

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL STUDI KASUS JALAN BORONG RAYA – JALAN TODOPPULI RAYA TIMUR – JALAN BATUA RAYA



UTAMI PRATIWI AMIN

D111 14 526

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2019





Optimization Software:
www.balesio.com

ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL
STUDI KASUS JALAN BORONG RAYA – JALAN TODOPPULI RAYA
TIMUR – JALAN BATUA RAYA

Utami Pratiwi Amin

D111 14 526

Mahasiswa S1 Jurusan Sipil

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Jl. Poros Malino Km. 7

Kampus Gowa, Gowa 92171, Sul-Sel

Email: utamipratiwi1907@gmail.com

Ir. H. Achmad Faisal Aboe, M.T. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran , S.T M.T.

Pembimbing I

Pembimbing II

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Jl. Poros Malino Km. 7

Jl. Poros Malino Km. 7

Kampus Gowa

Kampus Gowa

Gowa 92171, Sul-Sel

Gowa 92171, Sul-Sel

ABSTRAK

Pertumbuhan kendaraan bermotor di kota Makassar mencapai 7% per tahun, sedangkan pertumbuhan jalan <1 % per tahun (Dinas Perhubungan Kota Makassar, 2017). Ketidak seimbangan antara nilai pertumbuhan kendaraan bermotor dengan peningkatan kapasitas jalan menyebabkan masalah pada sektor transportasi seperti kemacetan. Kemacetan sering kali terjadi pada ruas dan simpang, khususnya pada jam puncak. Penelitian ini dilakukan pada Simpang Tiga jalan batua raya – jalan toddopuli raya timur – jalan batua raya dan penelitian ini berfokus pada karakteristik kinerja simpang. Penelitian ini dilaksanakan di simpang tak bersinyal jalan batua raya – jalan toddopuli raya timur – jalan batua raya selama waktu kerja yang dimulai pukul 06.00-18.00 WITA. Data yang diperlukan antara lain karakteristik kendaraan dan geometrik jalan. Metode survei yang digunakan untuk pengukuran volume yaitu pengamatan secara langsung, dan untuk pengukuran kecepatan menggunakan speed gun. Metode analisis yang digunakan untuk menghitung kinerja lalu lintas simpang pada studi ini adalah MKJI 1997 dan pendekatan model mikro-simulasi lalu lintas berbasis Vissim, langkah awal dalam menghitung kinerja simpang yaitu dengan melakukan perhitungan menggunakan MKJI 1997 setelah itu dibuatkan model simulasi berbasis vissim, kalibrasi menggunakan Uji GEH terhadap parameter panjang antrian kendaraan kemudian membandingkan hasil MKJI 1997 dan hasil simulasi berbasis vissim . Berdasarkan hasil simulasi bahwa parameter kalibrasi tiap periode jam pucak ada yang sama dan berbeda. Analisa yang dilakukan dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia(MKJI) 1997 dengan Software Vissim, hasil yang paling mendekati dengan hasil lapangan dengan menggunakan Software Vissim. Dapat disimpulkan bahwa metode kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 sudah tidak signifikan untuk n lagi.

Kata Kunci : MKJI1997, Mikro-Simulasi, Parameter Model, Uji GEH, Vissim



**PERFORMANCE ANALYSIS OF NON SIGNALIZED 3 WAYS JUCTION
CASE STUDY JL. BATUA RAYA -JL.BORONG RAYA -JL. TODDOPULI
RAYA TIMUR**

Utami Pratiwi Amin

D111 14 526

Mahasiswa S1 Jurusan Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino Km. 7
Kampus Gowa, Gowa 92171, Sul-Sel
Email: utamipratiwi1907@gmail.com

Ir. H. Achmad Faisal Aboe, M.T. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran , S.T M.T.

Pembimbing I

Pembimbing II

*Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino Km. 7 Jl. Poros Malino Km. 7
Kampus Gowa Kampus Gowa
Gowa 92171, Sul-Sel Gowa 92171, Sul-Sel*

ABSTRACT

The growth of motorized vehicles in the city of Makassar reaches 7% per year, while road growth is <1% per year (Department of Transportation, Makassar City, 2017). The imbalance between the value of growth of motorized vehicles and increased road capacity causes problems in the transportation sector such as congestion. Congestion often occurs in sections and intersections, especially at peak hours. This research was conducted at Simpang Tiga road batua raya - Toddopuli road east highway - Batua highway and this study focused on intersection performance characteristics. This research was carried out in a non-signalized intersection on Batua Raya Street - Toddopuli Road, East Highway - Batua Raya Road during work hours starting at 06.00-18.00 WITA. Data needed include vehicle characteristics and road geometrics. The survey method used for volume measurement is direct observation, and for measuring speed using speed gun. The analytical method used to calculate traffic intersection performance in this study is MKJI 1997 and the approach to the Vissim-based micro-traffic simulation model, the first step in calculating intersection performance is by calculating using MKJI 1997 after making a vissim based simulation model, using calibration The GEH test on the parameters of the vehicle queue length then compared the results of the 1997 MKJI and the results of the visa-based simulation. Based on the simulation results that the calibration parameters per peak hour period are the same and different. The analysis was carried out using the method of the Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) 1997 with Software Vissim, the results that were closest to the results of the existing field using Vissim Software. It can be concluded that the 1997 Jalan Indonesia (MKJI) manual capacity method was insignificant to be used again.



s: MKJI1997, Micro-Simulation, Parameter Model, GEH Test, Vissim

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL STUDI KASUS JALAN BORONG RAYA – JALAN TODOPPULI RAYA TIMUR – JALAN BATUA RAYA”**, sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Banyak hambatan yang dialami penulis dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan, bimbingan dan kerjasama yang ikhlas dari berbagai pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis menghanturkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya serta keluarga tercinta yang tak henti-hentinya memberikan kasih sayang, doa, motivasi, serta bantuan moral dan materi yang tak terhingga selama ini.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof.Dr Muh Wihardhi Tjaronge ST, M.Eng, selaku Ketua Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Eng. Ir.Muhammad Isran Ramli, ST, MT selaku Kepala Lab Riset Sistem Transportasi Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah turut adil dalam memberikan arahan, masukan dan nasehat dalam melaksanakan penelitian ini.
5. Bapak Ir. Achmad Faisal Aboe MT, selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan, meluangkan waktu di tengah kesibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, serta mengajarkan kepada penulis tentang pentingnya kerja keras, gigih, dan teliti dalam mengerjakan sesuatu.

Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Jurusan Sipil atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang diberikan selama kurang lebih empat tahun perkuliahan.



7. Seluruh staff dan karyawan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan.
8. Saudara-saudaraku PORTAL2015 yang tak bisa disebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat, dukungan doa, dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. KEEP ON FIGHTING TILL THE END.
9. Teman teman JSS yang selalu memberi semangat, motivasi, dan dorongan agar segera menyelesaikan studi.
10. Teman teman seperjuangan Pejuang 24 Mei! yang telah banyak membantu dan seseorang yang telah menyadarkan saya dengan kata kata bakal bersamaan sarjana jika tidak selesai secepatnya dan memberi semangat kepada saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Serta semua pihak yang telah membantu penulis baik dalam bentuk materil maupun immaterial. Semoga Tuhan membalas budi baik dengan amalan yang setimpal.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis berharap rekan-rekan sekalian dapat memberikan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat berguna bagi kita semua, bangsa, dan negara.

Gowa, April 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Transportasi.....	7
2.2 Karakteristik Lalu Lintas.....	7
2.2.1 Kategori Arus Lalu-Lintas.....	8
2.2.2 Karakteristik Makro Lalu Lintas	10
2.2.3 Karakteristik Mikro Lalu Lintas	11
2.3 Simpang	12
2.3.1 Jenis – Jenis Simpang	13
2.3.2 Titik Konflik Lalu Lintas Pada Simpang.	15
2.4 Simpang Tak Bersinyal	16
2.5 Simpang Bersinyal	17
2.6 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas	18
2.7 Kinerja Simpang	18
2.7.1 Tundaan Kendaraan	18
2.7.2 Panjang Antrian	19



2.8 Manajemen Lalu Lintas	19
2.8.1 Tujuan Manajemen Lalu Lintas	19
2.8.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas	20
2.8.3 Perencanaan Lalu Lintas	20
2.9 Prosedur Perhitungan Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal	21
2.9.1 Data masukan	21
2.9.2 Perhitungan Arus Lalu Lintas dalam smp	23
2.9.3 Perhitungan Rasio Belok dan Rasio Arus Jalan Minor.....	23
2.9.4 Kapasitas Simpang Tidak Bersinyal	26
2.9.4.1 Lebar Pendekat dan Tipe Simpang	26
2.9.4.1.1 Perhitungan lebar rata-rata pendekat pada jalan minor dan jalan utama	27
2.9.4.1.2 Perhitungan Lebar Rata Rata Pendekat	27
2.9.4.2 Kapasitas Dasar (Co)	28
2.9.4.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat	28
2.9.4.4 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama	28
2.9.4.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	29
2.9.4.6 Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FSF).....	29
2.9.4.7 Faktor Penyesuaian Belok Kiri	30
2.9.4.8 Faktor Penyesuaian Belok Kanan	31
2.9.4.9 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor	31
2.9.5 Derajat Kejenuhan	32
2.10 Konsep Mikro-Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim	32
2.11 PTV Vissim	36
2.11.1 Parameter Mikro-Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim	36



