- FLT = faktor penyesuaian belok kiri,
PLT = rasio belok kiri.

2.5 Rasio Arus dan Arus Jenuh

Perhitungan perbandingan arus dengan arus jenuh dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$FR = \frac{Q}{S} \quad (2.15)$$

Keterangan:

- FR = rasio arus,
 Q = arus lalu lintas (smp/jam),
 S = arus jenuh (smp/jam hijau).

Untuk menghitung arus simpang didapat dengan menggunakan rumus:

$$IFR = \sum FR_{CRIT} \quad (2.16)$$

Keterangan:

- IFR = rasio arus simpang,
FRcrit = rasio arus kritis.

Perhitungan rasio fase adalah rasio antara rasio arus kritis dengan rasio arus simpang.

$$PR = \frac{FR_{CRIT}}{IFR} \quad (2.17)$$

Keterangan:

PR = rasio fase,

FRcrit = rasio arus kritis,

IFR = rasio arus simpang.

2.6 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Panjang waktu siklus pada *fixed time operation* tergantung dari volume lalu lintas. Bila volume lalu lintas tinggi waktu siklus lebih panjang. Panjang waktu siklus mempengaruhi tundaan kendaraan rata-rata yang melewati persimpangan. Bila waktu siklus pendek, bagian dari waktu siklus yang terambil oleh kehilangan waktu dalam periode antar hijau dan kehilangan waktu awal menjadi tinggi, menyebabkan pengatur sinyal tidak efisien. Sebaliknya bila waktu siklus panjang, kendaraan yang menunggu akan lewat pada awal periode hijau dan kendaraan yang lewat pada akhir periode hijau mempunyai waktu antara yang besar.

1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Waktu siklus sebelum penyesuaian dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad (2.18)$$

Keterangan:

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LTI = waktu hilang total per siklus (detik),

IFR = rasio arus simpang.

Tabel di bawah ini memberikan waktu siklus yang disarankan untuk keadaan yang berbeda :

Tabel 2.6 Waktu Siklus yang Disarankan

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus Yang Layak (det)
Pengaturan dua fase	40 – 80
Pengaturan tiga fase	50 – 100
Pengaturan empat fase	80 – 130

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

2. Waktu Hijau

Waktu Hijau untuk masing-masing fase dapat dihitung dengan rumus:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (2.19)$$

Keterangan:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase I (detik),

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (detik),

LTI = Waktu hilang total per siklus (detik),

PRi = Rasio fase $FR_{CRLT} / \Sigma (FR_{CRLT})$.

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan.

3. Waktu Siklus yang Disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan dihitung berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan waktu hilang. Perhitungan waktu siklus menggunakan rumus:

$$c = \Sigma g + LTI \quad (2.20)$$

Keterangan:

c = waktu hijau yang disesuaikan (detik),

g = waktu hijau (detik),

LTI = waktu hilang total per siklus (detik).

2.7 Kapasitas

Kapasitas adalah jumlah maksimum arus kendaraan yang dapat melewati persimpangan jalan (intersection). Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times g / c \quad (2.21)$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

2.8 Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan didefinisikan sebagai perbandingan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997).

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 derajat kejenuhan (DS) masing-masing pendekat dapat diketahui melalui persamaan sebagai berikut:

$$DS = Q / C \quad (2.19)$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

2.9 Perilaku Lalu Lintas

Dalam menentukan perilaku lalu lintas pada persimpangan bersinyal dapat ditetapkan berupa panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

1. Panjang Antrian

Antrian dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 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. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan dikontrol oleh gerakan di depannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas.

Untuk menghitung jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya digunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan yang tersisa dari fase hijau sebelumnya. (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Untuk $DS > 0,5$:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \quad (2.20)$$

$$C = S \times GR \quad (2.21)$$

Untuk $DS < 0,5$: $NQ_1 = 0$

Keterangan:

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

GR = rasio hijau

Perhitungan jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2) adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (2.22)$$

Keterangan:

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah,

DS = Derajat kejenuhan,

GR = Rasio hijau,

c = Waktu siklus (detik),

Q = Arus lalu-lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/jam).

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ_2).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (2.23)$$

Keterangan:

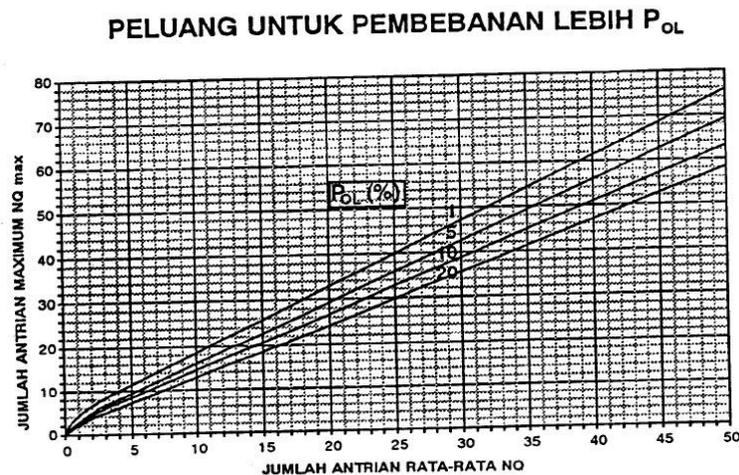
NQ = Jumlah antrian total

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah.

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{\max} \times \frac{20}{W_{\text{masuk}}} \quad (2.24)$$



Gambar 2.5 Perhitungan Jumlah Antrian (NQ_{\max}) dalam SMP
(Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*)

2. Angka Henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, Angka henti dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (2.25)$$

Keterangan:

NS = angka henti,

NQ = jumlah antrian total,

Q = arus lalu lintas (smp/detik),

c = waktu siklus yang ditentukan (detik).

3. Tundaan

Tundaan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang. Hambatan tersebut muncul jika kendaraan berhenti karena terjadinya antrian pada persimpangan sampai kendaraan itu keluar dari persimpangan karena kapasitas yang sudah tidak memadai. Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal yaitu lalu lintas dan geometrik:

- a. Tundaan lalu lintas (DT) adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan pada suatu simpang.

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \quad (2.26)$$

Keterangan:

DT = Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp),

c = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

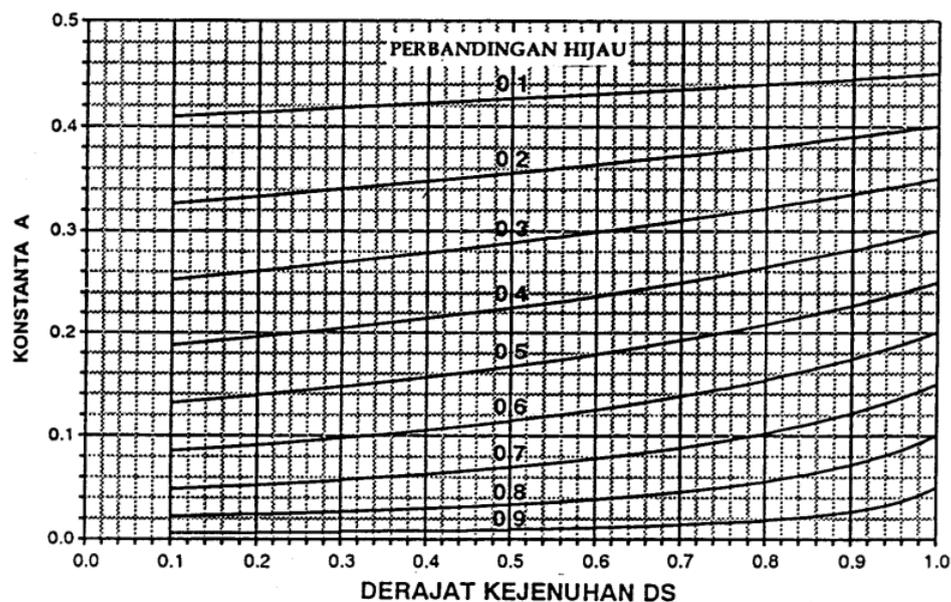
$$A = \frac{0,5 \times 1 - GR^2}{1 - GR \times DS}$$

GR = Rasio hijau (g/c),

DS = Derajat kejenuhan,

C = Kapasitas (smp/jam),

NQ_1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.



Gambar 2.6 Penetapan Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT)
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

- b. Tundaan geometrik (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti karena lampu merah.

$$DG = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4) \quad (2.27)$$

Keterangan:

DG = Tundaan geometri rata-rata (det/smp),

Psv = Rasio kendaraan terhenti,

PT = Rasio kendaraan membelok.

Nilai normal 6 detik untuk kendaraan belok tidak berhenti dan 4 detik untuk yang berhenti didasarkan anggapan-anggapan:

- a. Kecepatan = 40 km/jam
- b. Kecepatan belok tidak berhenti = 10 km/jam
- c. Percepatan dan perlambatan = 1,5 m/dt²
- d. Kendaraan berhenti melambat untuk meminimumkan tundaan, sehingga menimbulkan hanya tundaan percepatan.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = DT + DG \quad (2.28)$$

Keterangan:

D = tundaan rata-rata (det/smp),

DT = tundaan lalu lintas (det/smp),

DG = tundaan geometrik (det/smp).

Tundaan total adalah perkalian antara tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas.

$$D_{\text{total}} = D \times Q \quad (2.29)$$

Keterangan:

D_{total} = tundaan total,

D = tundaan rata-rata (detik/smp),

Q = arus lalu lintas (smp/detik).

2.10 Volume Lalu Lintas

Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume kendaraan dihitung berdasarkan persamaan:

$$Q = \frac{N}{T} \quad (2.30)$$

Dengan,

Q = Volume (kend/jam)

N = Jumlah Kendaraan (kend)

T = Waktu Pengamatan (Jam)

2.11 Kecepatan

Kecepatan adalah jarak yang ditempuh dalam satuan waktu, atau nilai perubahan jarak terhadap waktu. Kecepatan tempuh didefinisikan dalam manual ini sebagai perbandingan antara Panjang jalan dengan waktu tempuh, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$V = \frac{L}{TT} \quad (2.31)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (Km/Jam)

L = Panjang segmen (Km)

TT = Waktu tempuh rata-rata sepanjang segmen (Jam)

2.12 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan adalah indikator yang dapat mencerminkan tingkat kenyamanan ruas jalan, yaitu perbandingan antara volume lalu lintas yang ada terhadap kapasitas jalan tersebut (Manual Kapasitas Jalan Indonesia,1997). Tingkat-tingkat ini dinyatakan dengan huruf A yang merupakan tingkat pelayanan tertinggi sampai F yang merupakan tingkat pelayanan paling rendah.

Tabel 2.7 Tingkat Pelayanan Jalan

Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan Jalan	Keterangan
< 5	A	Baik Sekali
5,1 – 15	B	Baik
15,1 – 25	C	Sedang
25,1 – 40	D	Kurang
40,1 – 60	E	Buruk
> 60	F	Buruk Sekali

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan nomor KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan diklasifikasikan sebagai berikut.

a. Indeks Tingkat Pelayanan A

Kondisi tingkat pelayanan A untuk volume lalu lintas dengan kecepatan tinggi dan rendah, kepadatan lalu lintas yang sangat rendah dengan kecepatan yang diatur oleh pengemudi berdasar pada batas kecepatan maksimum dan minimum serta menyesuaikan dengan kondisi fisik jalan. Pada tingkat pelayanan ini pengemudi bisa mempertahankan kecepatan yang diaturnya dengan tundaan yang rendah.

b. Indeks Tingkat Pelayanan B

Untuk kondisi tingkat pelayanan B mempunyai arus yang stabil dengan volume lalu lintas sedang namun kecepatan pengendara mulai dibatasi karena kondisi lalu lintas yang ada, kepadatan yang rendah sehingga hambatan internal lalu lintas pun belum mempengaruhi kecepatan, dan pengemudi dapat memilih lajur yang dipakai serta menyesuaikan kecepatan yang diinginkan.

c. Indeks Tingkat Pelayanan C

Pada kondisi ini arus tetap stabil namun kecepatan serta pergerakan kendaraan menyesuaikan volume lalu lintas yang lebih tinggi, kepadatan akibat hambatan internal yang sedang pada kondisi ini mengalami peningkatan. Pengemudi mempunyai batasan untuk mengatur kecepatan, memilih lajur ataupun untuk mendahului.

d. Indeks Tingkat Pelayanan D

Kondisi tingkat pelayanan D dimana pada kondisi ini arus mulai mendekati ketidak stabilan dengan volume lalu lintas yang tinggi namun untuk kecepatan masih dapat ditolelir tetapi sangat bergantung pada kondisi perubahan arus. Kepadatan yang sedang tetapi fluktuasi volume lalu lintas serta hambatan temporer bisa mengakibatkan besarnya penurunan kecepatan pengendara. Kebebasan pengemudi untuk kondisi ini sangat terbatas dalam mengatur kecepatan, kenyamanan yang rendah namun kondisi ini masih bisa ditoleransi untuk waktu yang cukup singkat.

e. Indeks Tingkat Pelayanan E

Kondisi ini mempunyai arus yang lebih rendah dari pada kondisi tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas yang mendekati kapasitas jalan serta kecepatan pengendara yang sangat rendah. Untuk kepadatan lalu lintas pada kondisi tingkat pelayanan E cukup tinggi karena disebabkan oleh hambatan internal yang tinggi. Disini keadaan pengemudi mulai meraskan kemacetan-kemacetan dengan durasi yang pendek.

f. Indeks Tingkat Pelayanan F

Pada kondisi tingkat pelayanan F terdapat arus tertahan yang menyebabkan terjadinya antrian kendaraan yang panjang, serta kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi dan banyaknya volume lalu lintas sama dengan kapasitas jalan sehingga terjadinya kemacetan dengan durasi yang cukup lama. Dalam kondisi ini keadaan antrian kendaraan, kecepatan taupun arus lalu lintas turun sampai dengan 0.

2.13 PTV Vissim

PTV Vissim atau biasa dikenal dengan *Vissim* 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-moda yang diterjemahkan secara visual dan dikembangkan pada tahun 1992 oleh salah satu perusahaan IT di negara Jerman (Siemens,2012). *VISSIM* berasal dari kata *Verkehr Stadten - Simulations model* (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 aliran-aliran lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, bus, *heavy rail*, *tram*, *LRT*, sepeda motor, sepeda hingga 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.

Vissim juga merupakan simulasi mikroskopik atau mikrosimulasi, yang berarti tiap karakteristik kendaraan maupun pejalan akan disimulasikan secara individual dalam kondisi operasional unik yang terdapat dalam sistem transportasi. Termasuk *software* yang biasa digunakan oleh banyak kebutuhan simulasi lalu lintas dan transportasi umum dalam sistem transportasi yang menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran, jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah metropolitan, geometrik jalan dan kondisi operasional yang unik, seperti:

1. Skema perlambatan lalu lintas
2. Studi tentang *light rail/bus rapid rail (LRT/BRT)*
3. Perkiraan penggunaan *intelligent transport system* yang sesuai
4. Simpang bersinyal dan tak bersinyal yang kompleks, dsb.

Dalam penelitian ini, peneliti mengambil studi kasus simulasi sebuah persimpangan dengan memasukkan data-data berupa volume lalu lintas, geometrik jalan dan kecepatan untuk dianalisis sesuai permasalahan yang akan diteliti. Perhitungan-perhitungan keefektifan dari data yang telah dimasukkan tadi dapat digunakan untuk menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah wilayah.

Peneliti terdahulu menggambarkan desain kondisi awal pada sebuah persimpangan baik simpang bersinyal maupun tak bersinyal lalu lintas jalan raya. Berawal dari desain ini peneliti akan mencoba mengaplikasikan sebuah simulasi jalan raya pada sebuah simpang tak bersinyal yang terdiri dari tiga lengan dengan menggunakan sebuah *simulation tools*. Vissim dipergunakan secara luas dalam desain sistem kontrol dan pemrosesan sinyal digital untuk simulasi multidomain. Program ini dilengkapi dengan blok diagram untuk operasi aritmetika, boolean, fungsi transendental, filter digital, fungsi transfer, integrasi numeris, dan pencitraan interaktif. Contoh aplikasi dari Vissim adalah

pemodelan sistem untuk aeronautika, biologi, power digital, motor elektrik, elektronika, hidrolika, mekanika, proses, thermal / HVAC, dan ekonometri.

Hasil (Output)

Vissim menghasilkan sebuah pemodelan setelah memasukkan data yang diinginkan yang mana kegunaan vissim dalam pemodelan tersebut ialah sebagai berikut:

1. Arteri simulasi
 - a. Model jaringan jalan
 - b. Simulasi persimpangan terhadap semua mode kendaraan
 - c. Analisa karakteristik antrian
 - d. Desain waktu sinyal
2. Simulasi transportasi publik
 - a. Semua rincian model untuk Bus, BRT, Trem, LRT dan MRT
 - b. Analisa peningkatan operasi public transportasi tertentu
 - c. Menguji dan mengoptimalkan secara standar waktu bersinyal transportasi publik menurut prioritas perencanaan
3. Simulasi pejalan kaki
 - a. Model pejalan kaki di lingkungan multimodal
 - b. Perencanaan evakuasi dari bangunan dan acara khusus
4. *Motrway* simulasi
 - a. Simulasi manajemen lalu lintas aktif dan system transportasi cerdas
 - b. Uji dan menganalisis strategi zona kerja

Dalam penelitian ini, setelah peneliti memasukkan data-data berupa volume lalu lintas, geometrik jalan dan kecepatan untuk dianalisis sesuai permasalahan yang akan diteliti guna menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah wilayah penelitian.

Kemudian diperoleh hasil dari software ini berupa pemodelan 3D dan 2D pada software PTV Vissim 22 dari pergerakan lalu lintas yang terjadi di lokasi penelitian selama dilakukannya pengamatan. Mengikuti data yang diperoleh dalam menganalisis kinerja persimpangan yang diteliti yakni berupa data Panjang antrian (*vehdelay*) dalam meter, data tundaan (*vehdelay*) dalam detik dan tingkat pelayanan jalan (*level of service*).

Parameter Kalibrasi Vissim

Terdapat 168 parameter yang tertanam dalam perangkat lunak *Vissim*. Berdasarkan parameter – parameter tersebut dipilih beberapa parameter yang sesuai dengan kondisi lalu lintas heterogen yang ada di Indonesia untuk

menghasilkan model sesuai dengan kondisi di lapangan, parameter yang dipilih pada permodelan antara lain (Saputra, 2016):

- a. *Standstill Distance in Front of Obstacle* yaitu parameter jarak aman ketika kendaraan akan berhenti akibat kendaraan yang berhenti atau melakukan perlambatan akibat hambatan dengan satuan meter (m).
- b. *Observed Vehicle In Front* yaitu parameter jumlah kendaraan yang diamati oleh pengemudi ketika ingin melakukan pergerakan atau reaksi. Nilai *default* parameter ini adalah satu, dua, tiga dan empat dengan satuan unit kendaraan.
- c. *Minimum headway* yaitu jarak minimum yang tersedia bagi kendaraan yang di depan untuk melakukan perpindahan lajur atau menyalip. Nilai *default* berkisar 0,5 – 3 detik.
- d. *Additive Factor Security* yaitu nilai tambahan sebagai parameter jarak aman kendaraan yang akan berhenti. nilai *default* yang disarankan untuk parameter ini 0,45 – 2.
- e. *Multiplicative Factor Security* yaitu faktor pengali jarak aman kendaraan pada saat akan berhenti. Nilai *default* berkisar 1 – 3.
- f. *Lane Change Rule* yaitu mode perilaku pengemudi pada saat melintas, untuk lalu lintas heterogen sangat cocok menggunakan mode *free lane change* yang memungkinkan kendaraan menyiap bebas.
- g. *Overtake at Same Lane* yaitu perilaku pengemudi kendaraan yang ingin menyiap pada lajur yang sama baik dari sisi kanan maupun kiri.
- h. *Desired Lateral Position* yaitu posisi kendaraan pada saat berada di lajur artinya kendaraan dapat berada di samping kiri maupun kanan kendaraan lain.
- i. *Lateral Minimum Distance* yaitu jarak aman pengemudi pada saat berada di samping kendaraan yang lain. Parameter ini dibagi menjadi dua bagian yaitu jarak kendaraan ketika berada di kecepatan 0 km/jam dan 50 km/jam artinya nilai parameter ini berbeda, nilai *default* untuk parameter ini berkisar antara 0,2 sampai 1m.
- j. *Safety Distance Reduction* yaitu jarak aman antar kendaraan di depan dan di belakang atau jarak *gap* dan *clearing* antar kendaraan, ini merupakan parameter yang sangat menentukan karena tiap kondisi lalu lintas mempunyai nilai jarak aman yang berbeda, adapun nilai *default*nya adalah 0,6 m untuk penelitian ini.

Kalibrasi dan Validasi Model Simulasi

Kalibrasi merupakan suatu proses menyesuaikan parameter dengan tujuan mendapatkan kesesuaian antara nilai hasil simulasi dengan data yang diamati. Data lalu lintas untuk perbandingan dalam proses kalibrasi yaitu volume arus lalu lintas di kaki – kaki simpang, baik yang masuk ataupun keluar dari simpang (Budi Yulianto dan Setiono, 2013).

Sedangkan validasi adalah suatu penentuan apakah secara konseptual model dimulasi dapat mempresentasikan secara akurat. Proses validasi dikatakan akurat apabila hasil yang didapatkan dari model tersebut mendekati hasil kondisi di lapangan (Hellinga et al, 1996).

Dalam penelitian ini digunakan dua metode untuk validasi, yaitu dengan rumus R^2 dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Uji R^2 digunakan untuk menentukan seberapa hasil di lapangan dengan hasil simulasi, dimana semakin R^2 menjauhi satu dan mendekati nol, maka perbedaannya semakin besar. Sedangkan dengan rumus *MAPE* yang juga dikenal dengan rata – rata deviasi persentase absolut tersebut persentase perbedaan antara data yang sebenarnya dengan data perkiraan. Parameter yang dilakukan validasi yaitu panjang antrean, volume lalu lintas dan kecepatan kendaraan.

Menurut Gusavsson (2007), metode terbaik dalam membandingkan data *input* dan *output* simulasi adalah dengan menggunakan statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)*. *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi – squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* berikut memiliki ketentuan khusus dari nilai *error* yang dihasilkan seperti pada tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.8 Kesimpulan dari Hasil Perhitungan Rumus Statistik GEH

$GEH < 5,0$	Diterima
$5,0 \leq GEH \leq$	Peringatan: kemungkinan model <i>error</i> atau data buruk
$GEH > 10,00$	Ditolak

(Sumber: PTV Group)

Rumus yang digunakan untuk menghitung statistik GEH adalah sebagai berikut:

$$GEH = \sqrt{\frac{(q.simulation - q.observed)^2}{0,5 \times (q.simulation + q.observed)}} \quad (2.32)$$

Dimana:

q = Data volume arus lalu lintas kendaraan (kendaraan/jam)

Selain rumus statik *GEH*, rumus yang digunakan untuk perhitungan validasi adalah validasi dengan menggunakan *MAPE*. Rumus *MAPE* adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{At - Ft}{At} \right| \times 100\% \quad (2.33)$$

Dimana:

n = Banyaknya / jumlah data

At = Data di lapangan

Ft = Data simulasi

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di simpang empat paal 10 pada ruas jalan Jl. Lintas Sumatera - Jl. Lingkar Selatan - Jl. Lingkar Barat 1, dimana persimpangan ini kerap kali mengalami terjadinya kemacetan pada kondisi waktu sibuk terutama saat jam operasional angkutan batu bara. Adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber: Google maps, 2022)

Waktu Penelitian dan pengamatan dilakukan selama 2 hari mulai pukul 07.00 s/d 17.00 WIB pada hari kerja dan hari libur. Pada pukul 07.00 s/d 17.00 WIB terjadi arus balik angkutan batu bara dan jam sibuk simpang sehingga membuat lalu lintas menjadi padat.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek, organisasi atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian dapat ditarik kesimpulannya (sugiyono, 2016). Variabel juga dapat dikatakan sebagai sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan dalam sebuah penelitian.

Untuk itu, dalam penelitian Analisis Kinerja Simpang Bersinyal yang Terdampak Rute Operasional Angkutan Batu Bara Menggunakan *Software PTV Vissim 22*, terdapat variabel penelitian yang menjadi faktor-faktor yang berperan dalam penelitian. Adapun faktor-faktor itu adalah sebagai berikut:

1. Geometrik simpang

2. Volume lalu lintas
3. Kecepatan kendaraan
4. Siklus lampu lalu lintas
5. Panjang antrian

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk mendukung penelitian Analisis Kinerja Simpang Bersinyal yang Terdampak Rute Operasional Angkutan Batu Bara Menggunakan *Software PTV Vissim 22*. Berikut adalah Teknik pengumpulan data yang dilakukan:

1. Survei lapangan

Peneliti melakukan pengumpulan data di lapangan yang dilakukan secara teliti dan seakurat mungkin agar dapat memenuhi dan dapat dianalisa lebih lanjut lagi. Data yang diperlukan berupa data primer yakni sebagai berikut:

- a. Geometrik simpang dan kondisi lingkungan

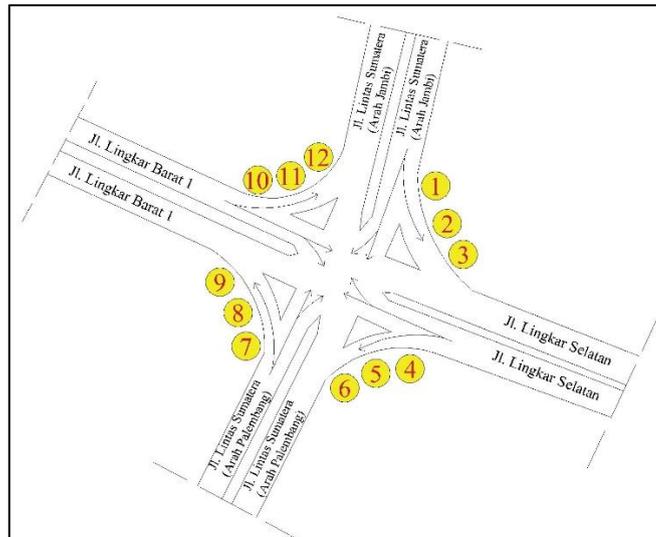
Data yang diperlukan pada geometrik simpang yaitu ukuran lebar bahu, lebar jalur dan lebar jalan. Untuk itu dalam memperoleh data tersebut melibatkan 2 orang surveyor yang bertugas mengukurnya. Selain data tersebut, juga terdapat data yang hanya dilakukan pengamatan saja mengenai tipe persimpangan, jenis perkerasan, status jalan dan tipe alinyemen, serta kondisi lingkungan di lokasi penelitian.

- b. Volume lalu lintas

Kendaraan yang diamati dan dihitung dalam penelitian ini merupakan kendaraan yang dikelompokkan berdasarkan jenis kendaraan yakni sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV) dan kendaraan berat (HV).

Data jumlah kendaraan ini dihitung setiap 1 jam pengamatan dengan interval waktu 15 menit. Pengamatan dilakukan pada hari Minggu pukul 07.00-17.00 WIB, dan pada hari Senin pukul 07.00-17.00 WIB. Dalam memperoleh data jumlah kendaraan, penelitian ini membutuhkan surveyor yang terbagi di 12 titik berbeda.

- 1) Titik pertama, kedua dan ketiga menghitung jumlah kendaraan yang keluar dari Jl. Lingkar barat 1.
- 2) Titik keempat, kelima dan keenam menghitung jumlah kendaraan yang keluar dari Jl. Lintas Sumatra arah Jambi.
- 3) Titik ketujuh, kedelapan dan kesembilan menghitung jumlah kendaraan yang keluar dari Jl. Lingkar Selatan.
- 4) Titik kesepuluh, kesebelas dan kedua belas menghitung jumlah kendaraan yang keluar dari Jl. Lintas Sumatra arah Palembang.



Gambar 3.2 Lokasi Surveyor
(Sumber: Penelitian, 2022)

c. Kecepatan kendaraan

Kecepatan kendaraan yang dihitung dalam penelitian ini merupakan data beberapa sampel kecepatan kendaraan yang melintasi setiap titik pengamatan sesuai dengan klasifikasi kendaraan yang telah ditentukan. Pengamatan dimulai pada hari Sabtu pukul 07.00-17.00 WIB, pada hari Minggu pukul 07.00-17.00 WIB dan pada hari Senin pukul 07.00-17.00 WIB. Dalam memperoleh data kecepatan kendaraan, penelitian ini membutuhkan 1 orang surveyor yang mengamati setiap kendaraan yang melintasi titik/arah pengamatan.

d. Siklus lampu lalu lintas

Survei siklus lampu lalu lintas ini dilakukan untuk mengetahui siklus lampu merah, kuning, dan hijau di tiap-tiap lampu lalu lintas. Siklus lampu lalu lintas yang dihitung dalam penelitian ini merupakan data beberapa sampel pada setiap lampu lalu lintas. Dalam memperoleh data siklus lampu lalu lintas, penelitian ini membutuhkan 1 orang surveyor yang mengamati setiap lampu lalu lintas menggunakan *Stopwatch*.

e. Panjang antrian

Survei panjang antrian ini dilakukan untuk mengetahui panjang antrian pada tiap-tiap ruas jalan. Panjang antrian kendaraan diukur mulai dari ujung depan antrian (marka berhenti saat sinyal merah) hingga ujung belakang antrian (kendaraan terakhir yang masuk dalam kondisi mengantri saat sinyal merah). Dalam memperoleh data panjang antrian, penelitian ini membutuhkan 1 orang surveyor yang mengukur panjang antrian pada setiap ruas jalan menggunakan meteran.

2. Studi literatur

Peneliti melakukan pengumpulan data dengan data penelitian yang diperlukan berupa data sekunder yaitu data peta jaringan jalan dan jumlah penduduk Kota Jambi. Data ini diperoleh dari suatu badan atau instansi terkait, seperti dari Badan Pusat Statistik yang diakses melalui internet.

3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Handphone*

Handphone pada penelitian ini digunakan sebagai media dalam mempermudah mengambil data penelitian terutama aplikasi traffic counter sebagai alat hitung survei untuk mengambil data jumlah kendaraan, aplikasi stopwatch sebagai penghitung waktu tempuh kendaraan melalui untuk mengambil data waktu tempuh kendaraan yang melintas di lokasi penelitian dan kamera untuk mengambil dokumentasi di lapangan.

2. Formulir survei

Formulir survei ini merupakan formulir yang digunakan untuk merekap data jumlah kendaraan melalui aplikasi *traffic counter* dan waktu tempuh kendaraan melalui *stopwatch*.

3. Alat tulis

Alat tulis yang digunakan pada penelitian ini sebagai penunjang dalam merekap data ke formulir survei yang telah disediakan.

4. Pita ukur atau meteran

Pita ukur atau meteran yang digunakan pada penelitian ini untuk mengukur geometrik jalan yang menjadi lokasi penelitian.

3.5 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2013). Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif yang mana metode ini menurut Sugiyono, 2013 dalam buku *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D* merupakan metode yang digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Metode ini juga bisa diartikan sebagai metode dengan data penelitian berupa angka-angka yang didapatkan di lapangan agar dapat diolah menggunakan pendekatan rumus yang berlaku.

Metode penelitian juga merupakan langkah-langkah yang diambil oleh peneliti secara ilmiah dalam mengumpulkan data atau informasi untuk diolah

dan dianalisis. Langkah-langkah ini dimulai dari tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap input data, tahap analisis data, tahap output data hingga tahap pengambilan keputusan. Tahap-tahap inilah yang digunakan dalam penelitian Analisis Kinerja Simpang Bersinyal yang Terdampak Rute Operasional Angkutan Batu Bara Menggunakan *Software PTV Vissim 22* yang mana dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Tahap persiapan

Tahap persiapan berguna mendukung proses penelitian saat pengumpulan data, yang mana peneliti melakukan persiapan dengan mengumpulkan studi literatur. Pada studi literatur ini peneliti mencari teori pendukung penelitian Analisis Kinerja Simpang Bersinyal yang Terdampak Rute Operasional Angkutan Batu Bara Menggunakan *Software PTV Vissim 22*. Teori pendukung yang digunakan pada penelitian ini merupakan jurnal dari penelitian terdahulu, jurnal dan buku maupun literatur yang terkait dengan penelitian ini, sehingga dapat ditarik variabel dan data penelitian yang akan diambil di lapangan.

2. Tahap survei pendahuluan

Untuk mengetahui situasi dan kondisi lapangan, harus dilakukan survei pendahuluan. Menurut Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan cara Manual (2004) hal yang perlu dilakukan dan diperhatikan dalam survei pendahuluan adalah:

- a. Pengurusan surat ijin atau pemberitahuan/koordinasi dengan pembina jalan setempat
- b. Pengamatan dan penentuan penempatan pos survei
- c. Perekrutan/mobilisasi tenaga/petugas survei
- d. Pelatihan bagi petugas survei, sebagai pembekalan dalam tata cara survei.

3. Tahap pengumpulan data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk mendukung penelitian ini. Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder antara lain sebagai berikut:

- a. Data primer

Data primer diperoleh dengan survei dan pengamatan langsung dilapangan (observasi), dilakukan selama tiga hari yakni saat hari libur dan hari kerja. Hasil yang didapat berupa data-data sebagai berikut:

- 1) Geometrik simpang
- 2) Volume lalu lintas
- 3) Kecepatan kendaraan

4) Siklus lampu lalu lintas

5) Panjang antrian

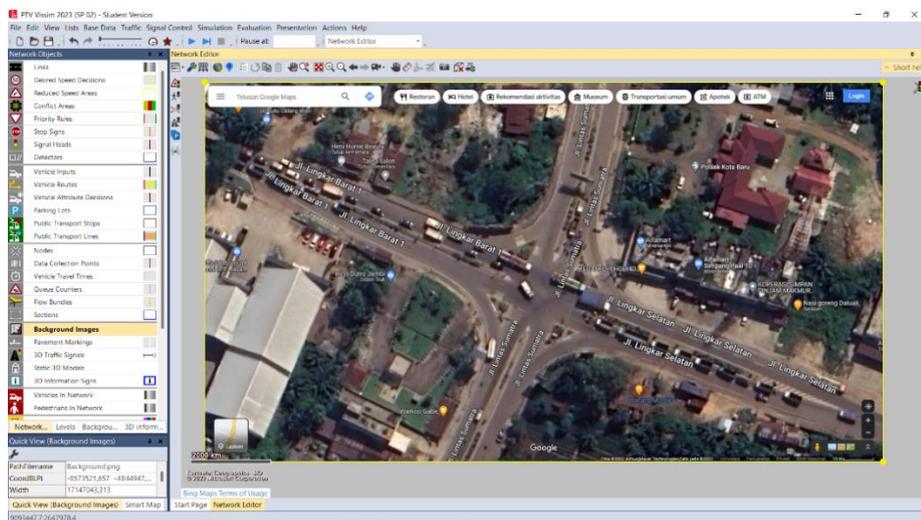
b. Data sekunder

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah peta jaringan jalan yang diperoleh dari *google maps*.

4. Tahap input data

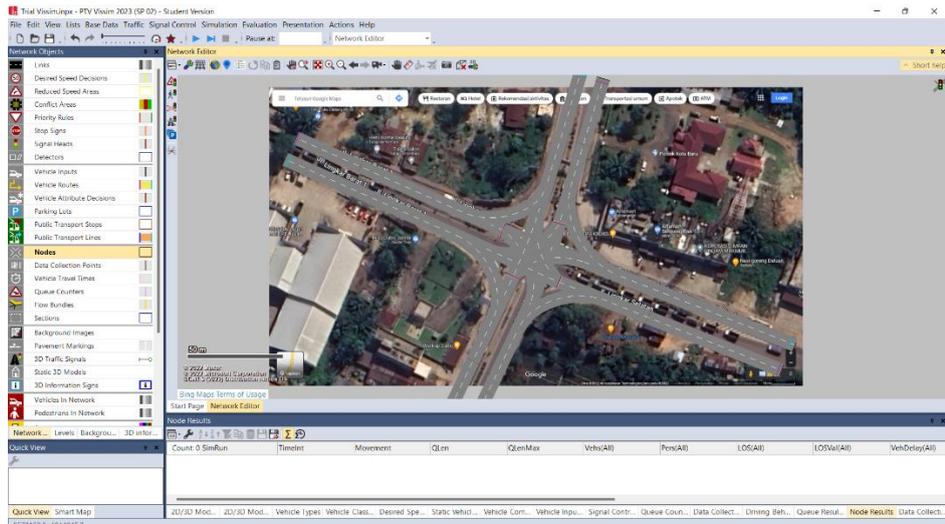
Tahap input data merupakan tahapan dimana peneliti memasukkan data yang akan dianalisis dengan bantuan *PTV Vissim 22*. Berikut adalah langkah-langkah pemodelan simpang bersinyal *PTV Vissim 22*:

1) Memasukkan *background* yang akan digunakan untuk memasukkan lokasi yang akan diteliti agar dapat memodelkan bentuk geometrik dan kondisi lingkungan sesuai di lapangan.



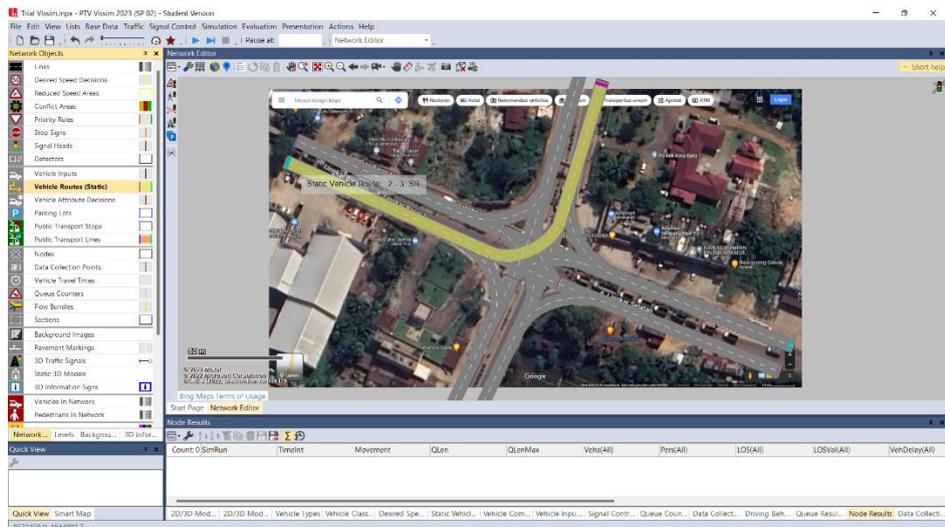
Gambar 3.3 Background and Scale
(Sumber: PTV Vissim 2022)

2) Membuat jaringan jalan seperti *link* dan *connector* yang sesuai dengan gambar *background* supaya tampak seperti kondisi di lapangan.



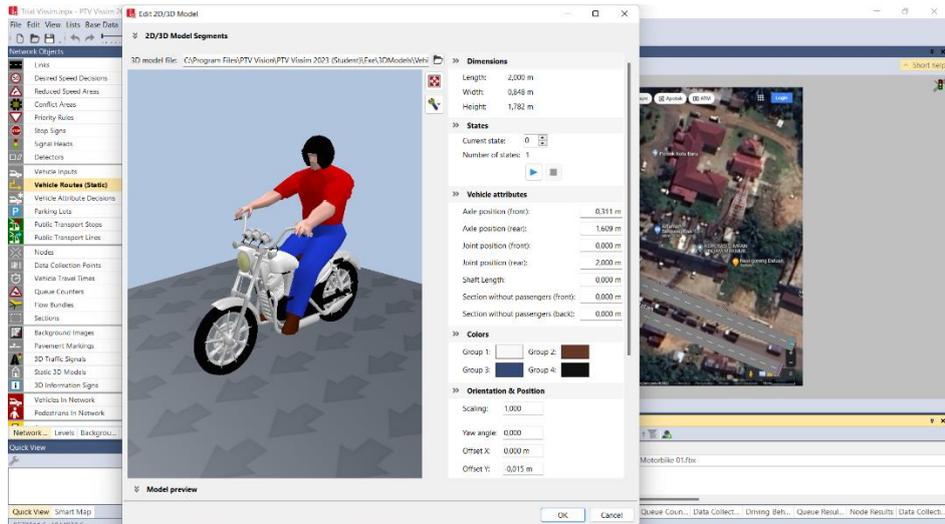
Gambar 3.4 Jaringan Jalan (*Link and Connector*)
(Sumber: PTV Vissim 2022)

- 3) Membuat rute perjalanan yaitu menggunakan *Vehicle Routes* untuk membuat jalur perjalanan sesuai arah arus lalu lintas sesuai di lapangan.



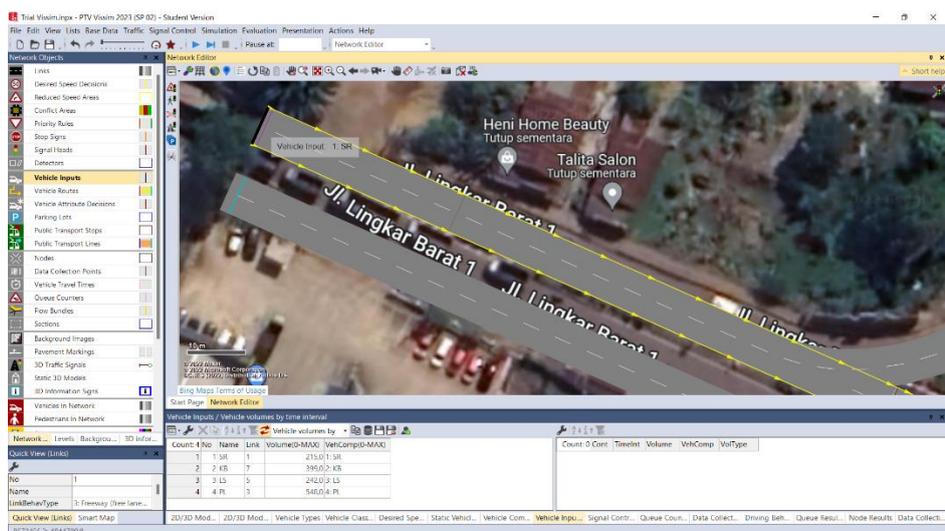
Gambar 3.5 Rute Perjalanan (*Vehicle routes*)
(Sumber: PTV Vissim 2022)

- 4) Penentuan jenis kendaraan (*Vehicle Types*) yaitu dengan memasukkan jenis kendaraan hasil survey di lapangan, seperti kendaraan berat, kendaraan ringan, sepeda motor, hingga kendaraan tidak bermotor.



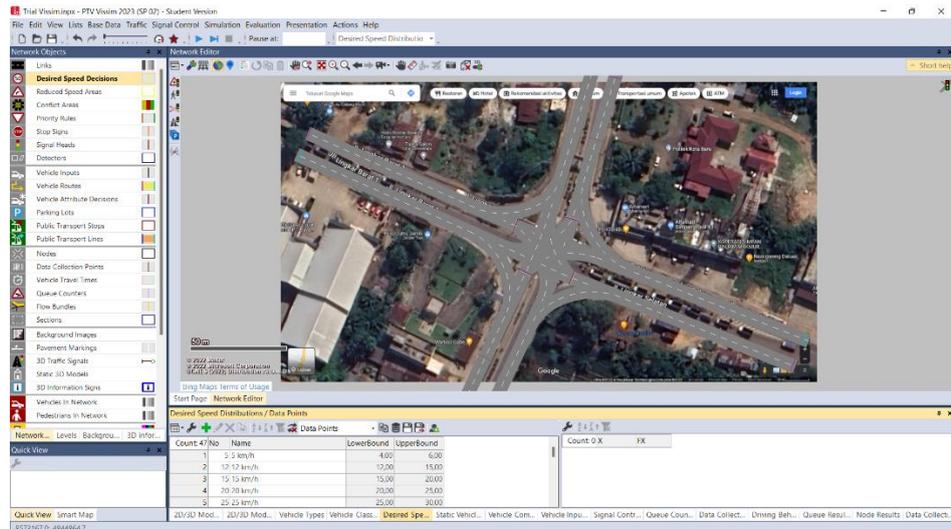
Gambar 3.6 Jenis Kendaraan (*Vehicle Types*)
(Sumber: PTV Vissim 2022)

- 5) Melakukan input volume kendaraan hasil survey pada perintah *Vehicle Input* di setiap lengan.