	2.12 Konsep Kalibrasi dan Validitas Model Simulasi	37
BAB III	METODE PENELITIAN	39
	3.1 Kerangka Kerja Penelitian	39
	3.2 Lokasi Penelitian	39
	3.3 Kondisi Geometrik Simpang	41
	3.4 Metode Survei	42
	3.4.1 Jenis–Jenis Survei	42
	3.4.2 Peralatan Survei	43
	3.4.3 Penempatan Pos Survei	44
	3.4.4 Teknik Pelaksanaan Survei	44
	3.5 Metode Analisa Data	46
	3.5.1 Analisis Data untuk simpang Tak Bersinyal dengan MKJI 1997.....	46
	3.5.2 Metode Mikro–Simulasi Menggunakan Vissim	47
	3.5.3 Kalibrasi dan Validasi Menggunakan Uji Statistik GEH	47
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	48
	4.1 Profil Arus Lalu Lintas Simpang Tiga Jalan Todopulli Raya Timur – Jalan Batua Raya – Jalan Borong Raya.....	48
	4.1.1 Volume Lalu Lintas Simpang Tiga Jalan Todopulli Raya Timur – Jalan Batua Raya – Jalan Borong Raya	48
	4.1.2 Komposisi Kendaraan Lalu Lintas Pada Persimpangan	52
	4.1.3 Jenis Dan Dimensi Kendaraan Pada Simpang Jalan Todopulli Raya Timur– Jalan Batua Raya – Jalan Borong Raya	65
	4.1.4 Profil Kecepatan Kendaraan Lalu Lintas Di Persimpangan	65
	4.2 Analisis Kinerja Simpang MKJI 1997	67
	4.3 Mikro- Simulasi Lalu Lintas Di Persimpangan	77
	4.3.1 Kalibrasi Model Mikro-Simulasi	77



	4.4 Perbandingan Hasil Kinerja Simpang MKJI 1997 dan PTV	
	Vissim	82
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	84
	5.1 Kesimpulan	84
	5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori fasilitas arus tak terhenti dan terhenti.....	9
Tabel 2.2 Tingkat Pelayanan pada Persimpangan Prioritas “Stop”	20
Tabel 2.3 Kelas Ukuran Kota	21
Tabel 2.4 Tipe Lingkungan Jalan.....	22
Tabel 2.5 Kode Tipe Simpang.....	27
Tabel 2.6 Kapasitas Dasar Tipe Simpang.....	28
Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM).....	29
Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs).....	29
Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU).....	30
Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor.....	32
Tabel 2.11 Rumus Statistik <i>GEH</i> (<i>Geoffrey E. Havers</i>).....	38
Tabel 3.1 Kondisi Geometrik Simpang.....	41
Tabel 3.2 Pembagian Arah Pergerakan Kendaraan.....	41
Tabel 3.3 Alat Survei dan Fungsinya.....	43
Tabel 3.4 Matrix Rangkaian Kegiatan Survei.....	46
Tabel 4.1 Type dan Dimensi Kendaraan.....	65
Tabel 4.2 Kondisi lingkungan.....	68
Tabel 4.3 Lebar pendekat (W).....	68
Tabel 4.4 Jumlah Lajur	69
Tabel 4.5 Tipe Simpang	69
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Kapasitas	72
Tabel 4.7 Perhitungan Kapasitas Jl. Batua Raya. Jl. Toddopuli Raya Timur, dan Jl. Borong.....	75
Tabel 4.8 Perhitungan Perilaku Lalu Lintas Simpang Jl. Batua Raya. Jl. Toddopuli Raya Timur, dan Jl. Borong.....	75
. Rekapitulasi hasil analisis kinerja Simpang Jl. Batua Raya. Jl. Toddopuli Raya Timur, dan Jl. Borong.....	76
0 Hasil penentuan waktu sinyal dan perencanaan lalu lintas.....	76



Tabel 4.11 Trial and Error pada Kalibrasi Model.....	78
Tabel 4.12 Hasil Kalibrasi Parameter Model untuk Panjang Antrian Lalu Lintas Pada Jalan Batua Raya – Jalan Borong Raya.....	80
Tabel 4.13 Hasil Kalibrasi Parameter Model untuk Panjang Antrian Lalu Lintas Pada Jalan Batua Raya – Jalan Toddopuli Raya Timur.....	81
Tabel 4.14 Hasil Kalibrasi Parameter Model untuk Panjang Antrian Lalu Lintas Pada Jalan Toddopuli Raya Timur – Jalan Batua Raya.....	81
Tabel 4.15 Hasil Kalibrasi Parameter Model untuk Panjang Antrian Lalu Lintas Pada Jalan Toddopuli Raya Timur – Jalan Borong Raya.....	81
Tabel 4.16 Hasil Kalibrasi Parameter Model untuk Panjang Antrian Lalu Lintas Pada Jalan Borong Raya– jalan Batua Raya.....	82
Tabel 4.17 Hasil Kalibrasi Parameter Model untuk Panjang Antrian Lalu Lintas Pada Jalan Borong Raya – Jalan Toddopuli Raya Timur.....	82
Tabel 4.18 Hasil Perbandingan Tundaan Simpang pada jalan Batua Raya – jalan Borong Raya	83



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis Persimpangan Jalan Sebidang.....	13
Gambar 2.2 Jenis Persimpangan Jalan Tak Sebidang.....	14
Gambar 2.3 Titik Konflik pada simpang empat lengan	15
Gambar 2.4 Jenis-jenis Simpang Tak Bersinyal.....	16
Gambar 2.5 Jenis-jenis simpang bersinyal.....	18
Gambar 2.6 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat.....	28
Gambar 2.7 Faktor penyesuaian belok kiri.....	30
Gambar 2.8 Faktor penyesuaian belok kanan.....	31
Gambar 2.9 Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor.....	31
Gambar 2.10 Ilustrasi <i>Car Following Model</i>	33
Gambar 2.11 Micro-simulasi bundaran (<i>roundabout</i>).....	35
Gambar 2.12 Micro-simulasi transportasi massal.....	35
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	39
Gambar 3.2 Diagram Alir Prosedur Penelitian	40
Gambar 3.3 Denah Simpang	42
Gambar 3.4 Diagram Alir Micro-Simulasi PTV Vissim.....	47
Gambar 4.1 Volume Kendaraan Pendekat Jalan Batua Raya	49
Gambar 4.2 Volume Kendaraan Pendekat Jalan Borong Raya	50
Gambar 4.3 Volume Kendaraan Pendekat Jalan Toddopuli Raya Timur.....	51
Gambar 4.4 Pendekat Borong Raya arah pergerakan Jalan Todopulli Raya Timur.....	53
Gambar 4.5 Komposisi Kendaraan Pendekat Pendekat Batua Raya menuju Jalan Todopulli Raya Timur	54
Gambar 4.6 Pendekat Jalan Borong Raya arah pergerakan Jalan Batua Raya.....	55
Gambar 4.7 Komposisi Kendaraan Pendekat Jalan Borong Raya menuju Jalan Batua Raya.....	56
Gambar 4.8 Pendekat Jalan Batua Raya arah pergerakan Jalan Todopulli Raya Timur.....	57
Gambar 4.9 Komposisi Kendaraan Pendekat Jalan Batua Raya menuju Jalan Toddopuli Raya	58
Gambar 4.10 Pendekat Jalan Batua Raya arah pergerakan Jalan Borong	



Raya.....	59
Gambar 4.11 Komposisi Kendaraan Pendekat Jalan Batua Raya menuju Jalan Borong Raya	60
Gambar 4.12 Pendekat Jalan Todopulli Raya Timur menuju Jalan Borong Raya.....	61
Gambar 4.13 Komposisi Kendaraan Pendekat Jalan Toddopuli Raya Timur menuju Borong Raya.....	62
Gambar 4.14 Pendekat Jalan Todopulli Raya Timur menuju Jalan Batua Raya	63
Gambar 4.15 Komposisi Kendaraan Pendekat Jalan Toddopuli Raya Timur menuju Jalan Batua Raya.....	64
Gambar 4.16 Distribusi Kecepatan Kendaraan.....	67
Gambar 4.17 Visualisasi 3D Mikro–Simulasi Vissim Simpang Jalan Batua Raya– Jalan Toddopuli Raya Timur–Jalan Borong Raya.....	80



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Pada saat ini, sarana transportasi darat masih menjadi pilihan utama dibanding dengan sarana transportasi lainnya, karena jalan dipandang masih mempunyai keunggulan dalam hal aksesibilitas dan mobilitas.

Indonesia merupakan negara berkembang yang terletak di kawasan Asia Tenggara. Indonesia merupakan negara terluas ketujuh di dunia dengan luas wilayah keseluruhan 5.193.250 km² dan luas daratan 1.919.440 km². Dengan wilayah daratan yang luas, Indonesia tentunya harus memiliki sarana dan prasarana transportasi darat yang memadai.