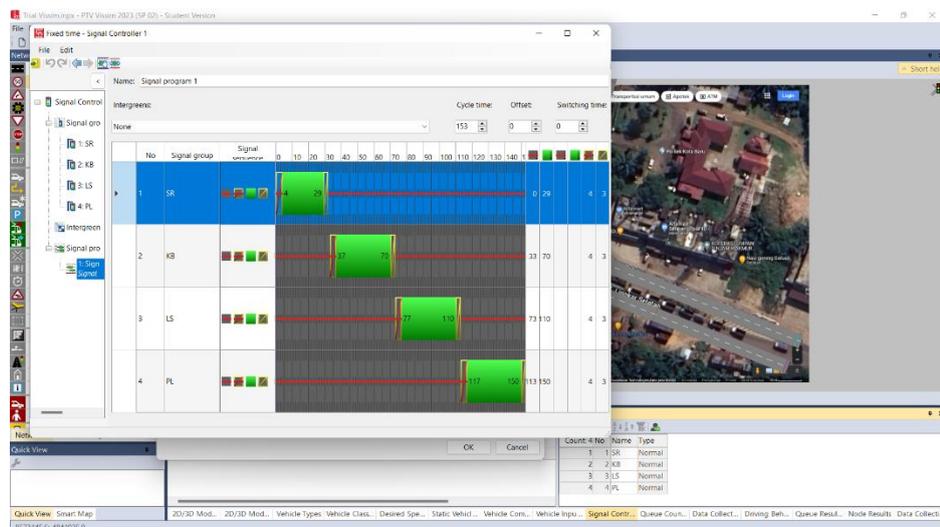
Gambar 3.7 *Vehicle Input*
(Sumber: PTV Vissim 2022)

- 6) Melakukan kontrol kecepatan kendaraan agar kecepatan pada simulasi sesuai dengan keadaan yang di lapangan menggunakan perintah *desired speed distribution*.



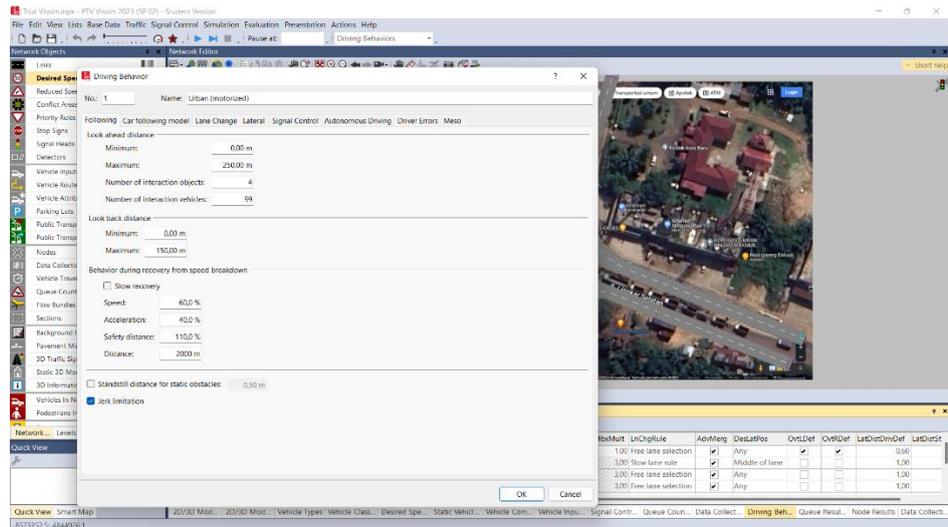
Gambar 3.8 Desired Speed Distribution
(Sumber: PTV Vissim 2022)

- 7) Melakukan pengaturan fase *traffic light* sesuai dengan lapangan dengan menggunakan perintah *signal controllers*.



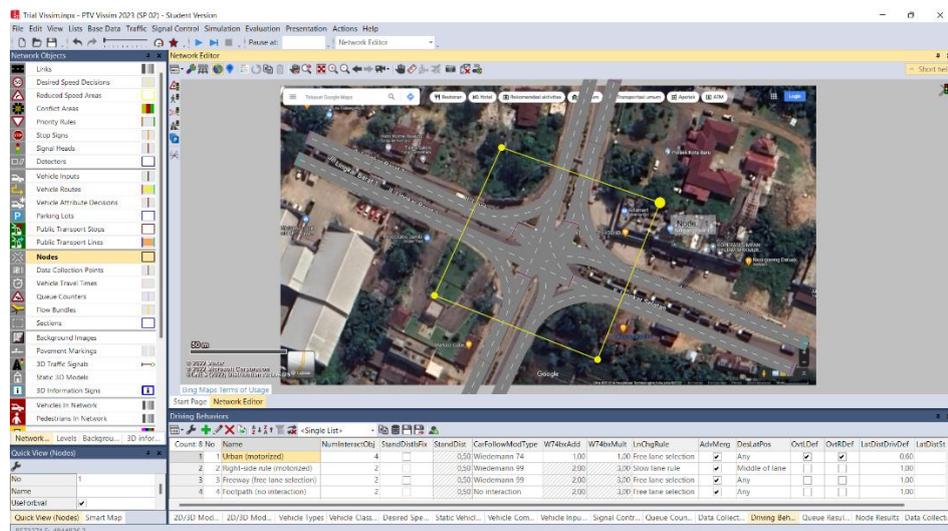
Gambar 3.9 Kontrol Lampu Lalu Lintas (*Signal Controllers*)
(Sumber: PTV Vissim 2022)

- 8) Mengatur perilaku pengemudi sesuai dengan perilaku pengemudi di Indonesia dengan menggunakan *driving behavior*.



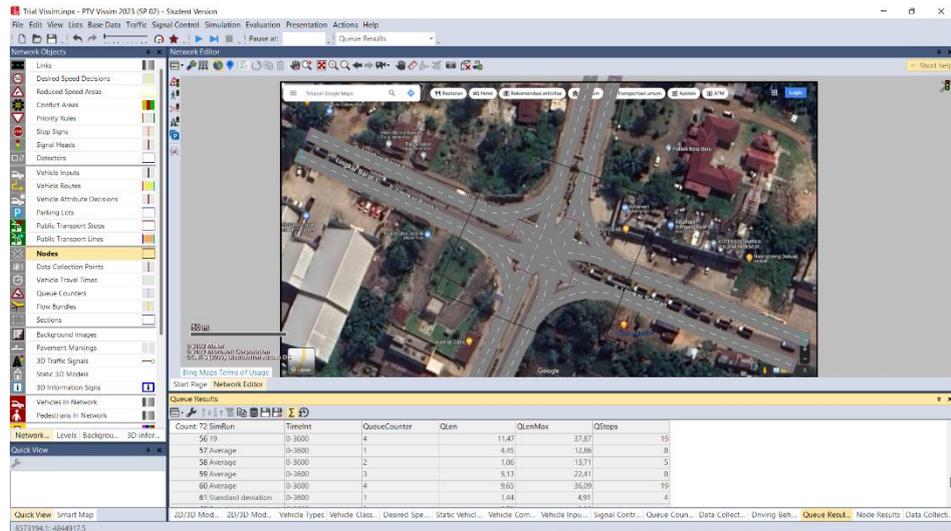
Gambar 3.10 Perilaku Pengendara (*Driving Behavior*)
(Sumber: PTV Vissim 2022)

- 9) Untuk mengetahui hasil analisis, membuat *nodes area* di tempat yang akan dilakukan analisis dan melakukan *running analysis* untuk mendapatkan hasil kinerja *vissim* yang telah dibuat.



Gambar 3.11 Nodes Area
(Sumber: PTV Vissim 2022)

- 10) Data yang dihasilkan oleh *Vissim* adalah tundaan, panjang antrian, emisi gas, dan lain sebagainya.



Gambar 3.12 Hasil (*Output*)
(*Sumber: PTV Vissim 2022*)

5. Tahap kalibrasi dan validasi menggunakan uji statistik
 Hasil simulasi dengan menggunakan *Vissim* harus dikalibrasi dahulu sebelum digunakan untuk menghitung kinerja simpang pada studi ini, adapun parameter kalibrasi yaitu *driving behavior* (*Following, Lane Change, Lateral, dan Signal Control*). Dengan parameter yang telah dikalibrasi, model akan diuji dengan Uji GEH (*Geoffrey E. Havers*). Kemudian model tersebut divalidasi dengan membandingkan panjang antrian hasil model dan panjang antrian hasil survei lapangan. Validasi dilakukan dengan menggunakan uji statistik yaitu Uji *Chi-square*.
6. Tahap optimalisasi
 Setelah hasil simulasi dengan menggunakan *Vissim* terkalibrasi dan tervalidasi, selanjutnya hasil simulasi telah dapat digunakan dalam upaya mengoptimasi kinerja simpang. Tahap optimasi dilakukan untuk mendapatkan beberapa alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja simpang. Terdapat beberapa cara yang dapat digunakan dalam mengoptimasi kinerja simpang, seperti pelebaran ruas jalan, pengaturan fase siklus, dan pengaturan ulang waktu sinyal lampu lalu lintas.

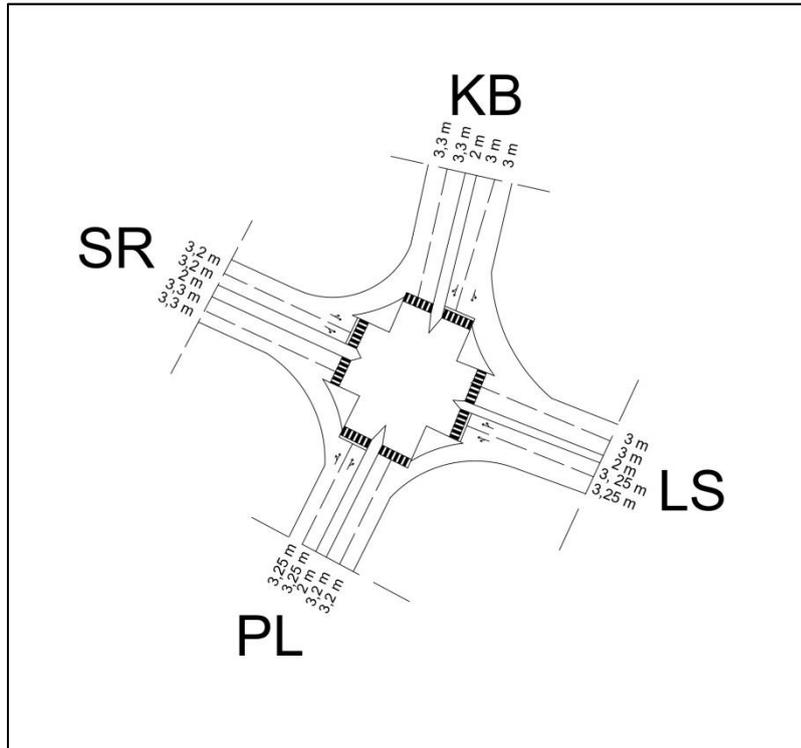
3.6 Rencana Bagan Alir Penelitian

Terdapat beberapa rencana bagan alir penelitian yang harus dilakukan dalam penelitian ini guna mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan. Adapun Langkah-langkahnya dapat dilihat pada bagan *flowchart* di **Lampiran 1**.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Geometrik Simpang

Data geometrik simpang berisikan tentang dimensi jalan, lajur, median, trotoar pada masing – masing pendekat simpang. Simpang ini merupakan simpang empat bersinyal yang berada pada simpang empat Jl. Lintas Sumatera – Jl. Lingkar Selatan – Jl. Lingkar Barat 1. Kondisi geometrik pada simpang ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Kondisi Geometrik Simpang
(Sumber: Data lapangan, 2023)

Keterangan:

SR : arah Simpang Rimbo

KB : arah Kota Baru

LS : arah Lingkar Selatan

PL : arah Palembang

Tabel 4.1 Kondisi Geometrik Simpang Empat Paal 10

Nama Jalan	Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/Rendah	Median Ya/Tidak	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Lebar Pendekat (m)		
						Pendekat (Wa)	Masuk Wmasuk	Keluar Wkeluar
Jl. Lingkar Barat 1	SR	Permukiman	Tinggi	Ya	Ya	6.4	6.4	6

Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)	KB	Komersil	Rendah	Ya	Ya	6	6	6.4
Jl. Lingkar Selatan	LS	Komersil	Tinggi	Ya	Ya	6.5	6.5	6.6
Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang)	PL	Komersil	Tinggi	Ya	Ya	6.5	6.5	6.6

(Sumber: Data lapangan, 2023)

4.2 Kondisi Siklus Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas merupakan komponen yang sangat penting dalam sistem lalu lintas simpang bersinyal. Sinyal lalu lintas pada simpang berfungsi untuk mengatur kendaraan yang melintas secara elektrik, yang diatur sedemikian rupa untuk meningkatkan kinerja pada simpang, perlunya dilakukan rekayasa waktu siklus berupa optimasi pada sinyal lampu lalu lintas untuk mengetahui waktu siklus lampu lalu lintas pada simpang yang menjadi obyek pada penelitian ini. Waktu siklus pada masing – masing pendekatan dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Waktu Sinyal Simpang Empat Paal 10

Nama Jalan / Kode Pendekat	Waktu Sinyal (det)			Waktu siklus (det)
	Merah	Hijau	Kuning	
Jl. Lingkar Barat 1 / SR	117	48	3	168
Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru) / KB	135	30	3	168
Jl. Lingkar Selatan / LS	128	37	3	168
Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) / PL	132	33	3	168

(Sumber: Data lapangan, 2023)

4.3 Jenis dan Dimensi Kendaraan

Ada beberapa penggolongan kendaraan pada simpang empat Paal 10 ini yaitu MC (*Motorcycle*), LV (*Light Vehicle*), dan HV (*Height Vehicle*). Kendaraan jenis LV terdiri dari *Small City Car* dan *Big City Car* (Mobil Perkotaan), Sedan, MPV (*Multi Purpose Vehicle*), SUV (*Sport Utility Vehicle*), *Mini Bus*, Pick Up, dan *Small Bus*. Sedangkan kendaraan jenis HV terdiri dari *Big Bus*, *Small Truk*, *Big Truck*, dan *Trailer*. Untuk kendaraan jenis MC yaitu Motor Bebek, Motor Matik, dan Motor Sport. Jenis kendaraan beserta dimensinya dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Jenis dan Dimensi Kendaraan

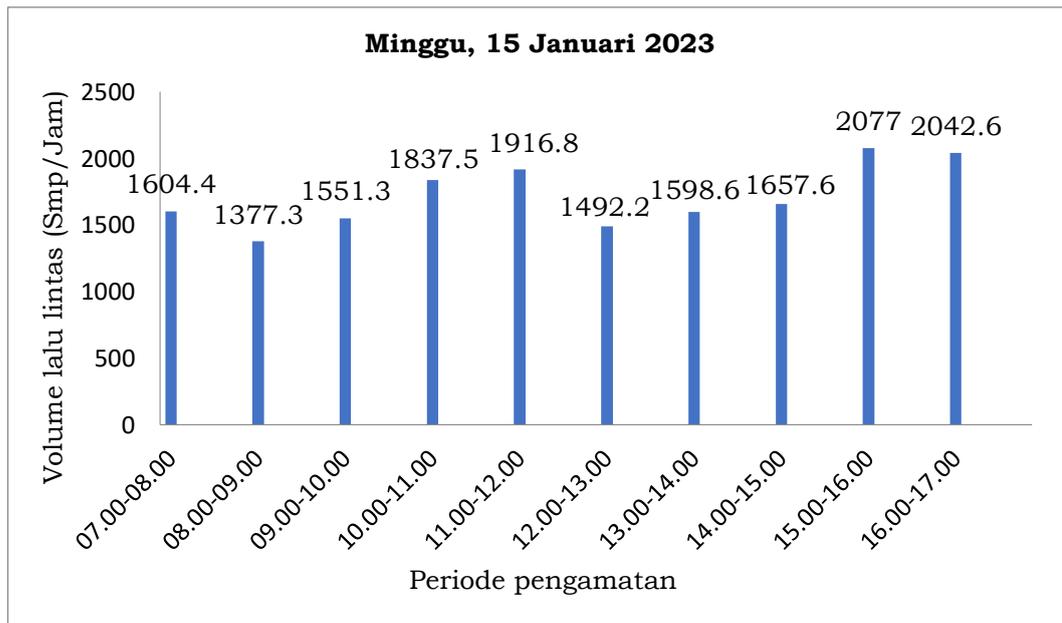
No.	Jenis Kendaraan	Dimensi Kendaraan	
		Panjang (m)	Lebar (m)
1	Motor Matik	1.859	0.676
2	Motor Bebek	1.919	0.709
3	Motor Sport	2.030	0.750
4	Small City Car	3.900	1.695
5	Big City Car	4.455	1.735
6	MPV	4.190	1.660
7	Sedan	4.410	1.700
8	SUV	4.405	1.695
9	Pick Up	4.170	1.700
10	Mini Bus	4.170	1.695
11	Small Bus	6.980	2.035
12	Big Bus	11.180	2.425
13	Small Truck	5.960	1.970
14	Big Truck	9.210	2.495
15	Semi Trailer	13.870	2.440

(Sumber: Marissa Ulfah, 2017)

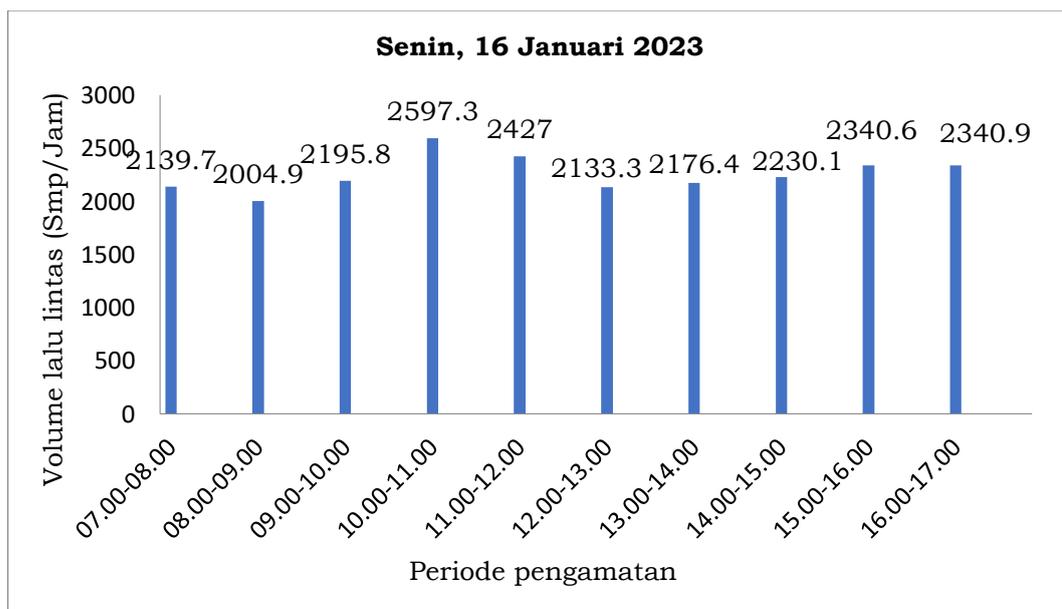
4.4 Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati persimpangan yang ditinjau, dan data diambil dari hasil survei secara langsung dan dikonversi kedalam satuan mobil penumpang perjam. Selanjutnya data volume lalu lintas akan diolah untuk mendapatkan jam puncak pada simpang.

Data arus tertinggi pada jam puncak tertentu akan menjadi data acuan untuk mengevaluasi kinerja pada persimpangan. Data ini diambil karena merupakan data maksimum dimana terjadi arus lalu lintas yang padat sehingga dianggap dapat mewakili data lainnya. Adapun data volume kendaraan yang dihitung sepanjang periode dari pukul 07.00 – 17.00 WIB diuraikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 berikut.



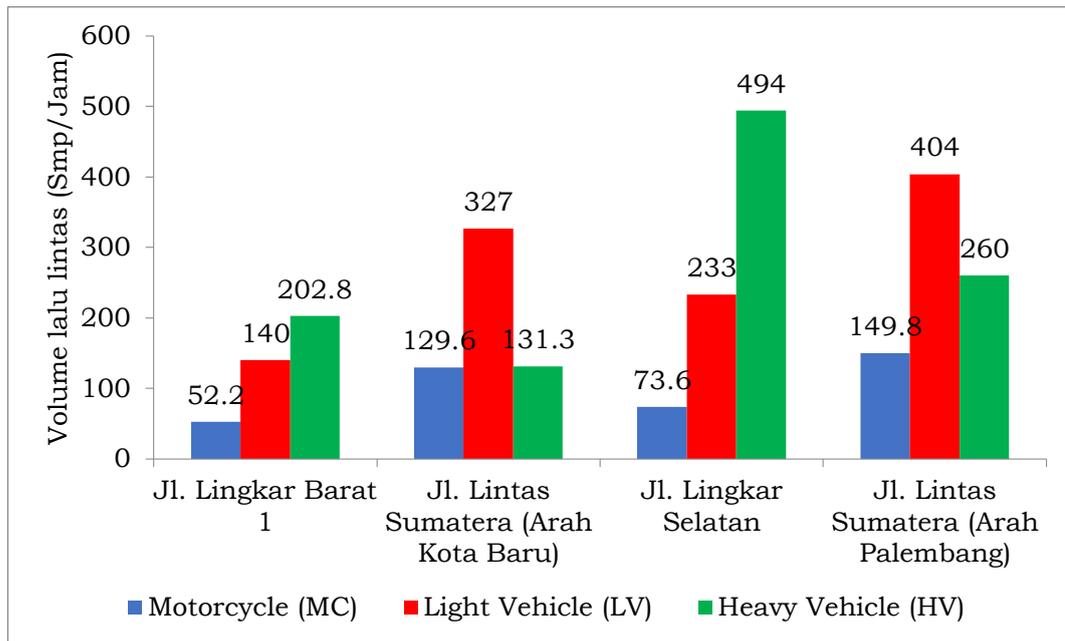
Gambar 4.2 Volume lalu lintas hari Minggu, 15 Januari 2023
(Sumber: Data Penelitian, 2023)



Gambar 4.3 Volume lalu lintas hari Senin, 16 Januari 2023
(Sumber: Data Penelitian, 2023)

Dapat dilihat dari Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 bahwa volume lalu lintas pada hari kerja lebih tinggi daripada hari libur. Volume lalu lintas tertinggi pada hari libur terjadi pada pukul 15.00 – 16.00 dengan total volume lalu lintas sebesar 2077 Smp/Jam. Sedangkan volume lalu lintas tertinggi pada hari kerja terjadi pada pukul 10.00 – 11.00 dengan total volume lalu lintas sebesar 2597.3 Smp/Jam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jam puncak yang akan menjadi acuan untuk mengevaluasi kinerja pada simpang yaitu jam puncak hari Senin

pukul 10.00 – 11.00. Volume lalu lintas pada hari senin pukul 10.00 – 11.00 dapat dilihat pada grafik Gambar 4.4 berikut.

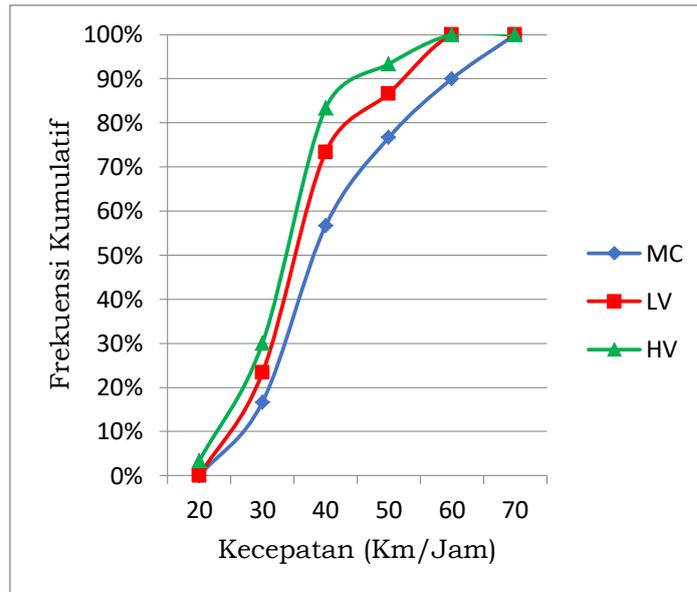


Gambar 4.4 Volume lalu lintas hari Senin pukul 10.00 – 11.00
(Sumber: Data Penelitian, 2023)

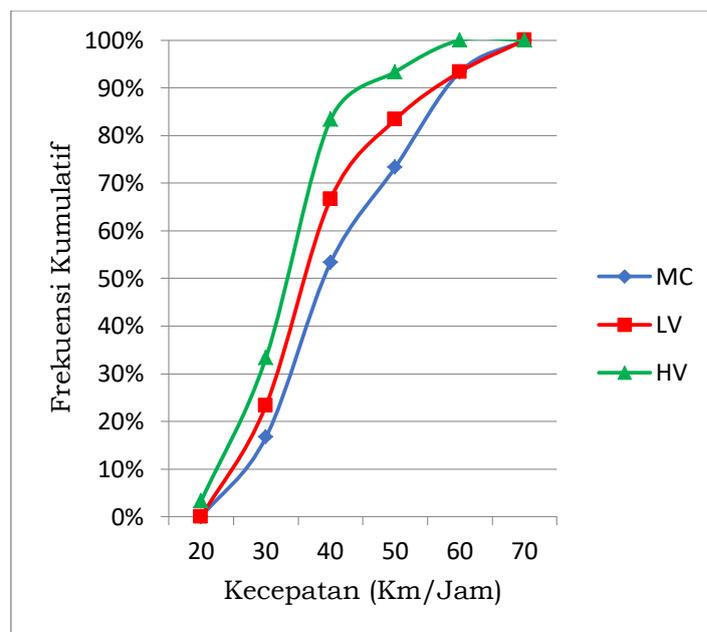
Dari Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa tingginya volume lalu lintas pada jam puncak disebabkan oleh kendaraan ringan dengan total 1104 Smp/Jam dan kendaraan berat 1088.1 Smp/Jam. Sedangkan pada pendekatan, didominasi oleh pendekatan Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) dengan total 813.8 Smp/Jam dan pendekatan Jl. Lingkar Selatan dengan total 800.6 Smp/Jam.

4.5 Kecepatan Kendaraan

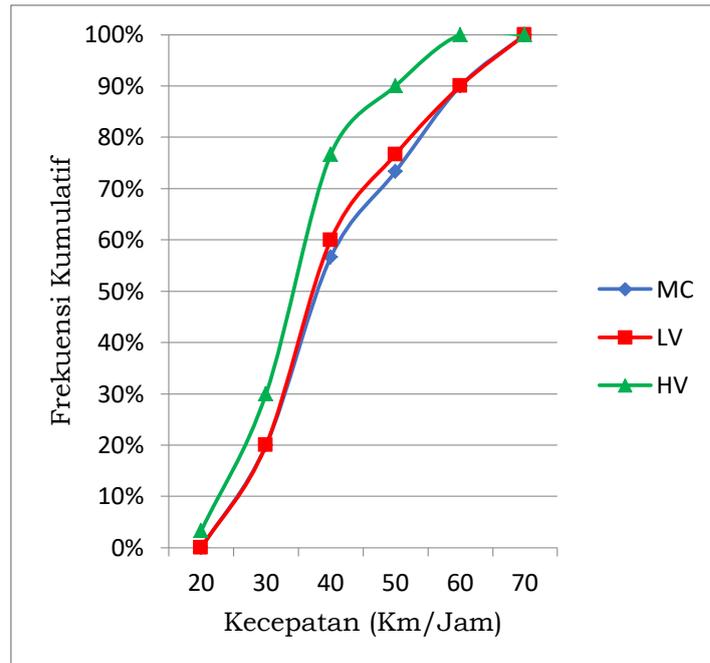
Adapun hasil survei kecepatan kendaraan dilapangan pada masing – masing pendekatan pada simpang empat Paal 10 diperlihatkan dalam bentuk grafik berikut.



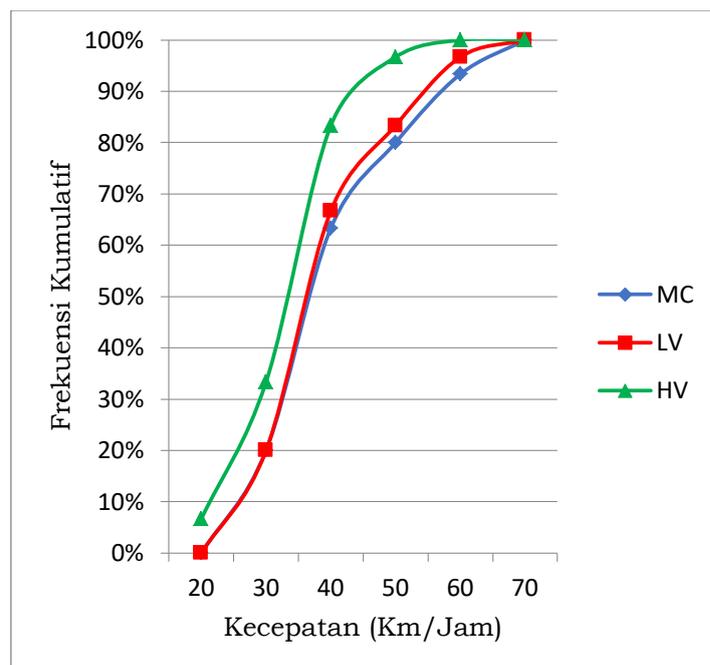
Gambar 4.4 Kecepatan kendaraan Jl. Lingkar Barat 1
(Sumber: Data penelitian, 2023)



Gambar 4.5 Kecepatan kendaraan Jl. Lintas Sumatera (arah Kota Baru)
(Sumber: Data penelitian, 2023)



Gambar 4.6 Kecepatan kendaraan Jl. Lingkar Selatan
(Sumber: Data penelitian, 2023)



Gambar 4.7 Kecepatan kendaraan Jl. Lintas Sumatera (arah Palembang)
(Sumber: Data penelitian, 2023)

Gambar 4.4 – Gambar 4.7 menunjukkan bahwa frekuensi kumulatif kecepatan kendaraan pada arus bebas di setiap pendekat simpang bersinyal Paal 10 hampir sama untuk setiap jenis kendaraan. Grafik diatas juga menunjukkan bahwa kendaraan jenis motor memiliki nilai kecepatan lebih

tinggi lalu diikuti oleh kendaraan ringan lainnya. Sebaliknya, jenis kendaraan berat memiliki nilai kecepatan lebih rendah.

4.6 Permodelan Simulasi Persimpangan

Pemodelan simulasi dengan software Vissim dilakukan seperti pada langkah-langkah pemodelan simulasi yang telah dibahas sebelumnya pada Bab III, yaitu menginput data yang sudah diolah. Data yang diinput adalah berupa model kendaraan yang digunakan, distribusi kecepatan kendaraan, rute perjalanan, komposisi kendaraan, jumlah kendaraan tiap lengan, sesuai data observasi. Setelah seluruh data sudah diinput, simulasi dijalankan (running).

4.7 Kalibrasi Permodelan Simulasi

Untuk menghasilkan suatu *output* yang sesuai dengan realita di lapangan maka dilakukan kalibrasi dengan mengubah parameter-parameter perilaku pengemudi (*driving behavior*) secara *trial and error* dengan mengacu pada nilai parameter pada penelitian sebelumnya, selanjutnya dilakukan analisa dengan Uji GEH (*Geoffrey E. Havers*). Berdasarkan parameter yang ada pada *software Vissim* tersebut kemudian dilakukan proses kalibrasi terhadap volume kendaraan pada periode jam puncak (*peak hour*) dan jam tidak puncak pada periode pagi, siang, dan sore.

Adapun parameter dan nilai kalibrasi untuk tiap periode jam sibuk dan tidak sibuk diperlihatkan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Nilai Kalibrasi pada Simpang

Parameter	Periode					
	07:00-08:00	08:00-09:00	10:00-11:00	12:00-13:00	14:00-15:00	16:00-17:00
<i>Average Standstill Distance</i>	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	0.4
<i>Add. Part of Desired Safety Distance</i>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<i>Mul. Part of Desired Safety Distance</i>	1	1	1	1	1	1
<i>No. of Observed Vehicle</i>	2	2	2	2	2	2
<i>Lane Change Rule</i>	<i>Free Lane Selection</i>					
<i>Desired Lateral Position</i>	<i>Any</i>	<i>Any</i>	<i>Any</i>	<i>Any</i>	<i>Any</i>	<i>Any</i>
<i>Lateral Distance Driving</i>	0.45	0.5	0.5	0.5	0.55	0.45
<i>Lateral Distance</i>	0.15	0.2	0.15	0.15	0.2	0.15

<i>Standing</i>						
<i>Safety Distance Reduction Factor</i>	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
<i>Minimum Headway</i>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

(Sumber: Simulasi Vissim, 2023)

Tabel 4.4 memperlihatkan beberapa parameter beserta nilai kalibrasinya, pada hasil kalibrasi diatas menunjukkan bahwa beberapa parameter memiliki nilai yang sama pada tiap – tiap periode sedangkan untuk parameter *Average Standstill Distance*, *Lateral Distance Driving* dan *Lateral Distance Standing* memiliki nilai yang berbeda berdasarkan periode waktu simulasi.

Adapun hasil analisis setelah kalibrasi dengan uji GEH terhadap volume kendaraan berdasarkan nilai – nilai parameter diatas diperlihatkan pada Tabel 4.5.

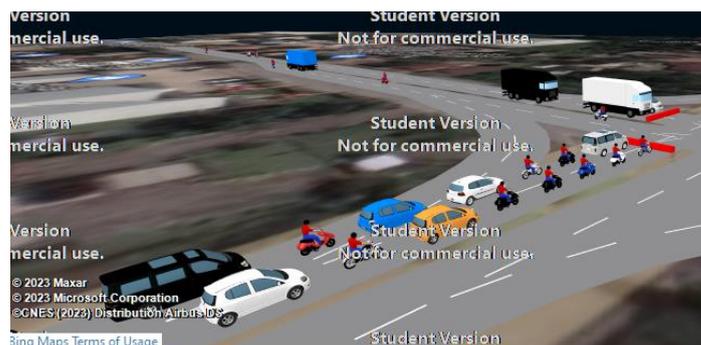
Tabel 4.5 Hasil Kalibrasi dengan Uji *Geoffrey E. Havers* pada Volume Lalu Lintas

Hasil	Pendekat	Periode					
		07.00-08.00	08.00-09.00	10.00-11.00	12.00-13.00	14.00-15.00	16.00-17.00
Model	Lingkar Barat 1	558	600	498	474	498	612
	Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)	1092	1134	1020	1038	1134	1092
	Lingkar Selatan	732	618	942	684	726	744
	Lintas Sumatera (Arah Palembang)	1074	918	1338	1254	1116	1248
Observasi	Lingkar Barat 1	633	679	557	519	560	685
	Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)	1151	1211	1076	1085	1211	1168
	Lingkar Selatan	761	654	981	694	743	785
	Lintas Sumatera (Arah Palembang)	1080	921	1353	1274	1149	1257

Uji GEH	Lingkar Barat 1	3.073	3.124	2.569	2.020	2.696	2.867
	Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)	1.762	2.249	1.730	1.443	2.249	2.261
	Lingkar Selatan	1.061	1.427	1.258	0.381	0.627	1.483
	Lintas Sumatera (Arah Palembang)	0.183	0.099	0.409	0.563	0.981	0.254
Kesimpulan		Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

(Sumber: Data penelitian, 2023)

Pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa hasil kalibrasi dengan uji GEH untuk semua pendekat di masing-masing periode sudah memenuhi syarat, dimana nilai yang diperoleh <5 yang berarti model simulasi sudah dapat diterima atau sudah terkalibrasi.



Gambar 4.8 Belum Terkalibrasi (Jarak Antar Kendaraan Teratur)
(Sumber: Vissim, 2023)



Gambar 4.9 Terkalibrasi (Jarak Antar Kendaraan Tidak Teratur)
(Sumber: Vissim, 2023)

Pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9, memperlihatkan perbedaan tampilan visual pada *software* Vissim sebelum dan sesudah kalibrasi, dimana sebelum dikalibrasi arus kendaraan sangat teratur dan

berada pada lajur masing-masing, jarak antar kendaraan pun begitu renggang. Sedangkan setelah dikalibrasi arus kendaraan tidak teratur, dan terjadi saling menyiap, jarak antar kendaraan juga begitu rapat. Hal ini menunjukkan bahwa perilaku pengemudi pada lalu lintas heterogen sudah sesuai dengan kondisi dilapangan sehingga model simulasi dapat diterima.

4.8 Validasi Permodelan Simulasi

Setelah melakukan proses kalibrasi, untuk mengukur ketepatan model dan parameter yang sudah dibentuk sebelumnya maka dilakukan proses validasi terhadap model simulasi tersebut. Acuan dalam validasi kali ini yaitu panjang antrian kendaraan untuk membandingkan panjang antrian pada model simulasi dengan melakukan uji *Chi-square*. Dimana akan terlihat nilai *probability* dari uji *Chi-square* tersebut. Hasil validasi dapat dilihat dalam bentuk Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Validasi dengan Uji *Chi-square* pada Panjang Antrian Kendaraan.

Hasil	Pendekat	Periode					
		07.00-08.00	08.00-09.00	10.00-11.00	12.00-13.00	14.00-15.00	16.00-17.00
Model	Lingkar Barat 1	34.07	34.27	48.7	36.28	37.17	39.06
	Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)	39.30	50.95	60	34.58	32.69	37.17
	Lingkar Selatan	271.05	200.26	341.8	187.74	215.45	137.57
	Lintas Sumatera (Arah Palembang)	91.48	69.95	128.4	187.1	92.03	112.34
Observasi	Lingkar Barat 1	60	60	75	63	65	65
	Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)	47	58	68	45	42	50
	Lingkar Selatan	284	220	350	200	230	160
	Lintas Sumatera (Arah Palembang)	103	85	136	210	110	125

Uji Chi- square	Lingkar Barat 1	5.167	5.059	3.629	5.154	5.457	4.501
	Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)	0.197	0.059	0.057	0.638	0.518	0.976
	Lingkar Selatan	0.183	0.013	0.608	0.038	0.035	0.343
	Lintas Sumatera (Arah Palembang)	0.062	0.481	0.043	0.104	0.456	0.033
Jumlah		5.609	5.612	4.337	5.935	6.465	5.853
Kesimpulan		Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima	Diterima

(Sumber: Data penelitian, 2023)

Tabel 4.7 Tabel Chi-Square

v	α (alpha)									
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.9	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.0000	0.0002	0.0010	0.0039	0.0158	2.7055	3.8415	5.0239	6.6349	7.8794
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.1026	0.2107	4.6052	5.9915	7.3778	9.2103	10.5966
3	0.0717	0.1148	0.2158	0.3518	0.5844	6.2514	7.8147	9.3484	11.3449	12.8382
4	0.2070	0.2971	0.4844	0.7107	1.0636	7.7794	9.4877	11.1433	13.2767	14.8603
5	0.4117	0.5543	0.8312	1.1455	1.6103	9.2364	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496
6	0.6757	0.8721	1.2373	1.6354	2.2041	10.6446	12.5916	14.4494	16.8119	18.5476
7	0.9893	1.2390	1.6899	2.1673	2.8331	12.0170	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777
8	1.3444	1.6465	2.1797	2.7326	3.4895	13.3616	15.5073	17.5345	20.0902	21.9550
9	1.7349	2.0879	2.7004	3.3251	4.1682	14.6837	16.9190	19.0228	21.6660	23.5894
10	2.1559	2.5582	3.2470	3.9403	4.8652	15.9872	18.3070	20.4832	23.2093	25.1882
11	2.6032	3.0535	3.8157	4.5748	5.5778	17.2750	19.6751	21.9200	24.7250	26.7568
12	3.0738	3.5706	4.4038	5.2260	6.3038	18.5493	21.0261	23.3367	26.2170	28.2995
13	3.5650	4.1069	5.0088	5.8919	7.0415	19.8119	22.3620	24.7356	27.6882	29.8195
14	4.0747	4.6604	5.6287	6.5706	7.7895	21.0641	23.6848	26.1189	29.1412	31.3193
15	4.6009	5.2293	6.2621	7.2609	8.5468	22.3071	24.9958	27.4884	30.5779	32.8013
16	5.1422	5.8122	6.9077	7.9616	9.3122	23.5418	26.2962	28.8454	31.9999	34.2672
17	5.6972	6.4078	7.5642	8.6718	10.0852	24.7690	27.5871	30.1910	33.4087	35.7185
18	6.2648	7.0149	8.2307	9.3905	10.8649	25.9894	28.8693	31.5264	34.8053	37.1565
19	6.8440	7.6327	8.9065	10.1170	11.6509	27.2036	30.1435	32.8523	36.1909	38.5823
20	7.4338	8.2604	9.5908	10.8508	12.4426	28.4120	31.4104	34.1696	37.5662	39.9968
21	8.0337	8.8972	10.2829	11.5913	13.2396	29.6151	32.6706	35.4789	38.9322	41.4011
22	8.6427	9.5425	10.9823	12.3380	14.0415	30.8133	33.9244	36.7807	40.2894	42.7957
23	9.2604	10.1957	11.6886	13.0905	14.8480	32.0069	35.1725	38.0756	41.6384	44.1813
24	9.8862	10.8564	12.4012	13.8484	15.6587	33.1962	36.4150	39.3641	42.9798	45.5585
25	10.5197	11.5240	13.1197	14.6114	16.4734	34.3816	37.6525	40.6465	44.3141	46.9279
26	11.1602	12.1981	13.8439	15.3792	17.2919	35.5632	38.8851	41.9232	45.6417	48.2899
27	11.8076	12.8785	14.5734	16.1514	18.1139	36.7412	40.1133	43.1945	46.9629	49.6449
28	12.4613	13.5647	15.3079	16.9279	18.9392	37.9159	41.3371	44.4608	48.2782	50.9934
29	13.1211	14.2565	16.0471	17.7084	19.7677	39.0875	42.5570	45.7223	49.5879	52.3356
30	13.7867	14.9535	16.7908	18.4927	20.5992	40.2560	43.7730	46.9792	50.8922	53.6720

(Sumber: Friedrich Robert Helmert, 1916)

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa berdasarkan hasil Uji Chi-Square dengan derajat keyakinan Uji Chi-square sebesar 95 % atau $\alpha = 0.05$ dimana nilai tabel χ^2 pada tabel Chi-square seperti yang terlihat pada adalah 7.8147. Sedangkan tabel 4.6 memperlihatkan nilai hasil hitung Chi-square untuk semua pendekatan adalah 5.609; 5.612; 4.337; 5.935; 6.465; dan 5.853, itu

berarti model memenuhi syarat χ^2 hasil hitung $\leq \chi^2$ hasil tabel Chi-square sehingga model dinyatakan valid.