Kota Makassar merupakan kota terbesar keempat di Indonesia dan terbesar di kawasan timur Indonesia. Kota Makassar memiliki luas area 175,7 km² dengan jumlah penduduk tahun 2016 sebanyak 1.469.601 jiwa (BPS Kota Makassar, 2016). Data Samsat Makassar menunjukkan jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2016 sebanyak 1.425.151 unit meningkat dari tahun 2014 jumlah kendaraan bermotor berkisar 1.252.755 unit. Tingkat pertumbuhan kendaraan pada tahun 2015 untuk roda dua di Kota Makassar 6,29 %, mobil penumpang 10,20 %, bus 0,74 % dan truk 7,55 % (Statistik Daerah Kota Makassar, 2016). Panjang jalan kota Makassar pada tahun 2016 adalah 2977,50 km dengan kondisi baik 66,80 %, kondisi sedang 13,46 %, kondisi rusak ringan 14,87 % dan kondisi rusak berat 4,87 % (Kota Makassar Dalam Angka, 2018). Pertumbuhan kendaraan bermotor di kota Makassar mencapai 7 % per tahun, sedangkan pertumbuhan jalan <1 % per tahun (Dinas Perhubungan Kota Makassar, 2018).

Tidak seimbangnya nilai pertumbuhan kendaraan bermotor dengan peningkatan kapasitas jalan mengakibatkan terjadinya masalah pada sektor transportasi. Jika dibandingkan antara kondisi kapasitas jalan dan kendaraan yang ada, maka akan menimbulkan kemacetan khususnya pada jam puncak dan



berdampak pada peningkatan polusi, waktu tempuh, biaya sosial, dan waktu efektif kerja (Nurhayati, 2013)

Kemacetan sering kali terjadi pada ruas dan simpang. Kinerja suatu simpang merupakan faktor utama dalam menentukan penanganan yang paling tepat untuk mengoptimalkan fungsi simpang. Berbeda dengan simpang bersinyal, pengemudi di simpang tak bersinyal dalam mengambil tindakan kurang mempunyai petunjuk yang positif, pengemudi dengan agresif memutuskan untuk menyudahi *maneuver* yang diperlukan ketika memasuki simpang. Kondisi lalu lintas diwarnai oleh kepadatan yang tinggi terutama pada simpang, dengan kata lain kapasitas simpang yang ada sudah tak sebanding dengan volume kendaraan, sehingga mengakibatkan kemacetan pada ruas-ruas jalan utama (Juniardi dkk, 2009).

Pengaturan persimpangan berupa rambu, bundaran, maupun lampu lalu lintas sangat diperlukan sebagai upaya dalam membantu pergerakan kendaraan pada persimpangan agar tidak terjadi titik konflik yang berlebihan antar tiap kendaraan saat memasuki persimpangan. Kemacetan sering kali terjadi pada ruas dan simpang.

Kinerja suatu simpang merupakan faktor utama dalam menentukan penanganan yang paling tepat untuk mengoptimalkan fungsi simpang. Berbeda dengan simpang bersinyal, pengemudi di simpang tak bersinyal dalam mengambil tindakan kurang mempunyai petunjuk yang positif, pengemudi dengan agresif memutuskan untuk menyudahi *maneuver* yang diperlukan ketika memasuki simpang. Kondisi lalu lintas diwarnai oleh kepadatan yang tinggi terutama pada simpang, dengan kata lain kapasitas simpang yang ada sudah tak sebanding dengan volume kendaraan, sehingga mengakibatkan kemacetan pada ruas-ruas jalan utama (Juniardi dkk, 2009).

Simpang tak bersinyal Jalan Todopulli Raya -Jalan Borong Raya–Jalan Batua Raya adalah salah satu persimpangan yang sibuk di daerah Makassar. Sehingga secara visual pada jam sibuk memiliki arus lalu lintas padat yang menyebabkan terjadi antrian kendaraan dan tundaan perjalanan. Berdasarkan

tersebut, maka diperlukan analisis kinerja yang bersifat komprehensif simpang tak bersinyal Jalan Todopulli Raya - Jalan Borong Raya - Jalan Batua



Raya guna meningkatkan pelayanan pada Jalan Todopulli Raya - Jalan Borong Raya - Jalan Batua Raya.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul :

**“ ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA TAK BERSINYAL STUDI
KASUS JALAN BORONG RAYA – JALAN TODOPPULI RAYA TIMUR –
JALAN BATUA RAYA “**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja lalu lintas kondisi eksisting simulasi pada pada pertigaan Jl. Borong Raya – Jl. Todopulli Raya Timur – Jl. Batua Raya?
2. Bagaimana kinerja pergerakan lalu lintas pada pertigaan Jl. Borong Raya – Jl. Todopulli Raya Timur– Jl. Batua Raya?
3. Apakah ada perbedaan yang signifikan antara hasil analisis simpang dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan (MKJI) 1997 dan software PTV VISSIM

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksisting pada pertigaan Jl. Borong Raya – Jl. Todopulli Raya Timur – Jl. Batua Raya.
2. Menganalisis kinerja pergerakan lalu lintas pertigaan Jl. Borong Raya – Jl. Todopulli Raya Timur – Jl. Batua Raya untuk berbagai upaya rekayasa lalu lintas.
3. Membandingkan kinerja lalu lintas pada simpang tak bersinyal pertigaan Jl. Borong Raya – Jl. Todopulli Raya Timur – Jl. Batua Raya menggunakan MKJI 1997 dan menggunakan aplikasi berbasis simulator Vissim.



1.4 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 tidak bersinyal Jalan Todopulli Raya Timur -Jalan Borong Raya–Jalan Batua Raya.
2. Analisis data menggunakan data primer, berupa data yang diperoleh dari survei volume lalu-lintas pada simpang tersebut.
3. Jenis kendaraan yang dianalisis pada penelitian ini yaitu kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC).
4. Survei dilakukan pada jam puncak periode waktu pagi yaitu pada pukul 07.00–09.00 WITA, waktu siang yaitu pada pukul 12.00 – 14.00 WITA, dan pada waktu sore pukul 16.00-18.00 WITA pada hari kerja.
5. Kecepatan kendaraan diukur menggunakan *speed gun* di lapangan dan diambil secara acak pada semua jenis kendaraan.
6. Perhitungan kinerja simpang berdasarkan MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997.
7. Pemodelan menggunakan *software VISSIM 9.0 Student Version*.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diharapkan manfaat yang akan diperoleh sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja simpang Jalan Todopulli Raya - Jalan Borong Raya - Jalan Batua Raya.
2. Dapat dijadikan masukan dan pertimbangan bagi Pemerintah dan Dinas Perhubungan Kota Makassar untuk mengeluarkan kebijakan terkait dengan hasil penelitian tersebut untuk menghasilkan kinerja lalu lintas yang lebih baik pada persimpangan tersebut.



Systematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis mencoba mengikuti aturan karya ilmiah yang benar, dan mencoba membagi isi dari tugas akhir ini

dalam bentuk bab-bab yang merupakan pokok-pokok uraian masalah penelitian yang disusun secara sistematis. Isi per-bab secara garis besar sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan teori-teori yang berasal dari buku-buku maupun dari tulisan-tulisan lain yang mendukung pencapaian tujuan penelitian dan teori yang mendukung penemuan jawaban dari rumusan masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan secara rinci tentang tentang metode, bahan penelitian, peralatan penelitian, dan cara pengujian yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil penelitian dan pengolahan data serta pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Bab ini memberikan kesimpulan dari hasil penelitian secara singkat dan jelas sebagai jawaban dari masalah yang diangkat dalam penelitian serta memberikan saran-saran sehubungan dengan analisis yang telah dilakukan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transportasi

Transportasi adalah untuk menggerakkan atau memindahkan orang dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan sistem tertentu untuk tujuan tertentu (Morlok, 1998).

Transportasi manusia atau barang adalah kebutuhan turunan (*derived demand*) yang timbul akibat adanya kebutuhan untuk memenuhi komoditas atau jasa lainnya. Keuntungannya antara lain ialah kemungkinan kecepatan kendaraan yang lebih tinggi, mengurangi tahanan terhadap gerakan yang berarti mengurangi kebutuhan tenaga, kapasitas untuk mengangkut beban yang lebih berat, dan mengurangi kemungkinan kerusakan barang yang diangkut. Dengan demikian permintaan akan transportasi baru akan ada apabila terdapat faktor-faktor pendorongnya. Permintaan jasa transportasi tidak berdiri sendiri, melainkan tersembunyi dibalik kepentingan yang lain (Morlok, 1998).

Di dalam transportasi, terdapat unsur-unsur yang terkait erat dalam berjalannya konsep transportasi itu sendiri. Unsur-unsur tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Manusia yang membutuhkan
- b. Barang yang dibutuhkan
- c. Kendaraan sebagai alat/sarana
- d. Jalan dan terminal sebagai prasarana transportasi
- e. Organisasi (pengelola transportasi)

2.2 Karakteristik Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Karena persepsi dan kemampuan individu pengemudi mempunyai yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diuraikan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik dari perilaku pengemudi yang berbeda yang dikarenakan oleh karakteristik



lokal dan kebiasaan pengemudi. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya lokal dan kebiasaan pengemudi. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasarkan waktunya. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas secara kuantitatif dalam rangka untuk mengerti tentang keragaman karakteristiknya dan rentang kondisi perilakunya, maka perlu suatu parameter. Parameter didefinisikan dan diukur oleh insinyur lalu lintas dalam menganalisis, mengevaluasi, dan melakukan perbaikan fasilitas lalu lintas berdasarkan parameter dan pengetahuan pelakunya (Oglesby, C.H. & Hicks .R.G. 1982).

2.2.1 Kategori Arus Lalu-Lintas

Arus kendaraan pada fasilitas-fasilitas transportasi secara umum dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori:

1. Arus tak terhenti (uninterrupted flow) dapat terjadi pada fasilitas-fasilitas transportasi yang tidak mempunyai elemen-elemen tetap, seperti rambu lalu-lintas, yang mengakibatkan berhentinya arus lalu-lintas. Dengan demikian kondisi-kondisi arus lalu-lintas adalah hasil dari interaksi antar kendaraan dan antara kendaraan dengan karakteristik - karakteristik geometris dari system jalan. Selain itu, pengemudi kendaraan tidak perlu terpaksa untuk berhenti akibat factor eksternal arus lalu-lintas
2. Arus terhenti (interrupted flow) terjadi pada fasilitas transportasi yang mempunyai elemen-elemen tetap yang mengakibatkan pemberhentian secara periodic terhadap arus lalu-lintas. Elemen-elemen semacam ini meliputi rambu lalu-lintas, rambu berhenti, dan berbagai rambu pengendali lainnya. Peralatan-peralatan ini mengakibatkan lalu-lintas berhenti (atau sangat lambat) secara periodik tidak peduli berapapun banyaknya lalu-lintas yang ada. Dalam hal ini, dengan sendirinya pengemudi diperkirakan akan berhenti jika dan ketika diharuskan oleh elemen tetap yang merupakan bagian dari fasilitas tersebut.

Perlu menjadi catatan bahwa arus tak terhenti dan arus terhenti yang menjelaskan fasilitasnya, bukan menjaminkan kualitas arusnya. Suatu tol yang macet dimana lalu-lintasnya nyaris terhenti masih digolongkan ke



dalam fasilitas arus tak terhenti, karena kemacetan terjadi factor internal arus lalu-lintas. Sebuah sistem lampu lalu-lintas dengan pengaturan waktu yang baik pada suatu jalan arteri dapat menghasilkan arus lalu-lintas yang nyaris tak terhenti, tetapi arus semacam ini akan cenderung terhenti karena beberapa alasan, terutama sebagai bagian dari sistem, sehingga diklasifikasikan sebagai arus terhenti (TRB, 2000).

Tabel 2.1 Kategori fasilitas arus tak terhenti dan terhenti (Jotin, 2003)

Jenis – Jenis Fasilitas Transpotasi
Arus tak terhenti
Jalan Tol
Jalan raya multijalur
Jalan raya dua-jalur
Arus terhenti
Jalan raya dengan lampu lalu-lintas
Jalan raya tanpa lampu lalu-lintas dengan rambu
berhenti
Jalan-jalan arteri
Transit
Jalur pejalan kaki
Jalur sepeda

Memperlihatkan sebuah contoh mengenai tipe fasilitas yang berada di dalam kategori fasilitas arus tak henti dan terhenti. Perlu dicatat bahwa penggolongan ini hanyalah perkiraan. Sebagai contoh, jalan tol adalah bentuk termurni dari fasilitas dengan arus tak terhenti, dan jalan raya multi-lajur dan dua-lajur juga beroperasi dalam kondisi arus yang nyaris tak terhenti, khususnya pada ruas-ruas yang panjang antara tanda-tanda interupsi, seperti ruas dimana jarak antara rambu melebihi 2 mil. Arus pejalan kaki, pengendara sepeda, dan ruas fasilitas transit (bis dan jenisnya) umumnya digolongkan ke dalam arus terhenti, meskipun kondisi arus tak terhenti bisa saja terjadi, misalnya pada jalur khusus bis tanpa pemberhentian (Jotin, 2003).



2.2.2 Karakteristik Makro Lalu Lintas

Lalu lintas secara makro mempelajari operasional dari keseluruhan sistem yang ada pada lalu lintas yang mempengaruhi arus kendaraan, kecepatan, serta kepadatan yang mempengaruhi kapasitas prasarana lalu lintas secara umum. Untuk mendefinisikan makro lalu lintas secara lengkap perlu diketahui beberapa parameter yang terkait secara langsung dengan sistem lalu lintas (Khisty, 2005)

a. Volume kendaraan

Volume kendaraan merupakan banyaknya kendaraan yang melintas pada suatu titik tertentu yang dengan kuantitas arus lalu lintas yang selalu berubah – berubah pada tiap – tiap periode tertentu dan dinyatakan dalam satuan kendaraan/ jam atau smp/jam (Ansyori, 2003)

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara dan kendaraan yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Karena kemampuan individu pengemudi mempunyai sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku pengemudi atau kebiasaan pengemudi.

b. Kecepatan

Kecepatan adalah perbandingan antara jarak per satuan waktu. Berbeda- bedanya kecepatan kendaraan di dalam arus lalu lintas sehingga biasa digunakan istilah kecepatan rata-rata (Khisty, 2005). Kecepatan sangat mempengaruhi kegiatan operasional lalu lintas karena menentukan jarak serta rute yang akan dilalui oleh pengendara atau pengemudi kendaraan sehingga kecepatan sangat mempengaruhi kinerja operasional jalan.

c. Kepadatan lalu lintas

Kepadatan (*density*) atau kerapatan diartikan sebagai arus kendaraan yang melintas atau yang melewati panjang ruas jalan atau lajur tertentu yang dapat dinyatakan dengan jumlah kendaraan/satuan jarak.



Kepadatan merupakan parameter yang sangat penting dalam lalu lintas karena sangat mempengaruhi kinerja lalu lintas itu sendiri.

2.2.3 Karakteristik Mikro Lalu Lintas

Pendekatan lalu lintas secara mikroskopik menerangkan kondisi kendaraan secara berpisah pada penjelasan ini diterangkan bahwa pergerakan kendaraan sangat dipengaruhi oleh perilaku kendaraan itu secara individu, pendekatan secara mikroskopik mengkaji beberapa parameter penting yang sangat mempengaruhi respon terhadap kendaraan itu sendiri dalam berlalu lintas di jalan raya adapun parameter-parameter antara lain *spacing*, *headway*, *lane occupancy*, dan *gap (clearance)* (C. Jotin Khisty, 2005).

a. *Spacing* dan *headway*

Kedua karakteristik ini merupakan kedatangan kendaraan secara berentetan dan dilihat berdasarkan jarak antara dua kendaraan, jarak tersebut adalah jarak antara bumper depan kendaraan yang berada di depan dengan bumper depan kendaraan yang berada di belakang *spacing* bisa diukur dengan melihat jarak antar kendaraan secara langsung di lapangan bisa lewat video maupun lewat foto citra satelit sedangkan *headway* dapat didefinisikan sebagai selang waktu kedatangan antar kendaraan secara berurutan yang melewati titik tertentu pada suatu jalan, *headway* sendiri dapat diukur dengan menggunakan *stopwatch*.

b. *Lane Occupancy*

Lane occupancy (tingkat hunian lajur) adalah salah satu ukuran yang digunakan dalam pengawasan jalan tol. *Lane occupancy* dapat juga dinyatakan sebagai perbandingan waktu ketika kendaraan ada di lokasi pengamatan pada lajur lalu lintas terhadap waktu pengambilan sampel.

c. *Clearance* dan *Gap*

Clearance dan *Gap* berhubungan dengan *spacing* dan *headway*, dimana selisih antara *spacing* dan *clearance* adalah panjang rata-rata kendaraan. Demikian pula, selisih antar *headway* dan *gap* adalah ekuivalen waktu dari panjang rata-rata sebuah kendaraan.



2.3 Simpang

Simpang adalah bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan yang merupakan tempat titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih. Menurut Departemen Pendidikan dan Kebudayaan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (1995), simpang adalah tempat berbelok atau bercabang dari yang lurus. Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendara dalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, dimana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau berbelok dan pindah jalan.

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

Karena persimpangan harus dimanfaatkan bersama-sama oleh setiap orang yang ingin menggunakannya, maka persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi dan kapasitas. Pergerakan lalu lintas yang terjadi dan urutan-urutannya dapat ditangani dengan berbagai cara, tergantung pada jenis persimpangan yang dibutuhkan (C. Jotin Khisty, 2005).

Persimpangan dibuat dengan tujuan untuk mengurangi potensi konflik diantara kendaraan (termasuk pejalan kaki) sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan (C. Jotin Khisty, 2005).

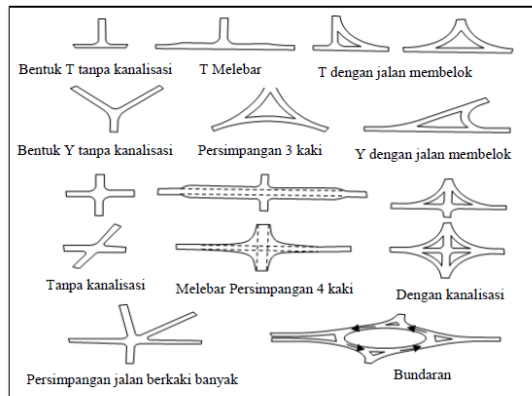
2.3.1 Jenis-Jenis Simpang

Menurut F.D. Hobbs (1995), terdapat tiga tipe umum pertemuan jalan, yaitu pertemuan jalan sebidang, pertemuan jalan tak sebidang, dan kombinasi keduanya. Sedangkan menurut Hariyanto (2004), dilihat dari bentuknya ada macam jenis persimpangan, yaitu:



a. 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.