4.9 Analisis Kinerja Mikrosimulasi pada Kondisi Eksisting

Dari hasil parameter pada Tabel 4.6 kemudian akan digunakan untuk menghitung kinerja lalu lintas simpang empat Paal 10. Analisis yang dilakukan yaitu dengan mengambil nilai panjang antrian, tundaan kendaraan, dan kendaraan henti pada output Vissim. Sedangkan derajat kejenuhan diambil dari perhitungan pada formulir MKJI. Hasil observasi dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8 Hasil Analisis Kondisi Eksisting Pada Hari Senin 16 Januari 2023

Periode	Pendekat	Panjang Antrian (m)	Tundaan (det)	Kendaraan Henti (smp)	Derajat kejenuhan	ITP
07.00-08.00	SR	38	21.76	34	0.313	LOS_C
	KB	37	43.50	144	0.973	LOS_E
	LS	305	46.49	93	0.866	LOS_E
	PL	118	48.07	147	0.921	LOS_E
08.00-09.00	SR	34	24.50	48	0.338	LOS_C
	KB	51	42.76	156	0.993	LOS_E
	LS	200	39.84	67	0.706	LOS_D
	PL	70	42.73	106	0.810	LOS_E
09.00-10.00	SR	33	25.56	28	0.357	LOS_D
	KB	32	33.08	122	0.895	LOS_D
	LS	220	46.11	96	0.848	LOS_E
	PL	133	47.27	149	1.012	LOS_E
10.00-11.00	SR	51	27.27	45	0.363	LOS_D
	KB	63	42.84	134	1.026	LOS_E
	LS	342	48.33	133	1.109	LOS_E
	PL	122	47.99	215	1.218	LOS_E
11.00-12.00	SR	54	24.32	36	0.383	LOS_D
	KB	54	39.33	130	0.901	LOS_D
	LS	248	46.33	87	0.812	LOS_E
	PL	208	67.82	327	1.331	LOS_F
12.00-13.00	SR	36	25.34	36	0.330	LOS_D
	KB	35	39.16	125	0.849	LOS_D
	LS	188	47.30	86	0.748	LOS_E
	PL	187	65.01	239	1.099	LOS_F
13.00-14.00	SR	33	26.18	44	0.368	LOS_D
	KB	41	42.94	110	0.969	LOS_E
	LS	178	43.85	87	0.760	LOS_E

	PL	77	42.44	148	0.992	LOS_E
	SR	37	24.67	34	0.333	LOS_C
14.00- 15.00	KB	33	45.44	128	0.988	LOS_E
	LS	215	49.04	99	0.849	LOS_E
	PL	92	44.19	183	1.023	LOS_E
	SR	38	26.83	46	0.445	LOS_D
15.00- 16.00	KB	46	41.89	127	0.862	LOS_E
	LS	168	46.64	83	0.803	LOS_E
	PL	126	48.05	181	1.164	LOS_E
	SR	39	28.66	47	0.437	LOS_D
16.00- 17.00	KB	37	39.35	107	0.940	LOS_D
	LS	138	45.41	84	0.827	LOS_E
	PL	112	45.55	170	1.100	LOS_E

(Sumber: Hasil Vissim, 2023)

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat panjang antrian terbesar terjadi pukul 10.00–11.00 (jam puncak) pada ruas jalan Lingkar selatan sepanjang 342 m dan tundaan terbesar terjadi pukul 11.00–12.00 pada ruas jalan Lintas Sumatera (Arah Palembang) sebesar 67.82 detik. Sedangkan Indeks Tingkat Pelayanan simpang bersinyal dengan rata-rata bernilai E yang disebabkan oleh tundaan rata-rata pada setiap pendekat sepanjang periode 07.00–17.00 berkisar antara 40–60 detik (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997).

4.10 Analisis Kinerja Mikrosimulasi pada Kondisi Permodelan

Berdasarkan analisis kinerja mikrosimulasi lalu lintas pada simpang bersinyal Jalan Lintas Sumatera – Jalan Lingkar Barat 1 – Jalan Lingkar Selatan dengan menggunakan software Vissim diperoleh output nilai panjang antrian rata-rata, panjang antrian maksimum dan tundaan rata-rata yang cukup besar, sehingga perlu dilakukan upaya untuk merekayasa lalu lintas pada simpang tersebut. Terdapat beberapa cara untuk merekayasa lalu lintas pada simpang, seperti pelebaran pendekat, pengaturan fase, dan pengaturan ulang waktu sinyal lampu lalu lintas.

Pengaruh terbaik dari penambahan lebar pendekat akan diperoleh jika pelebaran dilakukan pada pendekat-pendekat dengan nilai FR kritis tertinggi. Perubahan fase sinyal, jika pendekat dengan arus berangkat terlawan (tipe O) dan rasio belok kanan (PRT) tinggi menunjukkan nilai FR kritis >0,8 suatu rencana fase alternatif dengan fase terpisah untuk lalu lintas belok kanan mungkin akan sesuai (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997). Karena sulitnya pelebaran pendekat simpang untuk dilakukan di daerah perkotaan, maka perubahan waktu sinyal merupakan solusi terbaik bila ditinjau dari segi ekonomis karena mudah direalisasikan di lapangan (Muhammad Syaikhu,

2016). Pengaturan non fisik ini bersifat lebih luwes daripada pengaturan secara fisik karena dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan. (Malkhamah, 1995). Sehingga rekayasa yang dapat dilakukan adalah optimasi sinyal lampu lalu lintas berupa perubahan waktu siklus atau waktu sinyal dan pengaturan fase. Adapun waktu siklus pada kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut

Tabel 4.9 Waktu Siklus Kondisi Eksisting

Nama Jalan / Kode Pendekat	Waktu Sinyal (det)			Waktu siklus (det)
	Merah	Hijau	Kuning	
Jl. Lingkar Barat 1 / SR	117	48	3	168
Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru) / KB	135	30	3	168
Jl. Lingkar Selatan / LS	128	37	3	168
Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) / PL	132	33	3	168

(Sumber: Data lapangan, 2023)

Setelah dilakukan pengaturan waktu siklus baru selanjutnya kembali melakukan proses running pada software Vissim untuk memperoleh hasil simulasi kinerja simpang. Adapun beberapa alternatif rekayasa lalu lintas simpang bersinyal yang dilakukan yaitu:

1. Alternatif 1, yaitu pengaturan 4 fase sama seperti eksisting dengan penurunan waktu siklus menjadi 153 detik serta pengurangan dan penambahan lama waktu hijau pada pendekat. Waktu siklus optimasi yang lebih rendah dibanding waktu siklus kondisi eksisting diharapkan dapat menurunkan derajat kejenuhan. Dalam menentukan lama waktu hijau digunakan rumus derajat kejenuhan sebagai berikut.

Penentuan lama waktu hijau Jl. Lingkar Barat 1 (SR):

$$DS = Q / C$$

$$DS = Q / S \times g / c$$

$$DS = Q \times c / S \times g$$

$$DS = 395 \times 153 / 3805 \times 18$$

$$DS = 60435 / 68490 = 0.882$$

Keterangan :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

Tabel 4.10 Waktu Siklus Alternatif 1

Nama Jalan / Kode Pendekat	Waktu Sinyal (det)			Waktu siklus (det)
	Merah	Hijau	Kuning	
Jl. Lingkar Barat 1 / SR	132	18	3	153
Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru) / KB	118	32	3	153
Jl. Lingkar Selatan / LS	108	42	3	153
Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) / PL	109	41	3	153

(Sumber: Data penelitian, 2023)

2. Alternatif 2, yaitu pengaturan 4 fase dengan peningkatan lama waktu hijau. Semakin panjang waktu hijau pada pendekat diharapkan dapat mengurangi derajat kejenuhan pada pendekat tersebut.

Tabel 4.11 Waktu Siklus Alternatif 2

Nama Jalan / Kode Pendekat	Waktu Sinyal (det)			Waktu siklus (det)
	Merah	Hijau	Kuning	
Jl. Lingkar Barat 1 / SR	135	20	3	158
Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru) / KB	125	30	3	158
Jl. Lingkar Selatan / LS	110	45	3	158
Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) / PL	112	43	3	158

(Sumber: Data penelitian, 2023)

4.11 Hasil Perbandingan Eksisting dan Permodelan

Hasil simulasi memperlihatkan perubahan waktu lampu lalu lintas dapat mempengaruhi panjang antrian, tundaan, kendaraan terhenti, derajat kejenuhan, serta indeks tingkat pelayanan simpang. Dari Gambar 4.3 telah diketahui bahwa jam puncak terjadi pada hari Senin periode 10.00–11.00. Oleh karena itu, kondisi eksisting yang menjadi acuan dalam perbandingan yaitu jam puncak periode 10.00–11.00. Adapun hasil perbandingan antara kondisi eksisting dan alternatif yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 Output Hasil Simulasi pada masing-masing alternatif

Periode	Pendekat	Derajat kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Kendaraan Henti (smp)	Tundaan (det/smp)	ITP
Eksisting	SR	0.363	52	45	27.27	LOS_D
	KB	1.009	64	134	42.84	LOS_E
	LS	1.109	342	133	48.33	LOS_E
	PL	1.218	123	215	47.99	LOS_E
Alternatif 1	SR	0.882	65	60	41.05	LOS_E
	KB	0.876	55	118	31.19	LOS_D

	LS	0.890	301	117	46.39	LOS_E
	PL	0.893	116	205	39.87	LOS_D
	SR	0.820	61	69	46.29	LOS_E
Alternatif	KB	0.949	59	120	36.35	LOS_D
2	LS	0.858	285	106	46.14	LOS_E
	PL	0.879	120	209	40.08	LOS_E

(Sumber: Hasil simulasi Vissim, 2023)

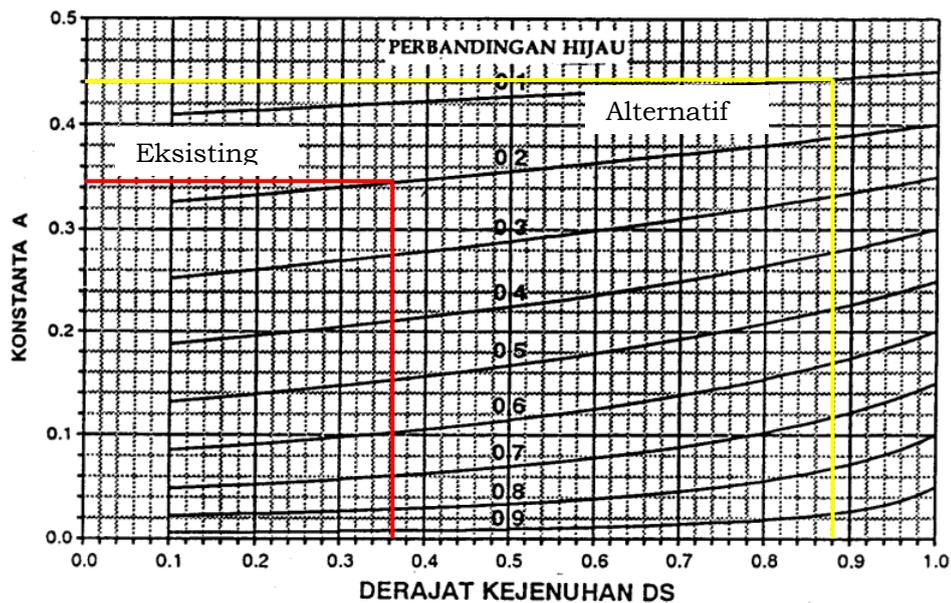
Seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2 bahwa derajat kejenuhan adalah perbandingan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997). Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi arus lalu lintas dan semakin rendah kapasitas simpang, maka semakin tinggi pula derajat kejenuhan pada simpang. Dengan adanya penambahan waktu hijau dan pengurangan waktu siklus pada pengaturan sinyal APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) membuat kapasitas pada simpang menjadi semakin tinggi sehingga derajat kejenuhan menjadi semakin rendah. Pada kondisi eksisting terdapat waktu siklus sebesar 168 detik kemudian pada alternatif 1 dan 2 waktu siklus dikurangi menjadi 153 detik dan 158 detik sehingga terjadi penurunan derajat kejenuhan. Pada pendekat Jl. Lingkar Barat 1 (SR) mengalami pengurangan lama waktu hijau yang pada kondisi eksisting sebesar 48 detik sedangkan pada alternatif 1 dan 2 menjadi 18 detik dan 20 detik sehingga derajat kejenuhan pada pendekat tersebut mengalami peningkatan dari 0.363 menjadi 0.882 dan 0.820.

Merujuk Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) panjang antrian didapat dengan mengalikan NQ_{MAX} dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. Sedangkan NQ_{MAX} diperoleh dari grafik NQ_{MAX} dengan jumlah antrian total (NQ) dimana semakin besar jumlah antrian total (NQ) semakin besar pula NQ_{MAX} . Jumlah antrian total (NQ) terdiri dari jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ditambah jumlah antrian yang datang selama fase merah. Dengan memperbesar lama waktu hijau serta memperkecil waktu merah pada tiap pendekat mengakibatkan jumlah antrian pada fase hijau sebelumnya serta jumlah antrian yang datang selama fase merah menjadi lebih kecil sehingga panjang antrian menjadi lebih pendek pula. Pada pendekat Jl. Lingkar Barat 1 (SR) mengalami pengurangan lama waktu hijau serta penambahan lama waktu merah sehingga panjang antrian pada pendekat tersebut mengalami kenaikan. Pada kondisi eksisting Jl. Lingkar Barat 1 (SR) terdapat lama waktu hijau sebesar 48 detik dan lama waktu merah sebesar 117 detik. Pada alternatif 1 terdapat lama waktu hijau sebesar 18 detik dan lama waktu merah sebesar 132

detik. Pada alternatif 2 terdapat lama waktu hijau sebesar 20 detik dan lama waktu merah sebesar 135 detik. Sehingga panjang antrian pada pendekat tersebut mengalami peningkatan dari 52 m menjadi 65 m dan 61 m.

Jumlah kendaraan terhenti (N_{sv}) diperoleh dari perkalian angka henti dengan arus lalu lintas. Angka henti (NS) masing-masing pendekat didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang. Adapun angka henti (NS) adalah fungsi dari jumlah antrian total tiap pendekat (NQ) dibagi dengan waktu siklus. (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997). Seperti yang telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya bahwa besarnya jumlah antrian total (NQ) dipengaruhi oleh lama fase hijau dan fase merah sehingga pengaturan sinyal APILL dapat mempengaruhi jumlah kendaraan terhenti pula. Pada pendekat Jl. Lingkar Barat 1 (SR) mengalami pengurangan lama waktu hijau serta penambahan lama waktu merah sehingga jumlah kendaraan terhenti pada pendekat tersebut mengalami kenaikan. Pada kondisi eksisting Jl. Lingkar Barat 1 (SR) terdapat lama waktu hijau sebesar 48 detik dan lama waktu merah sebesar 117 detik. Pada alternatif 1 terdapat lama waktu hijau sebesar 18 detik dan lama waktu merah sebesar 132 detik. Pada alternatif 2 terdapat lama waktu hijau sebesar 20 detik dan lama waktu merah sebesar 135 detik. Sehingga jumlah kendaraan terhenti pada pendekat tersebut mengalami peningkatan dari 45 smp menjadi 60 smp dan 69 smp.

Tundaan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang. Hambatan tersebut muncul jika kendaraan berhenti karena terjadinya antrian pada persimpangan sampai kendaraan itu keluar dari persimpangan karena kapasitas yang sudah tidak memadai. Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal yaitu lalu lintas dan geometrik (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997). Berdasarkan rumus tundaan lalu lintas oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) bahwa tundaan berbanding lurus terhadap konstanta A. Sedangkan berdasarkan grafik konstanta A terhadap derajat kejenuhan dapat dilihat bahwa semakin tinggi derajat kejenuhan maka semakin tinggi pula konstanta A. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa tundaan berbanding lurus terhadap derajat kejenuhan. Hal ini sesuai dengan hasil yang telah didapat dari output vissim dimana semakin tinggi derajat kejenuhan pada setiap pendekat, semakin tinggi pula tundaan pada pendekat tersebut. Adapun rumus tundaan serta grafik konstanta A terhadap derajat kejenuhan dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Penetapan Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT)
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Dapat dilihat pada Tabel 4.12 bahwa derajat kejenuhan pada pendekat Jl. Lingkar Barat 1 (SR) mengalami peningkatan sehingga mengakibatkan tundaan pada pendekat tersebut mengalami peningkatan pula. Pada kondisi eksisting Jl. Lingkar Barat 1 (SR) terdapat derajat kejenuhan sebesar 0.363. Pada alternatif 1 terdapat derajat kejenuhan sebesar 0.882. Pada alternatif 2 terdapat derajat kejenuhan sebesar 0.820. Sehingga tundaan pada pendekat tersebut mengalami peningkatan dari 27.27 det/smp menjadi 41.05 det/smp dan 46.29 det/smp.

Tingkat pelayanan adalah indikator yang dapat mencerminkan tingkat kenyamanan ruas jalan, yaitu perbandingan antara volume lalu lintas yang ada terhadap kapasitas jalan tersebut (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997). Tingkat-tingkat ini dinyatakan dengan huruf A yang merupakan tingkat pelayanan tertinggi sampai F yang merupakan tingkat pelayanan paling rendah.

Tabel 4.13 Tingkat Pelayanan Jalan

Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan Jalan	Keterangan
< 5	A	Baik Sekali
5,1 – 15	B	Baik
15,1 – 25	C	Sedang
25,1 – 40	D	Kurang
40,1 – 60	E	Buruk
> 60	F	Buruk Sekali

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Karena adanya perubahan tundaan antara kondisi eksisting dengan kondisi permodelan, maka terjadi perubahan pula pada Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) jalan. Pada kondisi eksisting Jl. Lingkar Barat 1 (SR) terdapat tundaan sebesar 27.27 det/smp. Sedangkan pada alternatif 1 terdapat tundaan sebesar 41.05 det/smp dan pada alternatif 2 sebesar 46.29 det/smp. Sehingga Indeks Tingkat Pelayanan jalan pada pendekat tersebut mengalami penurunan dari D (Kurang) menjadi E (Buruk).

Merujuk hasil kinerja model mikro-simulasi berdasarkan Tabel 4.12 memperlihatkan bahwa optimasi sinyal APILL pada simpang bersinyal dapat dilakukan dengan memperkecil waktu siklus dan memperpanjang waktu hijau. Dengan dua alternatif optimasi sinyal APILL yang diberikan, diperoleh hasil panjang antrian yang lebih pendek, tundaan yang lebih kecil, kendaraan terhenti yang lebih sedikit, derajat kejenuhan yang lebih kecil, serta indeks tingkat pelayanan jalan yang lebih baik dibanding dengan kondisi eksisting. Jika penentuan waktu sinyal sudah dikerjakan secara benar, derajat kejenuhan akan hampir sama dalam semua pendekat-pendekat kritis (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997). Sehingga dapat disimpulkan bahwa alternatif terbaik diantara dua alternatif yang diberikan adalah alternatif 1 karena menghasilkan derajat kejenuhan yang lebih merata dibanding alternatif 2 dengan derajat kejenuhan berturut-turut sebesar 0.882, 0.876, 0.890, dan 0.893. Panjang antrian pada alternatif 1 pendekat Jl. Lingkar Barat 1, Jl. Lintas Sumatera (arah Kota Baru), Jl. Lingkar Selatan, dan Jl. Lintas Sumatera (arah Palembang) berturut - turut yang semula sebesar 52 m, 64 m, 342 m, dan 123 m menjadi 65 m, 55 m, 301 m, dan 116 m. Sedangkan untuk nilai tundaan pada pendekat Jl. Lingkar Selatan memiliki waktu tundaan terbesar yaitu 48,33 detik berubah menjadi 46,39 detik, pendekat Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) yaitu 47,99 detik menjadi 39,87 detik, pendekat Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru) yaitu 42,84 detik menjadi 31,19 detik, dan pendekat Jl. Lingkar Barat 1 yaitu 27,27 detik menjadi 41.05 detik. Sehingga Indeks Tingkat Pelayanan Jalan pada pendekat Jl. Lintas Sumatera (arah Palembang) yang semula bernilai E berubah menjadi D, Jl. Lintas Sumatera (arah Kota Baru) yang semula bernilai E menjadi D, dan Jl. Lingkar Barat 1 yang semula bernilai D menjadi E.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan simulasi yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Hasil kinerja lalu lintas kondisi eksisting pada simpang empat Paal 10 Jl. Lingkar Barat 1 – Jl. Lintas Sumatera – Jl. Lingkar Selatan berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa derajat kejenuhan tertinggi terjadi pada jam puncak (10.00-11.00). Derajat kejenuhan menjadi faktor utama dalam penentuan kinerja simpang. Sedangkan Indeks Tingkat Pelayanan merupakan indikator yang dapat mencerminkan tingkat kenyamanan ruas jalan yang ditentukan dari besarnya tundaan. Sehingga semakin tinggi tundaan maka semakin buruk pula Indeks Tingkat Pelayanan pendekat tersebut. Pada jam puncak diperoleh derajat kejenuhan pada pendekat Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) sebesar 1,218 dengan tundaan 47,99 det/smp dan Indeks Tingkat Pelayanan E. Pendekat Jl. Lingkar Selatan sebesar 1,109 dengan tundaan 48,33 det/smp dan Indeks Tingkat Pelayanan E. Pendekat Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru) sebesar 1,026 dengan tundaan 42,84 det/smp dan Indeks Tingkat Pelayanan E. Pendekat Jl. Lingkar Barat 1 sebesar 0,363 dengan tundaan 27,27 det/smp dan Indeks Tingkat Pelayanan D.
- b. Kinerja simpang untuk upaya rekayasa lalu lintas dilakukan dengan dua alternatif yaitu optimasi waktu siklus dan fase sinyal. Alternatif pertama yaitu dengan menurunkan waktu siklus dari 168 detik menjadi 153 detik dan meningkatkan lama waktu hijau pada pendekat Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru), Jl. Lingkar Selatan, dan Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang). Alternatif kedua yaitu dengan menurunkan waktu siklus dari 168 detik menjadi 158 detik dan meningkatkan lama waktu hijau pada pendekat Jl. Lingkar Selatan dan Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) dengan tujuan mengurangi panjang antrian pada pendekat tersebut. Berdasarkan kedua alternatif tersebut, solusi terbaik untuk meningkatkan kinerja simpang bersinyal Jl. Lintas Sumatera – Jl. Lingkar Barat 1 – Jl. Lingkar Selatan adalah alternatif pertama karena menghasilkan derajat kejenuhan lebih rendah dari alternatif kedua maupun kondisi eksisting. Pada alternatif 1 diperoleh derajat kejenuhan pada Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang) sebesar 0,893 dengan tundaan 39,87 det/smp dan Indeks Tingkat Pelayanan D. Pendekat Jl.