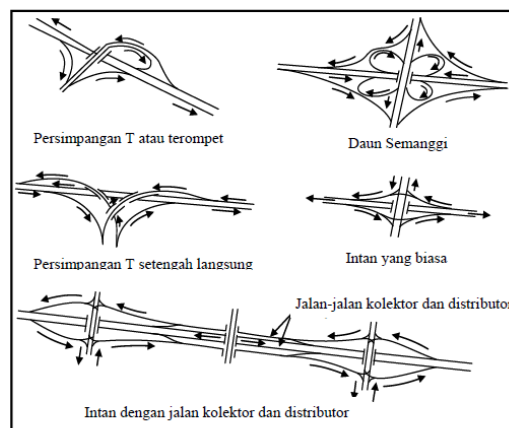


(Sumber : MKJI, 1997)

Gambar 2.1 Jenis Persimpangan Jalan Sebidang

b. Persimpangan Tak 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.



(Sumber : MKJI, 1997)

Gambar 2.2 Jenis Persimpangan Jalan Tak Sebidang



Menurut Morlok (1998), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

- a. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut sehingga biasa menimbulkan antrian panjang antar kendaraan karena tidak adanya kendaraan yang mau mengalah simpang tanpa sinyal biasanya hanya memiliki tiga kaki walaupun memiliki empat tapi arus lalu lintas yang melewati simpang tersebut masih kurang.
- b. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya. 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 (*intersection*).

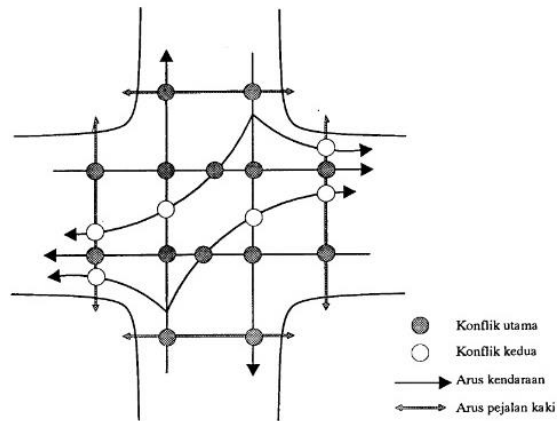
2.3.2 Titik Konflik Lalu lintas Pada Persimpangan

Lintasan kendaraan pada simpang akan menimbulkan titik konflik yang berdasarkan alih gerak kendaraan terdapat 4 (empat) jenis dasar titik konflik yaitu berpisah (*diverging*), bergabung (*merging*), berpotongan (*crossing*), dan berjalanan (*weaving*) (C.J.Khistry, 2005).

Jumlah potensial titik konflik pada simpang tergantung dari jumlah arah gerakan, jumlah lengan simpang, jumlah lajur dari setiap lengan simpang dan pengaturan simpang. Pada titik konflik tersebutberpotensi terjadinya kecelakaan dan kemacetan lalu lintas. Pada simpang empat lengan, titik-titik konflik yang terjadi terdiri dari 16 titik *crossing*, 8 titik *diverging* dan 8 titik *merging* seperti

dan dalam Gambar 2.3 berikut.





(Sumber: MKJI, 1997)

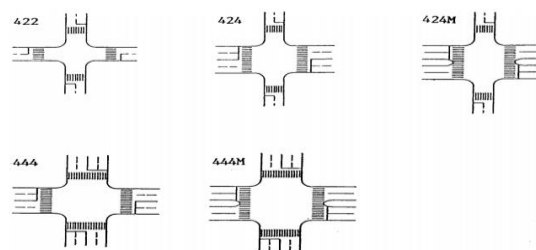
Gambar 2.3 Titik Konflik Pada Simpang Empat Lengan

Titik konflik sangat mempengaruhi kinerja simpang apalagi kalau simpang tersebut tidak bersinyal sehingga perlu ada penanganan khusus. Jumlah potensial titik konflik pada simpang tergantung dari jumlah arah gerakan, jumlah lengan simpang, jumlah lajur di setiap lengan simpang dan pengaturan simpang. Pada titik konflik tersebut berpotensi terjadinya kecelakaan dan kemacetan lalu lintas (C.J.Khistry, 2005).

2.4 Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal adalah perpotongan atau pertemuan pada suatu bidang antara dua atau lebih jalur jalan raya dengan simpang masing – masing, dan pada titik – titik simpang tidak dilengkapi dengan lampu sebagai rambu – rambu simpang.

Semua tipe simpang dianggap mempunyai kerb dan trotoar yang sesuai, dan ditempatkan pada daerah perkotaan dengan hambatan samping sedang. Semua gerak membelok dianggap diperbolehkan. Berikut ini gambar jenis-jenis simpang 4 lengan:



(Sumber: MKJI, 1997)

Gambar 2.4 Jenis-jenis Simpang Tak Bersinyal

Karakteristik simpang tak bersinyal diterapkan dengan maksud sebagai berikut:

- a. Pada umumnya digunakan di daerah pemukiman perkotaan dan daerah pedalaman untuk simpang antara jalan setempat yang arus lalu lintasnya rendah.
- b. Untuk melakukan perbaikan kecil pada geometrik simpang agar dapat mempertahankan tingkat kinerja lalu lintas yang di inginkan.

Dalam perencanaan simpang tak bersinyal disarankan sebagai berikut:

- a. Sudut simpang harus mendekati 90° demi keamanan lalu lintas.
- b. Harus disediakan fasilitas agar gerakan belok kiri dapat dilepaskan dengan konflik yang terkecil terhadap gerakan kendaraan yang lain.
- c. Lajur terdekat dengan kerb harus lebih lebar dari yang biasa untuk memberikan ruang bagi kendaraan tak bermotor.
- d. Lajur membelok yang terpisah sebaiknya di rencanakan menjauhi garis utama lalu lintas, panjang lajur membelok harus mencukupi untuk mencegah antrian terjadi pada kondisi arus tinggi yang dapat menghambat pergerakan pada lajur terus.
- e. Pulau lalu lintas tengah harus digunakan bila lebar jalan lebih dari 10 m untuk memudahkan pejalan kaki menyebrang.
- f. Jika jalan utama memiliki median, sebaiknya paling sedikit lebarnya 3–4 m, untuk memudahkan kendaraan dari jalan kedua menyebrang dalam 2 langkah.
- g. Daerah konflik simpang sebaiknya kecil dan dengan lintasan yang jelas bagi gerakan yang berkonflik.

2.5 Simpang Bersinyal

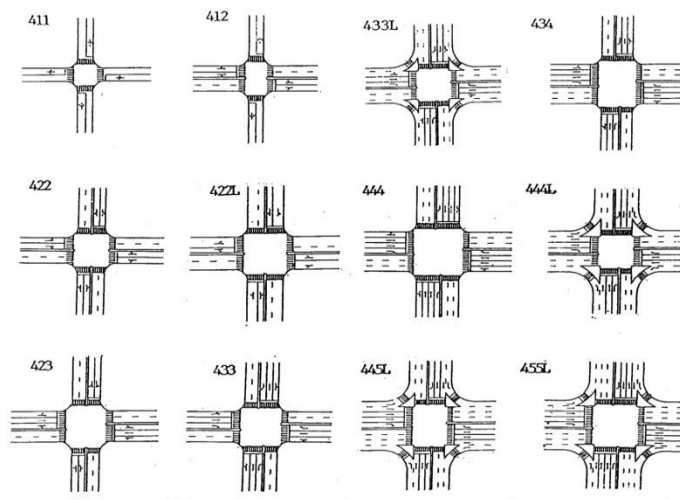
Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan di lengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*). Berdasarkan MKJI 1997, adapun tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas

(*ght*) pada persimpangan antara lain:



- Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu-lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu-lintas jam puncak.
- Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
- Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

Adapun jenis-jenis gambar simpang bersinyal ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut



(Sumber: MKJI 1997)

Gambar 2.5 Jenis-Jenis Simpang Bersinyal

2.6 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Pada suatu simpang diperlukan pengaturan untuk mengurangi konflik lalu lintas salah satunya dengan memasang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Simpang Bersinyal merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai atau *signal* aktual kendaraan terisolir. Menurut Khisty (2003), *signal* lampu lalu lintas adalah sebuah alat elektrik (dengan sistem pengatur waktu) yang memberikan hak jalan pada suatu arus lalu lintas, sehingga aliran lalu lintas ini bisa melewati persimpangan dengan aman dan efisien.

Simpangan yang diatur dengan sinyal Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas untuk mengurangi konflik lalu lintas yang terjadi pada simpang tersebut.



Penggunaan APILL ini untuk persimpangan yang memiliki volume lalu lintas kendaraan yang sedang dan mendekati padat atau jenuh.

2.7 Kinerja Simpang

2.7.1 Tundaan Kendaraan

Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang (Tamin. O.Z, 2000). Hambatan tersebut muncul jika kendaraan berhenti karena terjadinya antrian di simpang sampai kendaraan itu keluar dari simpang karena adanya pengaruh kapasitas simpang yang sudah tidak memadai. Nilai tundaan mempengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi nilai tundaan, semakin tinggi pula waktu tempuh.

2.7.2 Panjang Antrian

Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan yang antri dalam suatu pendekat. Dan pendekat adalah lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Satuan panjang antrian yang digunakan adalah suatu mobil penumpang (Sulaksono, 2001).

2.8 Manajemen Lalu Lintas

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan nomor KM 14 tahun 2006, Manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan seluruh jaringan jalan, guna peningkatan keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas.

Manajemen lalu lintas adalah pengelolaan dan pengendalian arus lalu lintas dengan melakukan optimasi penggunaan prasarana yang ada untuk memberikan kemudahan kepada lalu lintas secara efisien dalam penggunaan ruang jalan serta memperlancar pergerakan. Hal ini berhubungan dengan kondisi arus lalu lintas dan sarana penunjangnya pada saat sekarang dan mengorganisasikannya.



Tujuan Manajemen Lalu Lintas

Tujuan dilaksanakannya Manajemen Lalu Lintas adalah:

- a. Mendapatkan tingkat efisiensi dari pergerakan lalu lintas secara menyeluruh dengan tingkat aksesibilitas (ukuran kenyamanan) yang tinggi dengan menyeimbangkan permintaan pergerakan dengan sarana penunjang yang ada.
- b. Meningkatkan tingkat keselamatan dari pengguna yang dapat diterima oleh semua pihak dan memperbaiki tingkat keselamatan sebaik mungkin.
- c. Melindungi dan memperbaiki keadaan kondisi lingkungan dimana arus lalu lintas berada dan mempromosikan penggunaan 17ector secara efisien.

2.8.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas

Sasaran manajemen lalu lintas sesuai dengan tujuan di atas adalah:

- a. Mengatur dan menyederhanakan arus lalu lintas dengan melakukan manajemen terhadap tipe, kecepatan dan pemakai jalan yang berbeda untuk meminimumkan gangguan untuk melancarkan arus lalu lintas.
- b. Mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas dengan menambah kapasitas atau mengurangi volume lalu lintas pada suatu jalan. Melakukan optimasi ruas jalan dengan menentukan fungsi dari jalan dan terkontrolnya aktifitas-aktifitas yang tidak cocok dengan fungsi jalan tersebut.

2.8.3 Perencanaan Lalu Lintas

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006, salah satu perencanaan lalu lintas yaitu penetapan tingkat pelayanan yang diinginkan. Penetapan tingkat pelayanan merupakan penentuan tingkat pelayanan persimpangan. Berdasarkan indikator tingkat pelayanan. Adapun tingkat pelayanan pada persimpangan prioritas “*stop*” dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:



Tabel 2.2 Tingkat Pelayanan pada Persimpangan Prioritas “Stop”

Tingkat Pelayanan	Rata-rata tundaan berhenti (detik per kendaraan)
A	< 5
B	5 - 10
C	11 - 20
D	21 - 30
E	31 - 45
F	> 45

2.9. Prosedur Perhitungan Analisis Kinerja Simbang Tidak Bersinyal

2.9.1. Data Masukan

Di sini akan diuraikan secara rinci tentang kondisi-kondisi yang diperlukan untuk mendapatkan data masukan dalam menganalisis simbang tidak bersinyal diantaranya adalah:

1. Kondisi Geometrik

Sketsa pola geometrik jalan yang dimasukkan ke dalam formulir USIG-I. Harus dibedakan antara jalan utama dan jalan minor dengan cara pemberian nama. Untuk simbang lengan tiga, jalan yang menerus selalu dikatakan jalan utama. Pada sketsa jalan harus diterangkan dengan jelas kondisi geometrik jalan yang dimaksud seperti lebar jalan, lebar bahu, dan lain-lain.

2. Kondisi Lalu Lintas

Kondisi lalu lintas yang dianalisa ditentukan menurut Arus Jam Rencana atau Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan dengan faktor $-k$ yang sesuai untuk konversi dari LHRT menjadi arus per jam. Pada survei tentang kondisi lalu lintas ini, sketsa mengenai arus lalu lintas sangat diperlukan terutama jika akan merencanakan perubahan sistem pengaturan simbang dari tidak bersinyal ke simbang bersinyal maupun sistem satu arah.

3. Kondisi Lingkungan

Berikut data kondisi lingkungan yang dibutuhkan dalam perhitungan:

A. Kelas ukuran kota.

Yaitu ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah kotaan seperti pada Tabel 2.3



Tabel 2.3 Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (juta jiwa)
Sangat kecil	$< 0,1$
Kecil	$0,1 \leq X < 0,5$
Sedang	$0,5 \leq X < 1,0$
Besar	$1,0 \leq X < 3,0$
Sangat besar	$\geq 3,0$

Sumber: Departemen PU (1997)

B. Tipe lingkungan jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna lahan dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktifitas sekitarnya hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas dengan buatan Tabel 2.4

Tabel 2.4 Tipe Lingkungan Jalan

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Akses terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping, dsb)

Sumber: Departemen PU (1997)

C. Kelas hambatan samping

Akibat kegiatan sisi jalan seperti pejalan kaki, penghentian angkot dan kendaraan lainnya, kendaraan masuk dan keluar sisi jalan dan kendaraan lambat. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan teknik lalu lintas sebagai tinggi, sedang atau rendah.

Menurut MKJI 1997, hambatan samping disebabkan oleh empat jenis kejadian yang masing-masing memiliki bobot pengaruh yang berbeda terhadap kapasitas, yaitu:

- a) Pejalan kaki : bobot = 0,5
- b) Kendaraan parkir/berhenti : bobot = 1,0
- Kendaraan keluar/masuk : bobot = 0,7
- Kendaraan bergerak lambat : bobot = 0,4

frekuensi tiap kejadian hambatan samping dicacah dalam rentang 100 meter



ke kiri dan kanan potongan melintang yang diamati kapasitasnya lalu dikalikan dengan bobotnya masing-masing.

D. Kelas hambatan samping

Akibat kegiatan sisi jalan seperti pejalan kaki, penghentian angkot dan kendaraan lainnya, kendaraan masuk dan keluar sisi jalan dan kendaraan lambat. Hambatan samping ditentukan secara kualitatif dengan teknik lalu lintas sebagai tinggi, sedang atau rendah.

Menurut MKJI 1997, hambatan samping disebabkan oleh empat jenis kejadian yang masing-masing memiliki bobot pengaruh yang berbeda terhadap kapasitas, yaitu:

- a) Pejalan kaki : bobot = 0,5
- b) Kendaraan parkir/berhenti : bobot = 1,0
- c) Kendaraan keluar/masuk : bobot = 0,7
- d) Kendaraan bergerak lambat : bobot = 0,4

Frekuensi tiap kejadian hambatan samping dicacah dalam rentang 100 meter ke kiri dan kanan potongan melintang yang diamati kapasitasnya lalu dikalikan dengan bobotnya masing-masing.

2.9.2. Perhitungan Arus Lalu Lintas dalam smp

2.9.2.1. Klasifikasi data arus lalu lintas per jam masing-masing gerakan di konversi ke dalam smp/jam dengan mengalikan jumlah kendaraan dan nilai emp yang tercatat pada formulir. LV (Arus kendaraan ringan); 1,0; HV (Arus kendaraan berat); 1,3; MC (Arus sepeda motor); 0,5.

2.9.2.2 Data arus lalu lintas per jam (bukan klasifikasi) tersedia untuk masing-masing gerakan, beserta informasi tentang komposisi lalu lintas keseluruhan dalam %.

$$2.9.2.3 F_{smp} = (emp_{LV} \times LV\% + emp_{HV} \times HV\% + emp_{MC} \times MC\%) / 100 \quad (2.1)$$

emp = Faktor dari nilai smp dan komposisi arus.

$\%$ = Persentase total arus kendaraan ringan.



HV% = Persentase total arus kendaraan berat.

MC% = Persentase total arus sepeda motor.

2.9.3. Perhitungan Rasio Belok dan Rasio Arus Jalan Minor

1. Perhitungan rasio belok kiri

$$P_{LT} = \frac{A_{LT} + B_{LT} + C_{LT} + D_{LT}}{A + B + C + D} \quad (2.2)$$

2. Perhitungan rasio belok kanan

$$P_{RT} = \frac{A_{RT} + B_{RT} + C_{RT} + D_{RT}}{A + B + C + D} \quad (2.3)$$

3. Perhitungan rasio arus jalan minor

$$P_{MI} = \frac{A + C}{A + B + C + D} \quad (2.4)$$

4. Perhitungan rasio arus minor PMI yaitu arus jalan minor dibagi arus total dan dimasukkan hasilnya pada formulir USIG-I.

$$PMI = QMI / QTOT \quad (2.5)$$

Dimana:

PMI= Rasio arus jalan minor.

QMI= Volume arus lalu lintas pada jalan minor.

QTOT= Volume arus lalu lintas pada simpang.