Lingkar Selatan sebesar 0,890 dengan tundaan 46,39 det/smp dan Indeks Tingkat Pelayanan E. Pendekat Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru) sebesar 0,876 dengan tundaan 31,19 det/smp dan Indeks Tingkat Pelayanan D. Pendekat Jl. Lingkar Barat 1 sebesar 0,882 dengan tundaan 41,05 det/smp dan Indeks Tingkat Pelayanan E.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, dapat direkomendasikan berbagai saran yang terkait pada penelitian ini:

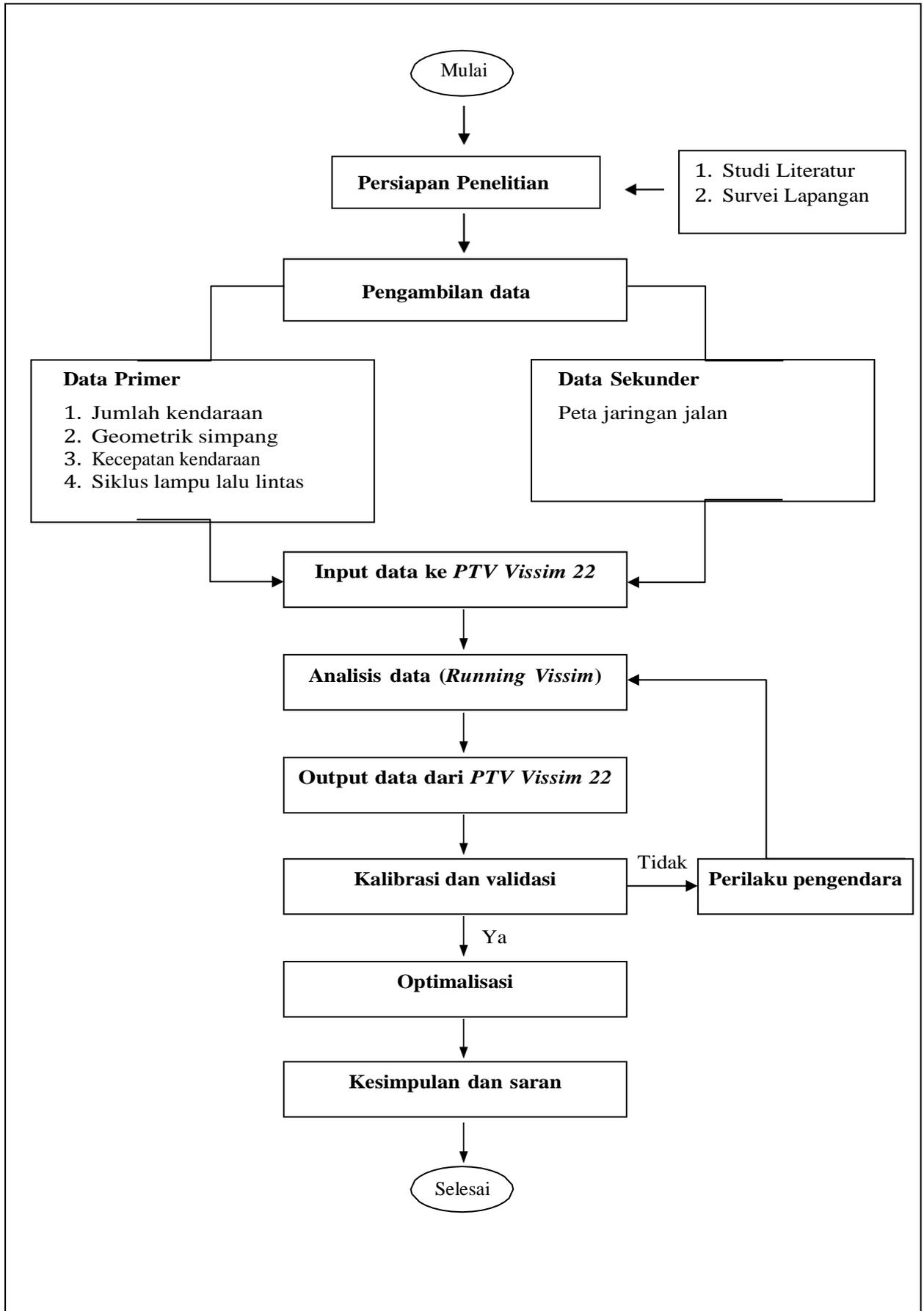
- a. Perlu adanya penelitian selanjutnya untuk pembenahan terhadap sistem manajemen lalu lintas, baik manajemen di simpang maupun ruas jalan sekitar simpang, dan penelitian lebih lanjut mengenai perilaku pengemudi di Jambi secara lebih detail, mengenai jarak *car following*, *lane change*, *car lateral*, ataupun perilaku pengemudi pada simpang bersinyal.
- b. Perlunya dilakukan kalibrasi dan validasi dengan menggunakan panjang antrian dan volume kendaraan sebagai pembanding model simulasi yang telah dilakukan.
- c. Sebaiknya dilakukan survey dengan optimalisasi waktu jam 17.00 keatas untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- Nindita, F.A. 2020. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus: Simpang Ngabean Yogyakarta)*. Diakses 24 Oktober 2022, dari Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Ulfah, M. 2017. *Mikrosimulasi Lalu Lintas Pada Simpang Tiga Dengan Software Vissim (Studi Kasus: Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Let. Jend. Hertasning dan Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Rappocini Raya)*. Diakses 24 Oktober 2022, dari Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi.
- Mariadi, Nanang. *Jambi memiliki cadangan 1,9 miliar ton batu bara kendala angkutan harus segera tuntas*. Diakses 25 Oktober 2022, dari Antara Jambi.
- Sudirjo, S.A. 2023. *Analisis Hubungan Kinerja Ruas Jalan terhadap Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) pada Jalan Nasional Lingkar Timur I Kota Jambi*. 6 (1), 28-37. *Jurnal Talenta Sipil*. Diakses 26 Oktober 2022, dari Universitas Batanghari.
- Syarifudin. 2020. *Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Pada Ruas Jalan Bung Karno Dengan Metode MKJI (1997)*. Diakses 27 Oktober 2022, dari Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Almasyah, S.A. 2022. *Pengaruh Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) terhadap Derajat Kejenuhan dan Kecepatan pada Jalan Kol. Polisi M. Taher Kota Jambi*. 5 (1), 64-71. *Jurnal Talenta Sipil*. Diakses 9 November 2022, dari Universitas Batanghari.
- Misdalena, F. 2019. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Jakabaring menggunakan Program Microsimulator Vissim 8.00*. 7 (1), 35-41. *Jurnal Desiminasi Teknologi*. Diakses 20 Desember 2022, dari Universitas Tridinanti Palembang.
- Putra, R.A.E. dan F. Ramanda. 2018. *Optimasi Green Time Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan PTV Vissim Dalam Meningkatkan Kinerja Simpang (Studi Kasus: Simpang Way Halim Bandar Lampung)*. 6 (2), 108-117. *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. Diakses 4 Januari 2023, dari Institut Teknologi Sumatera.
- Sundawa, D.A.I. 2022. *Kinerja Simpang Tak Bersinyal Saat Acara Wisuda Ke-98 Universitas Jambi Menggunakan Software PTV Vissim 22 (Studi Kasus: Depan Universitas Jambi, Jl. Jambi - Ma. Bulian)*. Diakses 27 Desember 2022, dari Universitas Jambi.

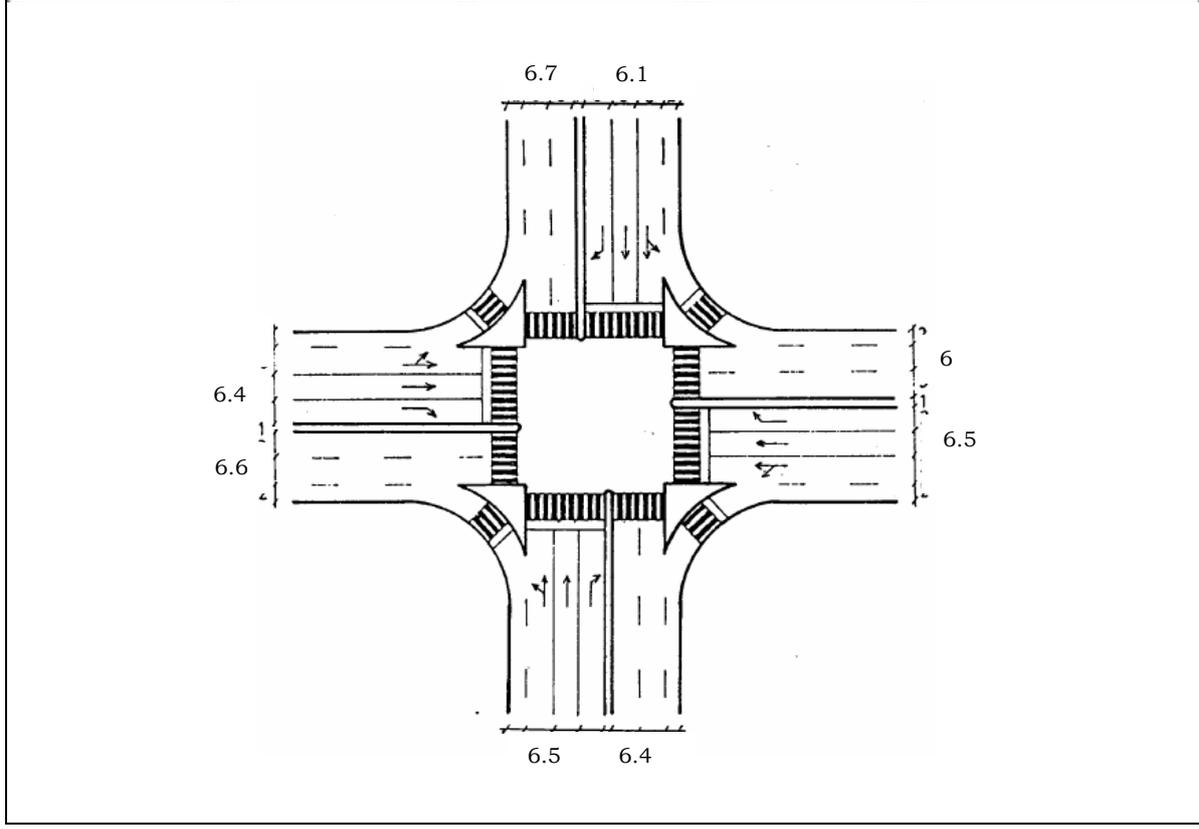
- Riana, H. 2022. *Kinerja Ruas Jalan Tanpa Lajur Khusus Sepeda Dan Dengan Adanya Lajur Sepeda (Studi Kasus: Jl. Soemantri Brojonegoro Kota Jambi)*. 5 (1), 93-100. Jurnal Talenta Sipil. Diakses 15 Agustus 2023, dari Universitas Batanghari.
- Syaikhu, Muhammad dan E. Widodo. 2016. *Analisa Kapasitas dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kampus Simpang Tiga Purwosari Kabupaten Pasuruan)*. 1 (1), 1-9. Jurnal Reka Buana. Diakses 26 Agustus 2023, dari Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang.

LAMPIRAN



SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-I: GEOMETRI PENGATURAN LALU LINTAS LINGKUNGAN	Tanggal: 16 Januari 2023	Ditangani oleh: Pradana Alimukti
	Kota:	Kota Jambi
	Simpang:	Simpang empat Paal 10
	Ukuran kota:	0.61 Juta
	Perihal:	4 - Fase
	Periode:	07.00 - 17.00

FASE SINYAL YANG ADA				
$g =$ $IG =$	48 5	$g =$ $IG =$	30 5	$g =$ $IG =$
37 5	$g =$ $IG =$	33 5	$Waktu siklus:$ $C = 168$	$Waktu hilang total:$ $LTI = \sum IG = 20$



KONDISI LAPANGAN										
Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi/Rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar Pendekat (m)			
							Pendekat (Wa)	Masuk W_{masuk}	WLT OR	Keluar W_{keluar}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SR	Res	Tinggi	Ya		Ya		6.4	6.4		6
KB	Com	Rendah	Ya		Ya		6.1	6.1		6.4
LS	Com	Tinggi	Ya		Ya		6.5	6.5		6.6
PL	Com	Tinggi	Ya		Ya		6.5	6.5		6.7

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal: 16 Januari 2023										Ditangani oleh: Pradana							
Formulir SIG-II:		Kota: Kota Jambi																	
ARUS LALU LINTAS		Simpang: Simpang empat Paal 10										Perihal: 4 - Fase hijau awal							
												Periode: Jam puncak							
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)														Tak Bermotor			
		Kendaraan ringan (LV)				Kendaraan berat (HV)				Sepeda motor (MC)				Kendaraan bermotor total (MV)		Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1			emp terlindung	1.3			emp terlindung	0.2								
		emp terlawan	1			emp terlawan	1.3			emp terlawan	0.4								
Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		P LT	P RT	Kend/Jam	Rumus	
	Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Rumus	Rumus					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
SR	LT/LTOR	35	35	35	4	5.2	5.2	114	22.8	45.6	153	63	85.8	0.16		0			
	ST	26	26	26	79	102.7	102.7	37	7.4	14.8	142	136.1	143.5			0			
	RT	79	79	79	73	94.9	94.9	110	22	44	262	195.9	217.9		0.49	0			
	TOTAL	140	140	140	156	202.8	202.8	261	52.2	104.4	557	395	447.2	0.16	0.49	0	0.00		
KB	LT/LTOR	78	78	78	19	24.7	24.7	235	47	94	332	149.7	196.7	0.25		0			
	ST	204	204	204	53	68.9	68.9	339	67.8	135.6	596	340.7	408.5			0			
	RT	45	45	45	29	37.7	37.7	74	14.8	29.6	148	97.5	112.3		0.16	0			
	TOTAL	327	327	327	101	131.3	131.3	648	129.6	259.2	1076	587.9	717.5	0.25	0.16	0	0.00		
LS	LT/LTOR	149	149	149	127	165.1	165.1	221	44.2	88.4	497	358.3	402.5	0.45		0			
	ST	32	32	32	234	304.2	304.2	43	8.6	17.2	309	344.8	353.4			0			
	RT	52	52	52	19	24.7	24.7	104	20.8	41.6	175	97.5	118.3		0.14	0			
	TOTAL	233	233	233	380	494	494	368	73.6	147.2	981	800.6	874.2	0.45	0.14	0	0.00		
PL	LT/LTOR	41	41	41	84	109.2	109.2	72	14.4	28.8	197	164.6	179	0.20		0			
	ST	343	343	343	55	71.5	71.5	638	127.6	255.2	1036	542.1	669.7			0			
	RT	20	20	20	61	79.3	79.3	39	7.8	15.6	120	107.1	114.9		0.12	0			
	TOTAL	404	404	404	200	260	260	749	149.8	299.6	1353	813.8	963.6	0.20	0.12	0	0.00		

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal: 16 Januari 2023										Ditangani oleh: Pradana					
Formulir SIG-II:		Kota: Kota Jambi															
ARUS LALU LINTAS		Simpang: Simpang empat Paal 10										Perihal: 4 - Fase hijau awal					
												Periode: 07.00 - 08.00					

Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)														Tak Bermotor			
		Kendaraan ringan (LV)				Kendaraan berat (HV)				Sepeda motor (MC)				Kendaraan bermotor total (MV)		Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1			emp terlindung	1.3			emp terlindung	0.2								
		emp terlawan	1			emp terlawan	1.3			emp terlawan	0.4								
Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		P LT	P RT	Kend/Jam	Rumus	
	Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rumus	Rumus			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
SR	LT/LTOR	39	39	39	4	5	5	199	40	80	242	84	124	0.25		0			
	ST	18	18	18	37	48	48	95	19	38	150	85	104			0			
	RT	68	68	68	55	72	72	118	24	47	241	163	187		0.45	0			
	TOTAL	125	125	125	96	125	125	412	82	165	633	332	415	0.25	0.45	0	0.00		
KB	LT/LTOR	63	63	63	21	27	27	249	50	100	333	140	190	0.25		0			
	ST	222	222	222	30	39	39	387	77	155	639	338	416			0			
	RT	46	46	46	15	20	20	118	24	47	179	89	113		0.16	0			
	TOTAL	331	331	331	66	86	86	754	151	302	1151	568	718	0.25	0.16	0	0.00		
LS	LT/LTOR	61	61	61	132	172	172	162	32	65	355	265	297	0.42		0			
	ST	38	38	38	181	235	235	58	12	23	277	285	297			0			
	RT	33	33	33	23	30	30	73	15	29	129	78	92		0.13	0			
	TOTAL	132	132	132	336	437	437	293	59	117	761	627	686	0.42	0.13	0	0.00		
PL	LT/LTOR	36	36	36	83	108	108	134	27	54	253	171	198	0.28		0			
	ST	199	199	199	43	56	56	446	89	178	688	344	433			0			
	RT	20	20	20	49	64	64	70	14	28	139	98	112		0.15	0			
	TOTAL	255	255	255	175	228	228	650	130	260	1080	613	743	0.28	0.15	0	0.00		

SIMPANG BERSINYAL			Tanggal: 16 Januari 2023										Ditangani oleh: Pradana								
Formulir SIG-II:			Kota: Kota Jambi																		
ARUS LALU LINTAS													Perihal: 4 - Fase hijau awal								
													Periode: 08.00 - 09.00								
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)														Tak Bermotor					
		Kendaraan ringan (LV)				Kendaraan berat (HV)				Sepeda motor (MC)				Kendaraan bermotor total (MV)				Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1			emp terlindung	1.3			emp terlindung	0.2										
		emp terlawan	1			emp terlawan	1.3			emp terlawan	0.4										
Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		PLT	P RT	Kend/Jam	Rumus			
	Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rumus	Rumus					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
SR	LT/LTOR	27	27	27	5	7	7	175	35	70	207	69	104	0.19		0					
	ST	19	19	19	52	68	68	114	23	46	185	109	132			0					
	RT	71	71	71	66	86	86	150	30	60	287	187	217		0.48	0					
	TOTAL	117	117	117	123	160	160	439	88	176	679	365	453	0.19	0.48	0	0.00				
KB	LT/LTOR	67	67	67	26	34	34	289	58	116	382	159	216	0.27		0					
	ST	205	205	205	24	31	31	400	80	160	629	316	396			0					
	RT	52	52	52	21	27	27	127	25	51	200	105	130		0.18	0					
	TOTAL	324	324	324	71	92	92	816	163	326	1211	580	743	0.27	0.18	0	0.00				
LS	LT/LTOR	55	55	55	87	113	113	141	28	56	283	196	225	0.38		0					
	ST	40	40	40	146	190	190	62	12	25	248	242	255			0					
	RT	30	30	30	29	38	38	64	13	26	123	81	93		0.16	0					
	TOTAL	125	125	125	262	341	341	267	53	107	654	519	572	0.38	0.16	0	0.00				
PL	LT/LTOR	38	38	38	73	95	95	83	17	33	194	150	166	0.28		0					
	ST	160	160	160	42	55	55	391	78	156	593	293	371			0					
	RT	22	22	22	50	65	65	62	12	25	134	99	112		0.17	0					
	TOTAL	220	220	220	165	215	215	536	107	214	921	542	649	0.28	0.17	0	0.00				

SIMPANG BERSINYAL			Tanggal: 16 Januari 2023										Ditangani oleh: Pradana								
Formulir SIG-II:			Kota: Kota Jambi																		
ARUS LALU LINTAS													Perihal: 4 - Fase hijau awal								
													Periode: 09.00 - 10.00								
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)														Tak Bermotor					
		Kendaraan ringan (LV)				Kendaraan berat (HV)				Sepeda motor (MC)				Kendaraan bermotor total (MV)				Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1			emp terlindung	1.3			emp terlindung	0.2										
		emp terlawan	1			emp terlawan	1.3			emp terlawan	0.4										
Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		PLT	P RT	Kend/Jam	Rumus			
	Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rumus	Rumus					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
SR	LT/LTOR	41	41	41	6	8	8	187	37	75	234	86	124	0.23		0					
	ST	21	21	21	75	98	98	59	12	24	155	130	142			0					
	RT	53	53	53	68	88	88	87	17	35	208	159	176		0.40	0					
	TOTAL	115	115	115	149	194	194	333	67	133	597	375	442	0.23	0.40	0	0.00				
KB	LT/LTOR	65	65	65	12	16	16	267	53	107	344	134	187	0.26		0					
	ST	189	189	189	39	51	51	312	62	125	540	302	365			0					
	RT	42	42	42	19	25	25	92	18	37	153	85	104		0.16	0					
	TOTAL	296	296	296	70	91	91	671	134	268	1037	521	655	0.26	0.16	0	0.00				
LS	LT/LTOR	70	70	70	110	143	143	170	34	68	350	247	281	0.40		0					
	ST	39	39	39	174	226	226	62	12	25	275	278	290			0					
	RT	38	38	38	34	44	44	77	15	31	149	98	113		0.17	0					
	TOTAL	147	147	147	318	413	413	309	62	124	774	622	684	0.40	0.17	0	0.00				
PL	LT/LTOR	36	36	36	87	113	113	97	19	39	220	169	188	0.25		0					
	ST	233	233	233	57	74	74	443	89	177	733	396	484			0					
	RT	21	21	21	63	82	82	50	10	20	134	113	123		0.15	0					
	TOTAL	290	290	290	207	269	269	590	118	236	1087	677	795	0.25	0.15	0	0.00				