5. Perhitungan rasio arus belok kiri dan belok kanan (PLT, PRT)

$$PLT = QLT / QTOT ; PRT = QRT/QTOT \quad (2.6)$$

Dimana:

PLT= Rasio kendaraan belok kiri.

LT= Arus kendaraan belok kiri.

TOT=Volume arus lalu lintas total pada simpang.

RT= Rasio kendaraan belok kanan.



QRT= Arus kendaraan belok kanan

Dimana:

Fsmp = Faktor dari nilai smp dan komposisi arus.

LV% = Persentase total arus kendaraan ringan.

HV% = Persentase total arus kendaraan berat.

MC% = Persentase total arus sepeda motor.

6. Perhitungan rasio arus minor PMI yaitu arus jalan minor dibagi arus total dan dimasukkan hasilnya pada formulir USIG-I.

$$PMI = QMI / QTOT \quad (2.7)$$

Dimana:

PMI= Rasio arus jalan minor.

QMI= Volume arus lalu lintas pada jalan minor.

QTOT= Volume arus lalu lintas pada simpang.

7. Perhitungan rasio arus belok kiri dan belok kanan (PLT, PRT)

$$PLT = QLT / QTOT ; PRT = QRT / QTOT \quad (2.8)$$

Dimana:

PLT= Rasio kendaraan belok kiri.

QLT= Arus kendaraan belok kiri.

QTOT=Volume arus lalu lintas total pada simpang.

PRT= Rasio kendaraan belok kanan.

QRT= Arus kendaraan belok kanan

8. Perhitungan rasio antara arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor dinyatakan dalam kendaraan/jam

$$PUM= QUM / QTOT \quad (2.9)$$

Dimana:

UM= Rasio kendaraan tak bermotor.

QUM= Arus kendaraan tak bermotor.

QTOT= Volume arus lalu lintas total pada simpang.



2.9.4. Kapasitas Simpang Tidak Bersinyal

Kapasitas adalah kemampuan suatu ruas jalan melewatkan arus lalu lintas secara maksimum. Kapasitas total untuk seluruh pendekat simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar (CO) untuk kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian (F), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi sesungguhnya terhadap kapasitas.

Kapasitas dihitung dari rumus berikut:

$$C = Co \times Fw \times Fm \times Fcs \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI \quad (2.10)$$

Dimana:

C= Kapasitas

Co= Nilai kapasitas dasar.

Fw= Faktor penyesuaian lebar pendekat.

Fm= Faktor penyesuaian median jalan mayor

Fcs= Faktor penyesuaian ukuran kota.

FRSU= Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor.

FLT= Faktor penyesuaian belok kiri.

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan.

FMI= Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

2.9.4.1 Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

Pengukuran lebar pendekat dilakukan pada jarak 10 meter dari garis imajiner yang menghubungkan jalan yang berpotongan, yang dianggap sebagai mewakili lebar pendekat efektif untuk masing- masing pendekat. Perhitungan lebar pendekat rata-rata adalah jumlah lebar pendekat pada simpang dibagi dengan jumlah lengan yang terdapat pada simpang tersebut. Parameter geometrik berikut diperlukan untuk analisa kapasitas. Lebar rata-rata pendekat minor dan utama WAC, WBD dan lebar rata-rata pendekat WI.(simpang empat lengan)



2.9.4.1.1. Perhitungan lebar rata-rata pendekat pada jalan minor dan jalan utama

$$WAC = (WA + WC) / 2 ; WBD = (WB + WD) / 2 \quad (2.11)$$

Dimana:

WAC = Lebar pendekat jalan minor.

WBD = Lebar pendekat jalan mayor.

WI = Lebar pendekat jalan rata-rata.

2.9.4.1.2. Perhitungan lebar rata-rata pendekat

$$WI = (WA+WC+WB+WD) / \text{jumlah lengan simpang} \quad (2.12)$$

Pada perhitungan ini, ditentukan sesuai dengan kode simpang dengan jumlah lengan simpang, jumlah lajur jalan minor, dan lajur jalan utama yang dijelaskan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kode Tipe Simpang

Kode Simpang	Jumlah lengan Simpang	Jumlah lajur Jalan Minor	Jumlah lajur Jalan Utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber: Departemen P.U (1997)

2.9.4.2. Kapasitas Dasar (Co)

Nilai kapasitas ditentukan berdasarkan tipe simpang yang akan dijelaskan dalam Tabel 2.6



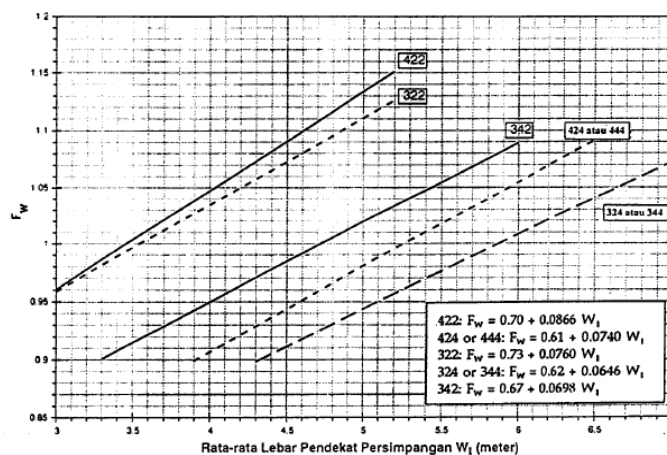
Tabel 2.6 Kapasitas Dasar Tipe Simpang

Tipe Simpang	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: Departemen PU (1997)

2.9.4.3. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Faktor penyesuaian lebar pendekat dihitung berdasarkan variabel input lebar pendekat (W₁) dan tipe simpang.



Sumber: Departemen P.U (1997)

Gambar 2.6 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat

2.9.4.4. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Faktor penyesuaian ini hanya digunakan untuk jalan utama dengan 4 lajur. Variabel masukan adalah tipe median jalan utama.

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Uraian	Tipe M	Faktor Penyesuaian median (F _M)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Median jalan utama, lebar < 3 m	Sempit	1,25
Median jalan utama, lebar ≥ 3 m	Lebar	1,20

Sumber: Departemen PU (1997)



2.9.4.5. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Besarnya jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi karakteristik perilaku pengguna jalan dan jumlah kendaraan yang ada. Faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

<u>Ukuran kota</u>	<u>Penduduk (juta)</u>	<u>Faktor Penyesuaian Median (Fcs)</u>
<u>Sangat kecil</u>	$< 0,1$	0,82
<u>Kecil</u>	$0,1 \leq X < 0,5$	0,88
<u>Sedang</u>	$0,5 \leq X < 1,0$	0,94
<u>Besar</u>	$1,0 \leq X < 3,0$	1,00
<u>Sangat besar</u>	$\geq 3,0$	1,05

Sumber: Departemen PU (1997)

2.9.4.6. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FSF)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor, FRSU dihitung dengan menggunakan tabel 2.9. Variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan (RE), kelas hambatan samping (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor (PUM).

Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

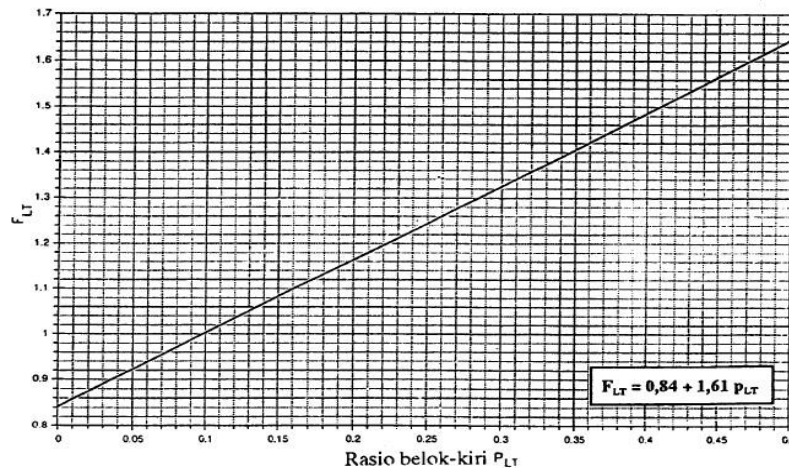
<u>Kelas Tipe Lingkungan Jalan RE</u>	<u>Kelas Hambatan Samping SF</u>	<u>Rasio Kendaraan Tak Bermotor PUM</u>					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
<u>Komersial</u>	<u>Tinggi</u>	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	<u>Sedang</u>	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	<u>Rendah</u>	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
<u>Pemukiman</u>	<u>Tinggi</u>	0,96	0,91	0,87	0,82	0,77	0,72
	<u>Sedang</u>	0,97	0,92	0,88	0,82	0,77	0,73
	<u>Rendah</u>	0,98	0,93	0,89	0,83	0,78	0,74
<u>Akses terbatas</u>	<u>Tinggi</u>	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	<u>sedang</u>						
	<u>Rendah</u>						

Sumber: Departemen PU (1997)



2.9.4.7. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

Faktor ini merupakan penyesuaian dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kiri pada simpang. Faktor ini dapat dilihat pada grafik.