SIMPANG BERSINYAL					Tanggal: 16 Januari 2023							Ditangani oleh: Pradana					
Formulir SIG-II:					Kota: Kota Jambi												
ARUS LALU LINTAS												Perihal: 4 - Fase hijau awal					
												Periode: 11.00 - 12.00					
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)													Tak Bermotor		
		Kendaraan ringan (LV)			Kendaraan berat (HV)			Sepeda motor (MC)			Kendaraan bermotor total (MV)			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1	emp terlawan	1.3	emp terlindung	0.2	emp terlawan	0.4								
		emp terlawan	1	emp terlawan	1.3	emp terlawan	0.4	emp terlawan	0.4								
Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		PLT	PRT	Kend/Jam	Rumus		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SR	LT/LTOR	37	37	37	9	12	12	116	23	46	162	72	95	0.18		0	
	ST	28	28	28	92	120	120	55	11	22	175	159	170			0	
	RT	65	65	65	72	94	94	105	21	42	242	180	201		0.43	0	
	TOTAL	130	130	130	173	225	225	276	55	110	579	410	465	0.18	0.43	0	0.00
KB	LT/LTOR	48	48	48	20	26	26	272	54	109	340	128	183	0.24		0	
	ST	182	182	182	33	43	43	337	67	135	552	292	360			0	
	RT	39	39	39	43	56	56	72	14	29	154	109	124		0.19	0	
	TOTAL	269	269	269	96	125	125	681	136	272	1046	530	666	0.24	0.19	0	0.00
LS	LT/LTOR	118	118	118	89	116	116	161	32	64	368	266	298	0.45		0	
	ST	37	37	37	139	181	181	42	8	17	218	226	235			0	
	RT	48	48	48	28	36	36	81	16	32	157	101	117		0.18	0	
	TOTAL	203	203	203	256	333	333	284	57	114	743	593	649	0.45	0.18	0	0.00
PL	LT/LTOR	33	33	33	95	124	124	69	14	28	197	170	184	0.19		0	
	ST	343	343	343	85	111	111	714	143	286	1142	596	739			0	
	RT	32	32	32	61	79	79	82	16	33	175	128	144		0.14	0	
	TOTAL	408	408	408	241	313	313	865	173	346	1514	894	1067	0.19	0.14	0	0.00

SIMPANG BERSINYAL			Tanggal: 16 Januari 2023										Ditangani oleh: Pradana							
Formulir SIG-II:			Kota: Kota Jambi																	
ARUS LALU LINTAS													Perihal: 4 - Fase hijau awal							
													Periode: 12.00 - 13.00							
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)														Tak Bermotor				
		Kendaraan ringan (LV)				Kendaraan berat (HV)				Sepeda motor (MC)				Kendaraan bermotor total (MV)			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1	emp terlawan	1	emp terlindung	1.3	emp terlawan	1.3	emp terlindung	0.2	emp terlawan	0.4							
		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		PLT	PRT	Kend/Jam	Rumus			
	Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rumus	Rumus	Jam	Rumus					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
SR	LT/LTOR	32	32	32	4	5	5	117	23	47	153	61	84	0.17		0				
	ST	24	24	24	70	91	91	50	10	20	144	125	135			0				
	RT	57	57	57	73	95	95	92	18	37	222	170	189		0.46	0				
	TOTAL	113	113	113	147	191	191	259	52	104	519	356	408	0.17	0.46	0	0.00			
KB	LT/LTOR	52	52	52	18	23	23	295	59	118	365	134	193	0.27		0				
	ST	178	178	178	24	31	31	367	73	147	569	283	356			0				
	RT	37	37	37	14	18	18	100	20	40	151	75	95		0.15	0				
	TOTAL	267	267	267	56	73	73	762	152	305	1085	492	645	0.27	0.15	0	0.00			
LS	LT/LTOR	87	87	87	82	107	107	124	25	50	293	218	243	0.39		0				
	ST	39	39	39	140	182	182	34	7	14	213	228	235			0				
	RT	61	61	61	21	27	27	106	21	42	188	110	131		0.21	0				
	TOTAL	187	187	187	243	316	316	264	53	106	694	556	609	0.39	0.21	0	0.00			
PL	LT/LTOR	51	51	51	91	118	118	146	29	58	288	199	228	0.27		0				
	ST	237	237	237	56	73	73	545	109	218	838	419	528			0				
	RT	26	26	26	58	75	75	54	11	22	138	112	123		0.14	0				
	TOTAL	314	314	314	205	267	267	745	149	298	1264	730	879	0.27	0.14	0	0.00			

SIMPANG BERSINYAL			Tanggal: 16 Januari 2023										Ditangani oleh: Pradana							
Formulir SIG-II:			Kota: Kota Jambi																	
ARUS LALU LINTAS													Perihal: 4 - Fase hijau awal							
													Periode: 13.00 - 14.00							
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)														Tak Bermotor				
		Kendaraan ringan (LV)				Kendaraan berat (HV)				Sepeda motor (MC)				Kendaraan bermotor total (MV)			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1	emp terlawan	1	emp terlindung	1.3	emp terlawan	1.3	emp terlindung	0.2	emp terlawan	0.4							
		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		P LT	P RT	Kend/Jam	Rumus			
	Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rumus	Rumus	Jam	Rumus					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
SR	LT/LTOR	38	38	38	8	10	10	110	22	44	156	70	92	0.18		0				
	ST	33	33	33	69	90	90	46	9	18	148	132	141			0				
	RT	61	61	61	90	117	117	91	18	36	242	196	214		0.48	0				
	TOTAL	132	132	132	167	217	217	247	49	99	546	399	448	0.18	0.48	0	0.00			
KB	LT/LTOR	79	79	79	19	25	25	312	62	125	410	166	229	0.30		0				
	ST	192	192	192	29	38	38	383	77	153	604	306	383			0				
	RT	50	50	50	16	21	21	76	15	30	142	86	101		0.14	0				
	TOTAL	321	321	321	64	83	83	771	154	308	1156	558	713	0.30	0.14	0	0.00			
LS	LT/LTOR	63	63	63	115	150	150	107	21	43	285	234	255	0.42		0				
	ST	42	42	42	130	169	169	37	7	15	209	218	226			0				
	RT	66	66	66	16	21	21	118	24	47	200	110	134		0.22	0				
	TOTAL	171	171	171	261	339	339	262	52	105	694	563	615	0.42	0.22	0	0.00			
PL	LT/LTOR	58	58	58	80	104	104	179	36	72	317	198	234	0.30		0				
	ST	224	224	224	34	44	44	425	85	170	683	353	438			0				
	RT	21	21	21	56	73	73	60	12	24	137	106	118		0.15	0				
	TOTAL	303	303	303	170	221	221	664	133	266	1137	657	790	0.30	0.15	0	0.00			

SIMPANG BERSINYAL					Tanggal: 16 Januari 2023							Ditangani oleh: Pradana							
Formulir SIG-II:					Kota: Kota Jambi														
ARUS LALU LINTAS												Perihal: 4 - Fase hijau awal							
												Periode: 14.00 - 15.00							
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)														Tak Bermotor			
		Kendaraan ringan (LV)				Kendaraan berat (HV)				Sepeda motor (MC)				Kendaraan bermotor total (MV)		Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1			emp terlindung	1.3			emp terlindung	0.2								
		emp terlawan	1			emp terlawan	1.3			emp terlawan	0.4								
Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		P LT	P RT	Kend/Jam	Rumus	
	Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rumus	Rumus			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
SR	LT/LTOR	30	30	30	7	9	9	110	22	44	147	61	83	0.17		0			
	ST	32	32	32	65	85	85	73	15	29	170	131	146			0			
	RT	59	59	59	64	83	83	120	24	48	243	166	190		0.45	0			
	TOTAL	121	121	121	136	177	177	303	61	121	560	358	419	0.17	0.45	0	0.00		
KB	LT/LTOR	80	80	80	18	23	23	335	67	134	433	170	237	0.30		0			
	ST	206	206	206	26	34	34	374	75	150	606	315	389			0			
	RT	39	39	39	18	23	23	115	23	46	172	85	108		0.15	0			
	TOTAL	325	325	325	62	81	81	824	165	330	1211	570	735	0.30	0.15	0	0.00		
LS	LT/LTOR	100	100	100	111	144	144	120	24	48	331	268	292	0.43		0			
	ST	45	45	45	149	194	194	30	6	12	224	245	251			0			
	RT	71	71	71	15	20	20	102	20	41	188	111	131		0.19	0			
	TOTAL	216	216	216	275	358	358	252	50	101	743	624	674	0.43	0.19	0	0.00		
PL	LT/LTOR	60	60	60	86	112	112	175	35	70	321	207	242	0.31		0			
	ST	228	228	228	32	42	42	440	88	176	700	358	446			0			
	RT	24	24	24	62	81	81	42	8	17	128	113	121		0.15	0			
	TOTAL	312	312	312	180	234	234	657	131	263	1149	677	809	0.31	0.15	0	0.00		

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal: 16 Januari 2023											Ditangani oleh: Pradana							
Formulir SIG-II:		Kota: Kota Jambi																		
ARUS LALU LINTAS													Perihal: 4 - Fase hijau awal							
													Periode: 15.00 - 16.00							
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)														Tak Bermotor				
		Kendaraan ringan (LV)				Kendaraan berat (HV)				Sepeda motor (MC)				Kendaraan bermotor total (MV)			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1			emp terlindung	1.3			emp terlindung	0.2									
		emp terlawan	1			emp terlawan	1.3			emp terlawan	0.4									
Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		P LT	P RT	Kend/Jam	Rumus		
	Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rumus	Rumus				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
SR	LT/LTOR	70	70	70	7	9	9	157	31	63	234	111	142	0.23		0				
	ST	37	37	37	71	92	92	57	11	23	165	141	152			0				
	RT	82	82	82	100	130	130	116	23	46	298	235	258		0.47	0				
	TOTAL	189	189	189	178	231	231	330	66	132	697	486	552	0.23	0.47	0	0.00			
KB	LT/LTOR	53	53	53	17	22	22	251	50	100	321	125	176	0.25		0				
	ST	187	187	187	26	34	34	342	68	137	555	289	358			0				
	RT	41	41	41	25	33	33	80	16	32	146	90	106		0.17	0				
	TOTAL	281	281	281	68	88	88	673	135	269	1022	504	639	0.25	0.17	0	0.00			
LS	LT/LTOR	76	76	76	134	174	174	133	27	53	343	277	303	0.48		0				
	ST	33	33	33	137	178	178	29	6	12	199	217	223			0				
	RT	46	46	46	17	22	22	98	20	39	161	88	107		0.17	0				
	TOTAL	155	155	155	288	374	374	260	52	104	703	581	633	0.48	0.17	0	0.00			
PL	LT/LTOR	84	84	84	100	130	130	191	38	76	375	252	290	0.33		0				
	ST	241	241	241	30	39	39	494	99	198	765	379	478			0				
	RT	37	37	37	72	94	94	36	7	14	145	138	145		0.16	0				
	TOTAL	362	362	362	202	263	263	721	144	288	1285	769	913	0.33	0.16	0	0.00			

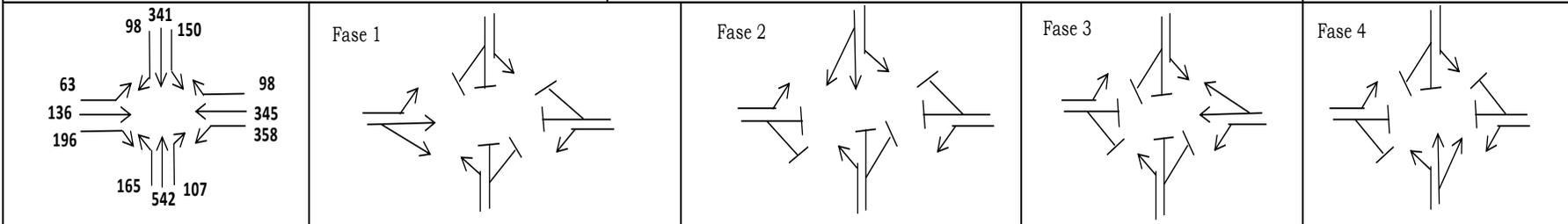
SIMPANG BERSINYAL			Tanggal: 16 Januari 2023										Ditangani oleh: Pradana							
Formulir SIG-II:			Kota: Kota Jambi																	
ARUS LALU LINTAS													Perihal: 4 - Fase hijau awal							
													Periode: 16.00 - 17.00							
Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor (MV)														Tak Bermotor				
		Kendaraan ringan (LV)				Kendaraan berat (HV)				Sepeda motor (MC)				Kendaraan bermotor total (MV)			Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung	1			emp terlindung	1.3			emp terlindung	0.2									
		emp terlawan	1			emp terlawan	1.3			emp terlawan	0.4									
Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		Kend/Jam	Smp/Jam		PLT	P RT	Kend/Jam	Rumus		
	Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan	Rumus	Rumus				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
SR	LT/LTOR	54	54	54	3	4	4	166	33	66	223	91	124	0.19		0				
	ST	38	38	38	91	118	118	46	9	18	175	166	175			0				
	RT	78	78	78	83	108	108	126	25	50	287	211	236		0.44	0				
	TOTAL	170	170	170	177	230	230	338	68	135	685	468	535	0.19	0.44	0	0.00			
KB	LT/LTOR	68	68	68	26	34	34	321	64	128	415	166	230	0.31		0				
	ST	192	192	192	20	26	26	384	77	154	596	295	372			0				
	RT	38	38	38	17	22	22	102	20	41	157	81	101		0.14	0				
	TOTAL	298	298	298	63	82	82	807	161	323	1168	541	703	0.31	0.14	0	0.00			
LS	LT/LTOR	85	85	85	111	144	144	182	36	73	378	266	302	0.44		0				
	ST	37	37	37	148	192	192	33	7	13	218	236	243			0				
	RT	53	53	53	22	29	29	114	23	46	189	104	127		0.19	0				
	TOTAL	175	175	175	281	365	365	329	66	132	785	606	672	0.44	0.19	0	0.00			
PL	LT/LTOR	64	64	64	93	121	121	213	43	85	370	228	270	0.31		0				
	ST	245	245	245	31	40	40	479	96	192	755	381	477			0				
	RT	31	31	31	60	78	78	41	8	16	132	117	125		0.14	0				
	TOTAL	340	340	340	184	239	239	733	147	293	1257	726	872	0.31	0.14	0	0.00			

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-III: WAKTU ANTAR HIJAU WAKTU HILANG		Tanggal: 16 Januari 2023						
		Ditangani oleh: Pradana Alimukti						
		Kota: Kota Jambi						
		Simpang: Simpang empat Paal 10						
		Perihal: 4 - fase hijau						
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG						Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan	Pendekat	SR	KB	LS	PL		
	Ve m/det	Kecepatan V_A m/det	10	10	10	10		
SR	10	Jarak berangkat - datang (m)*		17+5-11				
		Waktu berangkat - datang (det)**		1.7+0.5-1.1				1.1
KB	10	Jarak berangkat - datang (m)*			20+5-13			
		Waktu berangkat - datang (det)**			2.0+0.5-1.3			1.2
LS	10	Jarak berangkat - datang (m)*				20+5-8		
		Waktu berangkat - datang (det)**				2.0+0.5-0.8		1.7
PL	10	Jarak berangkat - datang (m)*	17+5-10					
		Waktu berangkat - datang (det)**	1.7+0.5-1.0					1.2
		Jarak berangkat - datang (m)*						
		Waktu berangkat - datang (det)**						
		Jarak berangkat - datang (m)*						
		Waktu berangkat - datang (det)**						
		Penentuan waktu merah semua						
		Fase 1 --> Fase 2						2
		Fase 2 --> Fase 3						2
		Fase 3 --> Fase 4						2
		Fase 4 --> Fase 1						2
		Waktu Kuning Total (3 det/fase)						12
		Waktu Hilang Total (LTI) = Merah semua total + waktu kuning (det/siklus)						20

SIMPANG BERSINYAL									Tanggal: 16 Januari 2023							Ditangani oleh: Pradana Alimukti																				
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL									Kota: Kota Jambi							Perihal: 4 - fase hijau																				
DAN KAPASITAS									Simpang: Simpang empat Paal 10							Peiode: Jam Puncak pagi-sore																				
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau								Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C														
			P LTOR	P LT	P RT	Q RT	Q RT0		Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau S																				
										Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P																						
										Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23														
SR	1	P	0.16		0.49			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.13	0.97	3805	395	0.104	0.135	48	1087	0.363														
KB	2	P	0.25		0.16			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.96	3263	588	0.180	0.235	30	583	1.009														
LS	3	P	0.45		0.14			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.93	3277	801	0.244	0.318	37	722	1.109														
PL	4	P	0.20		0.12			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.03	0.97	3401	814	0.239	0.312	33	668	1.218														
Waktu hilang total L LTI (det)			20		Waktu siklus pra penyesuaian cuaca			150.60									IFR =																			
					Waktu siklus disesuaikan c			168									Σfrcrit		0.768																	

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal: 16 Januari 2023							Ditangani oleh: Pradana Alimukti																				
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL										Kota: Kota Jambi							Perihal: 4 - fase hijau																				
DAN KAPASITAS										Simpang: Simpang empat Paal 10							Peiode: Alternatif 1																				
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau									Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C														
			P	PLT	PRT	QRT	QRT0		Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau S																					
										Semua tipe pendekat							Hanya Tipe P																				
										Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT		Belok Kanan							Belok Kiri													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23															
SR	1	P	0.16		0.49			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.13	0.97	3805	395	0.104	0.135	35	979	0.403															
KB	2	P	0.25		0.16			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.96	3263	588	0.180	0.235	20	480	1.225															
LS	3	P	0.45		0.14			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.93	3277	801	0.244	0.318	32	771	1.038															
PL	4	P	0.20		0.12			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.03	0.97	3401	814	0.239	0.312	29	725	1.122															
Waktu hilang total L LTI (det)			20		Waktu siklus pra penyesuaian cua			150.60										IFR =																			
					Waktu siklus disesuaikan c			136										Σfrcrit		0.768																	

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal: 16 Januari 2023	Ditangani oleh: Pradana Alimukti
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL	Kota: Kota Jambi	Perihal: 4 - fase hijau
DAN KAPASITAS	Simpang: Simpang empat Paal 10	Peiode: Alternatif 2

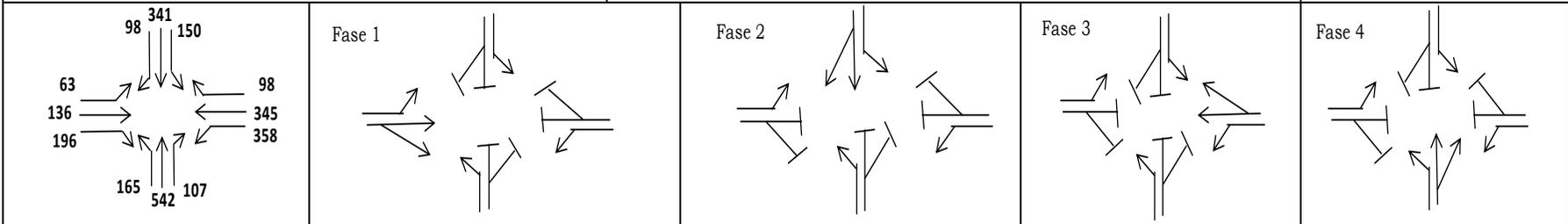


Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau								Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C	
			P	PLT	PRT	QRT	QRT0		We Rms. (18)	Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian												Nilai disesuaikan smp/jam hijau S
											Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P								
											Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
SR	1	P	0.16		0.49			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.13	0.97	3805	395	0.104	0.135	20	482	0.820	
KB	2	P	0.25		0.16			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.96	3263	588	0.180	0.235	30	620	0.949	
LS	3	P	0.45		0.14			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.93	3277	801	0.244	0.318	45	933	0.858	
PL	4	P	0.20		0.12			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.03	0.97	3401	814	0.239	0.312	43	926	0.879	
Waktu hilang total L LTI (det)			20	Waktu siklus pra penyesuaian cuaca				150.60									IFR =						
				Waktu siklus disesuaikan c				158									Σfrcrit	0.768					

SIMPANG BERSINYAL									Tanggal: 16 Januari 2023							Ditangani oleh: Pradana Alimukti																
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL									Kota: Kota Jambi							Perihal: 4 - fase hijau																
DAN KAPASITAS									Simpang: Simpang empat Paal 10							Peiode: 07.00 - 08.00																
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau									Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C									
			P LTOR	P LT	P RT	Q RT	Q RT0		Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau S																
										Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P																		
										Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23										
SR	1	P	0.25		0.45			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.12	0.96	3714	332	0.089	0.141	48	1061	0.313										
KB	2	P	0.25		0.16			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.96	3267	568	0.174	0.274	30	583	0.973										
LS	3	P	0.42		0.13			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.03	0.93	3290	627	0.191	0.300	37	725	0.866										
PL	4	P	0.28		0.15			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.96	3385	613	0.181	0.285	33	665	0.921										
Waktu hilang total L LTI (det)			20		Waktu siklus pra penyesuaian cuaca			95.84									IFR =															
					Waktu siklus disesuaikan c			168									Σfrcrit		0.635													

SIMPANG BERSINYAL									Tanggal: 16 Januari 2023								Ditangani oleh: Pradana Alimukti							
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL									Kota: Kota Jambi								Perihal: 4 - fase hijau							
DAN KAPASITAS									Simpang: Simpang empat Paal 10								Peiode: 08.00 - 09.00							
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau									Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C	
			P	PLT	PRT	QRT	QRT0		We Rms. (18)	Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau S							
											Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P									
											Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
SR	1	P	0.19		0.48			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.12	0.97	3780	365	0.096	0.164	48	1080	0.338		
KB	2	P	0.27		0.18			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.05	0.96	3268	580	0.177	0.301	30	583	0.993		
LS	3	P	0.38		0.16			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.94	3339	519	0.155	0.264	37	735	0.706		
PL	4	P	0.28		0.17			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.96	3405	542	0.159	0.270	33	669	0.810		
Waktu hilang total L LTI (det)			20	Waktu siklus pra penyesuaian cua				85.03										IFR =						
				Waktu siklus disesuaikan c				168										Σfrcrit	0.588					

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal: 16 Januari 2023	Ditangani oleh: Pradana Alimukti
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL	Kota: Kota Jambi	Perihal: 4 - fase hijau
DAN KAPASITAS	Simpang: Simpang empat Paal 10	Peiode: 09.00 - 10.00



Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau								Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C	
			P	PLT	PRT	QRT	QRT0		We Rms. (18)	Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian												Nilai disesuaikan smp/jam hijau S
											Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P								
											Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
SR	1	P	0.23		0.40			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.10	0.96	3684	375	0.102	0.157	48	1053	0.357	
KB	2	P	0.26		0.16			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.96	3263	521	0.160	0.247	30	583	0.895	
LS	3	P	0.40		0.17			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.94	3330	622	0.187	0.289	37	733	0.848	
PL	4	P	0.25		0.15			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.96	3405	677	0.199	0.307	33	669	1.012	
Waktu hilang total L LTI (det)			20	Waktu siklus pra penyesuaian cua				99.24									IFR =						
				Waktu siklus disesuaikan c				168									Σfrcrit	0.647					

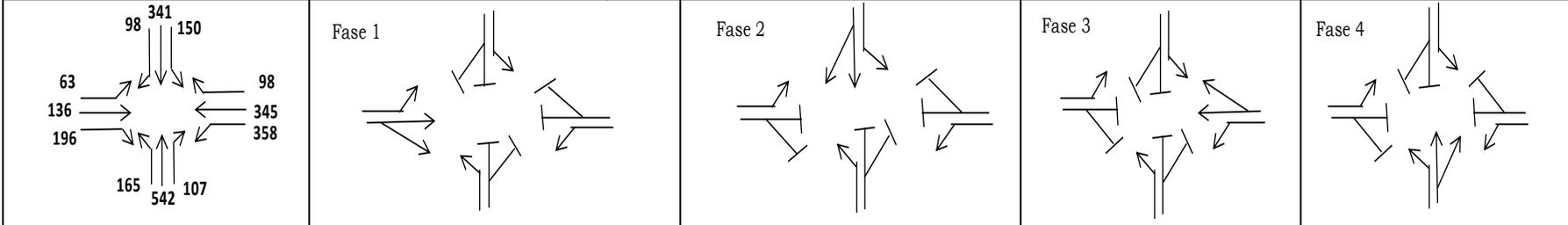
SIMPANG BERSINYAL									Tanggal: 16 Januari 2023								Ditangani oleh: Pradana Alimukti							
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL									Kota: Kota Jambi								Perihal: 4 - fase hijau							
DAN KAPASITAS									Simpang: Simpang empat Paal 10								Peiode: 11.00 - 12.00							
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau									Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C	
			P	P LT	P RT	Q RT	Q RTO		Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau S								
										Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P										
										Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
SR	1	P	0.18		0.43			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.11	0.97	3746	410	0.109	0.154	48	1070	0.383		
KB	2	P	0.24		0.19			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.05	0.96	3293	530	0.161	0.226	30	588	0.901		
LS	3	P	0.45		0.18			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.05	0.93	3313	593	0.179	0.252	37	730	0.812		
PL	4	P	0.19		0.14			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.97	3422	894	0.261	0.368	33	672	1.331		
Waktu hilang total L LTI (det)			20		Waktu siklus pra penyesuaian cua			120.98									IFR =							
					Waktu siklus disesuaikan c			168									Σfrcrit		0.711					

SIMPANG BERSINYAL									Tanggal: 16 Januari 2023								Ditangani oleh: Pradana Alimukti							
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL									Kota: Kota Jambi								Perihal: 4 - fase hijau							
DAN KAPASITAS									Simpang: Simpang empat Paal 10								Peiode: 12.00 - 13.00							
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau									Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C	
			P	P LT	P RT	Q RT	Q RTO		Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau S								
										Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P										
										Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
SR	1	P	0.17		0.46			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.12	0.97	3776	356	0.094	0.150	48	1079	0.330		
KB	2	P	0.27		0.15			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.96	3246	492	0.152	0.242	30	580	0.849		
LS	3	P	0.39		0.21			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.06	0.94	3373	556	0.165	0.263	37	743	0.748		
PL	4	P	0.27		0.14			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.96	3380	730	0.216	0.345	33	664	1.099		
Waktu hilang total L LTI (det)			20		Waktu siklus pra penyesuaian cua			93.70									IFR = Σfrcrit		0.626					
					Waktu siklus disesuaikan c			168																

SIMPANG BERSINYAL									Tanggal: 16 Januari 2023								Ditangani oleh: Pradana Alimukti						
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL									Kota: Kota Jambi								Perihal: 4 - fase hijau						
DAN KAPASITAS									Simpang: Simpang empat Paal 10								Peiode: 13.00 - 14.00						
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau									Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C
			P	P LT	P RT	Q RT	Q RTO		Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau S							
										Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P									
										Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
SR	1	P	0.18		0.48			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.12	0.97	3786	399	0.105	0.164	48	1082	0.368	
KB	2	P	0.30		0.14			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.95	3228	558	0.173	0.270	30	576	0.969	
LS	3	P	0.42		0.22			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.06	0.93	3363	563	0.167	0.261	37	741	0.760	
PL	4	P	0.30		0.15			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.95	3371	657	0.195	0.304	33	662	0.992	
Waktu hilang total L LTI (det)			20		Waktu siklus pra penyesuaian cua			97.33									IFR = Efrcrit		0.640				
					Waktu siklus disesuaikan c			168															

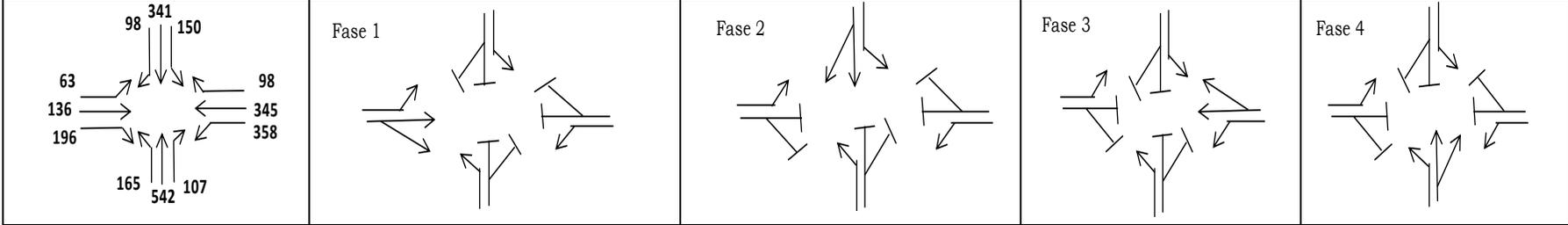
SIMPANG BERSINYAL									Tanggal: 16 Januari 2023									Ditangani oleh: Pradana Alimukti																										
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL									Kota: Kota Jambi									Perihal: 4 - fase hijau																										
DAN KAPASITAS									Simpang: Simpang empat Paal 10									Peiode: 14.00 - 15.00																										
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau									Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C																					
			P	P LT	P RT	Arah diri	Arah lawan		Q RT	Q RTO	Nilai dasar smp/jam hijau So	Faktor-faktor penyesuaian												Nilai disesuaikan smp/jam hijau S																				
												Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P																												
												Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT																											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23																						
SR	1	P	0.17		0.45			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.12	0.97	3769	358	0.095	0.144	48	1077	0.333																						
KB	2	P	0.30		0.15			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.95	3231	570	0.177	0.268	30	577	0.988																						
LS	3	P	0.43		0.19			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.05	0.93	3336	624	0.187	0.284	37	735	0.849																						
PL	4	P	0.31		0.15			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.95	3369	677	0.201	0.305	33	662	1.023																						
Waktu hilang total L LTI (det)			20		Waktu siklus pra penyesuaian cuaca			102.85									IFR =																											
					Waktu siklus disesuaikan c			168									Efcrit		0.660																									

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal: 16 Januari 2023	Ditangani oleh: Pradana Alimukti
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL	Kota: Kota Jambi	Perihal: 4 - fase hijau
DAN KAPASITAS	Simpang: Simpang empat Paal 10	Peiode: 15.00 - 16.00



Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau								Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frc rit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C
						Arah diri	Arah lawan		Faktor-faktor penyesuaian				Nilai disesuaikan smp/jam hijau S									
			P LTOR	P LT	P RT	Q RT	Q RT0		Semua tipe pendekat					Hanya Tipe P								
			11	12	13	14	15		16	17	18	19	20	21	22	23						
SR	1	P	0.23		0.47			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.12	0.96	3745	486	0.130	0.188	48	1070	0.455
KB	2	P	0.25		0.17			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.96	3273	504	0.154	0.223	30	584	0.862
LS	3	P	0.48		0.17			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.92	3288	581	0.177	0.257	37	724	0.803
PL	4	P	0.33		0.16			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.95	3364	769	0.229	0.332	33	661	1.164
Waktu hilang total L LTI (det)			20	Waktu siklus pra penyesuaian cuaca				112.61									IFR =					
				Waktu siklus disesuaikan c				168									Efrcrit	0.689				

SIMPANG BERSINYAL	Tanggal: 16 Januari 2023	Ditangani oleh: Pradana Alimukti
Formulir SIG-IV: PENENTUAN WAKTU SINYAL	Kota: Kota Jambi	Perihal: 4 - fase hijau
DAN KAPASITAS	Simpang: Simpang empat Paal 10	Peiode: 16.00 - 17.00



Kode Pendekat	Hijau dalam fase no.	Tipe Pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar Efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau								Arus lalu lintas smp/jam Q	Rasio arus FR Q/S	Rasio fase PR=Frcrit IFR	Waktu hijau det g	Kapasitas smp/jam C = Sxg/c	Derajat kejenuhan Q/C	
						Arah diri	Arah lawan		Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan								
			P	PLT	PRT	QRT	QRT0		Semua tipe pendekat				Hanya Tipe P		Nilai disesuaikan smp/jam hijau S								
			LTOR	LT	RT				Ukuran Kota Fcs	Hambatan samping	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
SR	1	P	0.19		0.44			6.4	3840	0.94	0.96	1	1	1.11	0.97	3743	468	0.125	0.181	48	1069	0.437	
KB	2	P	0.31		0.14			6.1	3660	0.94	0.95	1	1	1.04	0.95	3224	541	0.168	0.243	30	576	0.940	
LS	3	P	0.44		0.19			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.05	0.93	3326	606	0.182	0.264	37	733	0.827	
PL	4	P	0.31		0.14			6.5	3900	0.94	0.93	1	1	1.04	0.95	3359	726	0.216	0.313	33	660	1.100	
Waktu hilang total L LTI (det)			20	Waktu siklus pra penyesuaian cuaca				113.32									IFR =						
				Waktu siklus disesuaikan c				168									Σfrcrit	0.691					

HASIL SURVEY KECEPATAN KENDARAAN

Hari/Tanggal : Minggu / 15 Januari 2023

Ruas : Jl. Lingkar Barat 1

Sampel	Kecepatan kendaraan (Km/Jam)		
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)
1	22	24	18
2	23	24	20
3	25	25	22
4	27	25	23
5	27	27	25
6	30	28	26
7	31	29	27
8	33	31	29
9	34	31	31
10	34	32	31
11	35	32	32
12	35	33	32
13	36	33	33
14	37	34	33
15	38	34	33
16	39	35	34
17	40	35	34
18	40	38	34
19	41	38	35
20	42	39	35
21	42	39	35
22	43	40	38
23	43	40	38
24	45	43	40
25	50	45	41
26	55	48	42
27	59	51	43
28	60	52	46
29	63	54	52
30	68	61	55

HASIL SURVEY KECEPATAN KENDARAAN

Hari/Tanggal : Minggu / 15 Januari 2023

Ruas : Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)

Sampel	Kecepatan kendaraan (Km/Jam)		
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)
1	24	25	18
2	25	27	22
3	26	27	24
4	28	28	25
5	29	28	26
6	30	29	27
7	31	30	28
8	31	30	29
9	32	31	30
10	33	32	30
11	35	33	30
12	35	33	31
13	37	34	31
14	37	35	32
15	38	35	33
16	39	36	34
17	40	38	35
18	42	38	36
19	42	40	36
20	43	41	37
21	45	42	37
22	49	43	38
23	50	46	39
24	50	47	40
25	51	50	41
26	55	55	42
27	57	56	43
28	59	57	45
29	64	65	50
30	65	67	53

HASIL SURVEY KECEPATAN KENDARAAN

Hari/Tanggal : Minggu / 15 Januari 2023

Ruas : Jl. Lingkar Selatan

Sampel	Kecepatan kendaraan (Km/Jam)		
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)
1	23	20	20
2	24	20	24
3	25	22	24
4	27	27	25
5	27	28	27
6	29	29	28
7	30	30	28
8	31	31	29
9	32	31	30
10	33	32	31
11	34	32	32
12	34	33	32
13	36	33	33
14	36	34	34
15	37	36	34
16	38	38	35
17	40	40	35
18	42	40	36
19	44	42	36
20	45	45	38
21	47	47	38
22	50	48	39
23	51	50	41
24	52	52	43
25	53	55	45
26	55	59	47
27	60	62	50
28	60	63	53
29	62	64	55
30	64	65	57

HASIL SURVEY KECEPATAN KENDARAAN

Hari/Tanggal : Minggu / 15 Januari 2023

Ruas : Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang)

Sampel	Kecepatan kendaraan (Km/Jam)		
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)
1	25	24	18
2	27	24	20
3	27	26	22
4	28	27	23
5	29	28	24
6	32	30	26
7	33	31	26
8	34	32	28
9	34	32	29
10	35	33	30
11	35	33	30
12	35	34	32
13	36	35	33
14	37	35	33
15	38	35	34
16	39	38	34
17	39	39	35
18	40	40	36
19	41	42	36
20	43	42	37
21	45	44	38
22	46	45	39
23	48	47	39
24	49	49	40
25	54	50	42
26	57	53	43
27	60	56	45
28	63	60	45
29	64	63	46
30	66	65	50

HASIL SURVEY KECEPATAN KENDARAAN

Hari/Tanggal : Senin / 16 Januari 2023

Ruas : Jl. Lingkar Barat 1

Sampel	Kecepatan kendaraan (Km/Jam)		
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)
1	24	23	19
2	26	24	24
3	27	24	25
4	28	25	25
5	30	26	27
6	32	27	26
7	33	30	29
8	33	31	29
9	34	31	30
10	35	31	31
11	35	32	32
12	36	32	32
13	37	33	32
14	37	34	33
15	38	34	33
16	38	35	33
17	40	35	34
18	41	38	34
19	42	38	35
20	42	38	35
21	43	38	36
22	44	40	38
23	46	41	39
24	51	42	40
25	55	47	40
26	57	49	41
27	59	51	44
28	61	54	47
29	65	56	54
30	69	60	57

HASIL SURVEY KECEPATAN KENDARAAN

Hari/Tanggal : Senin / 16 Januari 2023

Ruas : Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)

Sampel	Kecepatan kendaraan (Km/Jam)		
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)
1	26	26	19
2	28	26	26
3	28	27	27
4	30	28	27
5	30	28	28
6	31	29	29
7	31	29	30
8	32	30	30
9	32	31	29
10	34	31	30
11	35	33	31
12	36	34	31
13	37	34	32
14	38	34	33
15	39	35	33
16	39	36	35
17	41	37	35
18	44	38	36
19	44	38	36
20	45	40	37
21	49	41	38
22	49	42	38
23	51	45	40
24	51	46	40
25	51	49	40
26	59	51	42
27	58	55	46
28	59	56	49
29	67	62	51
30	69	65	55

HASIL SURVEY KECEPATAN KENDARAAN

Hari/Tanggal : Senin / 16 Januari 2023

Ruas : Jl. Lingkar Selatan

Sampel	Kecepatan kendaraan (Km/Jam)		
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)
1	24	23	19
2	25	23	23
3	26	25	24
4	27	27	24
5	29	27	26
6	30	30	27
7	31	32	28
8	32	31	28
9	33	33	30
10	33	35	31
11	34	33	31
12	35	33	32
13	36	34	33
14	36	34	33
15	37	36	34
16	38	38	34
17	40	39	34
18	42	40	36
19	42	42	36
20	44	42	36
21	47	45	38
22	50	46	39
23	51	49	40
24	52	51	43
25	53	54	43
26	56	57	45
27	60	60	47
28	61	61	51
29	63	62	51
30	65	64	53

HASIL SURVEY KECEPATAN KENDARAAN

Hari/Tanggal : Senin / 16 Januari 2023

Ruas : Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang)

Sampel	Kecepatan kendaraan (Km/Jam)		
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)
1	24	23	19
2	26	23	18
3	28	25	23
4	29	28	24
5	29	26	26
6	30	30	27
7	32	31	28
8	33	32	29
9	34	33	28
10	34	35	30
11	35	33	32
12	35	34	33
13	36	34	33
14	36	35	34
15	37	36	35
16	37	37	35
17	38	38	36
18	40	38	36
19	40	39	37
20	42	40	37
21	44	41	37
22	45	43	38
23	46	45	38
24	49	47	40
25	51	48	40
26	53	51	43
27	57	53	45
28	60	57	49
29	65	60	47
30	68	62	53

HASIL SURVEY SIKLUS LAMPU LALU LINTAS

Hari/Tanggal : Minggu / 15 Januari 2023

Waktu (WIB)	Jl. Lingkar Selatan		Jl. Lingkar Barat 1		Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang)		Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)	
	Merah	Hijau	Merah	Hijau	Merah	Hijau	Merah	Hijau
07.00 - 08.00	129	38	118	46	133	32	133	31
08.00 - 09.00	128	37	116	47	130	33	135	29
09.00 - 10.00	126	39	117	49	131	34	136	30
10.00 - 11.00	129	36	118	48	134	31	137	29
11.00 - 12.00	127	37	117	47	132	34	135	30
12.00 - 13.00	128	37	115	49	133	33	135	31
13.00 - 14.00	129	38	117	48	132	35	134	30
14.00 - 15.00	128	39	116	48	131	33	135	30
15.00 - 16.00	128	37	119	48	132	33	134	28
16.00 - 17.00	127	37	118	49	132	32	136	32

HASIL SURVEY SIKLUS LAMPU LALU LINTAS

Hari/Tanggal : Senin / 16 Januari 2023

Waktu (WIB)	Jl. Lingkar Selatan		Jl. Lingkar Barat 1		Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang)		Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)	
	Merah	Hijau	Merah	Hijau	Merah	Hijau	Merah	Hijau
07.00 - 08.00	128	37	117	48	132	33	135	30
08.00 - 09.00	126	39	118	47	131	34	136	29
09.00 - 10.00	129	37	116	49	130	32	133	29
10.00 - 11.00	128	37	117	48	132	33	135	30
11.00 - 12.00	127	38	115	46	133	33	135	31
12.00 - 13.00	129	36	118	49	132	31	134	28
13.00 - 14.00	128	38	119	48	134	32	137	30
14.00 - 15.00	129	37	117	49	131	34	134	31
15.00 - 16.00	127	39	117	47	133	35	136	32
16.00 - 17.00	128	37	116	48	132	33	135	30

HASIL SURVEY PANJANG ANTRIAN

Hari/Tanggal : Minggu / 15 Januari 2023

Waktu (WIB)	Jl. Lingkar Selatan	Jl. Lingkar Barat 1	Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang)	Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)
07.00 - 08.00	240	50	130	60
08.00 - 09.00	180	70	110	50
09.00 - 10.00	330	65	80	53
10.00 - 11.00	320	60	105	43
11.00 - 12.00	280	73	190	65
12.00 - 13.00	220	55	165	48
13.00 - 14.00	235	70	170	58
14.00 - 15.00	195	83	183	40
15.00 - 16.00	220	65	150	38
16.00 - 17.00	145	50	140	43

Hari/Tanggal : Senin / 16 Januari 2023

Waktu (WIB)	Jl. Lingkar Selatan	Jl. Lingkar Barat 1	Jl. Lintas Sumatera (Arah Palembang)	Jl. Lintas Sumatera (Arah Kota Baru)
07.00 - 08.00	284	60	103	47
08.00 - 09.00	220	60	85	58
09.00 - 10.00	308	70	105	45
10.00 - 11.00	350	75	136	68
11.00 - 12.00	250	55	175	55
12.00 - 13.00	200	63	210	45
13.00 - 14.00	270	80	180	63
14.00 - 15.00	230	65	110	42
15.00 - 16.00	200	58	130	55
16.00 - 17.00	160	65	125	50

DOKUMENTASI

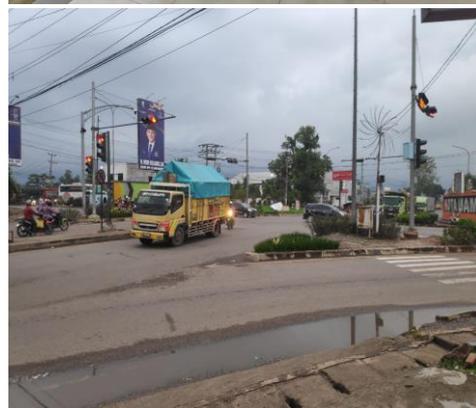
Pengambilan Data Kondisi Jalan



Pengambilan Data Panjang Antrian



Pengambilan Data LHR



Pengambilan Data Lampu Lalu Lintas