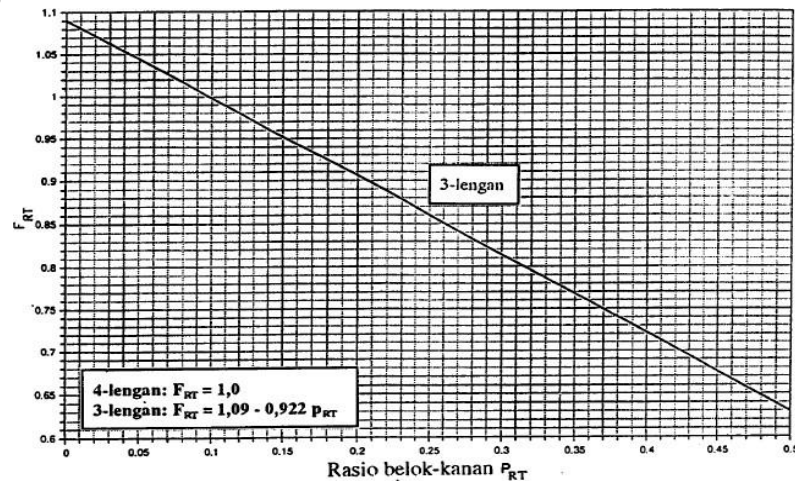


Sumber: Departemen P.U (1997)

Gambar 2.7 Faktor penyesuaian belok kiri

2.9.4.8. Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

Faktor ini merupakan penyesuaian dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kanan pada simpang. Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang 4 lengan adalah $FRT = 1.0$ dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



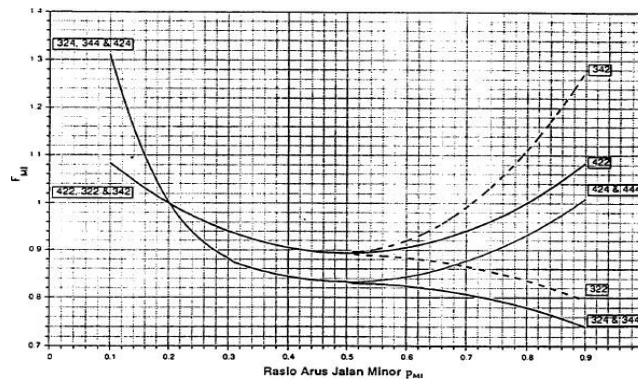
Sumber: Departemen P.U (1997)



Gambar 2.8 Faktor penyesuaian belok kanan

2.9.4.9. Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor (PMI)

Faktor penyesuaian rasio arus minor ditentukan dari Grafik 2.4. Batas nilai yang diberikan untuk PMI pada grafik adalah rentang dasar empiris dari manual.



Sumber: Departemen P.U (1997)

Gambar 2.9 Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,9
424	$10,0 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,5 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
444	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,9
322	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$0,595 \times P_{MI}^2 + 0,59 \times P_{MI} + 0,14$	0,5 – 0,9
342	$1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI} + P_{MI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$2,58 \times P_{MI}^2 - 2,58 \times P_{MI} + 1,49$	0,5 – 0,9
324	$10,0 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,5 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0,1 – 0,3
344	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,69$	0,5 – 0,9

Sumber: Departemen P.U (1997)

2.9.5. Derajat kejenuhan (DS=Degree of Saturation)

Yang dimaksud dengan derajat kejenuhan adalah hasil arus lalu lintas terhadap kapasitas biasanya dihitung perjam. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus berikut.



$$S = (QV \cdot P) / C$$

$$S = QP / C \quad (2.13)$$

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan

QP = Total arus aktual (smp/jam).

QV = Total lalu lintas yang masuk (kendaraan/jam).

P = Faktor smp.

C = Kapasitas actual

2.10 Konsep Mikro Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim

Model mikro-simulasi sebuah konsep atau sistem analisis yang banyak digunakan saat ini karena dengan konsep ini membantu penggunanya menentukan dan mengevaluasi parameter terbaik yang akan digunakan dalam konteks permasalahan tertentu berbasis komputerisasi. Model mikro - simulasi banyak sekali digunakan dalam penerapan kinerja lalu lintas dalam hal ini alat mikro – simulasi membantu mengambil keputusan penggunanya dalam menentukan perencanaan dan alternatif terbaik sebelum di terapkan pada lapangan.

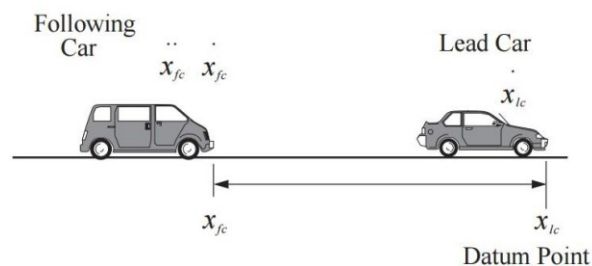
Mikro-simulasi merupakan teknik pemodelan yang beroperasi pada tingkat unit individu seperti orang, rumah tangga, kendaraan atau perusahaan. Dalam model setiap unit diwakili oleh catatan yang berisi pengenalan unik dan satu set atribut yang terkait-misalnya daftar orang-orang dengan usia yang diketahui, jenis kelamin, status perkawinan dan pekerjaan; atau daftar kendaraan dengan asal-usul dikenal, tujuan dan karakteristik operasional.

Mikro – simulasi mampu mensimulasikan perilaku kendaraan individu dalam jaringan jalan yang telah ditetapkan dan digunakan untuk memprediksi kemungkinan dampak dari perubahan pola trafik yang dihasilkan dari perubahan arus lalu lintas atau dari perubahan lingkungan fisik. Dalam konsep mikro – simulasi dikenal model yang digunakan pada alat mikro – simulasi yaitu *car following model*.

Car Following Model merupakan model yang digunakan untuk mengontrol pengemudi atau pengendara terhadap pengendara yang lainnya yang ada jalur yang sama model ini dikembangkan oleh Gipps (1981).



Model CFM itu sendiri membedakan kendaraan berdasarkan kecepatannya yaitu kecepatan kendaraan dibatasi oleh kendaraan sebelumnya dan kecepatan kendaraan ditentukan oleh keinginan pengemudi itu sendiri sehingga dapat menyebabkan kecelakaan, ketika kendaraan yang melaju tidak dibatasi oleh kendaraan sebelumnya dianggap kendaraan sedang melaju pada jalur bebas hambatan (*freeway*) (John Janson & A. Tapani, 2004). Dalam model ini ada dua model yang digunakan pada alat mikro –simulasi vissim yaitu *Car Following weidemann 74*, *Car Following weidemann 99* .



Gambar 2.10 Ilustrasi *Car Following Model*

a. *Car Following Weidemann 74*

Pada model ini banyak digunakan jalan perkotaan karena pengemudi selalu memperhatikan kecepatan pengemudi sebelumnya sehingga terjadi interaksi antar tiap individu – individu pengendara sehingga model simulasi ini sangat cocok digunakan untuk jalan perkotaan atau jalan yang memiliki hambatan yang besar.

b. *Car Following Weidemann 99*

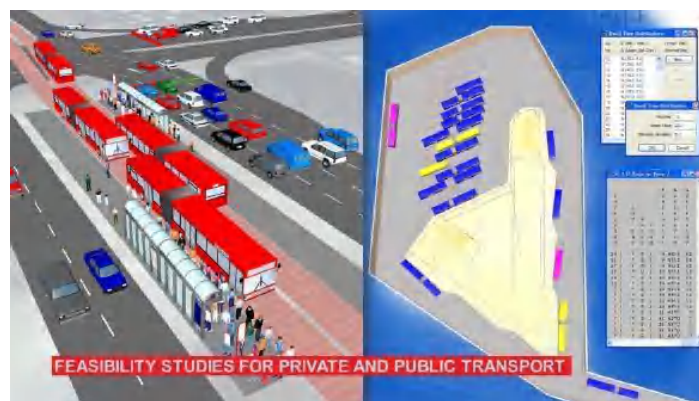
Pada model ini banyak digunakan jalan bebas hambatan karena pengemudi selalu dalam menentukan kecepatan tidak memperhatikan kendaraan yang sebelumnya sehingga pengemudi bebas menentukan kecepatannya masing – masing model ini sangat cocok untuk mensimulasikan kondisi jalan bebas hambatan atau umumnya digunakan pada jalan tol.

2.11 PTV Vissim



PTV Vissim adalah perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi arus s secara mikroskopis terkemuka yang dikembangkan oleh PTV Transportasi Verkehr AG di Karlsruhe, Jerman. Vissim pertama kali

dikembangkan di Jerman pada tahun 1992 yang saat ini menjadi perangkat lunak transportasi yang paling sekarang sedang digunakan di seluruh dunia oleh 24ector public, perusahaan dan universitas. Vissim alat micro-simulasi lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan dan pemodelan lalu lintas untuk perkotaan mau pun pada pedesaan baik untuk analisis arus kendaraan atau pun arus pejalan kaki serta memiliki kemampuan untuk mensimulasi berbagai jenis moda lalu lintas secara bersamaan.



(Sumber : PTV Vissim guide first steps)

Gambar 2.12 Micro-simulasi transportasi massal

Vissim dapat digunakan untuk beberapa kasus antara lain :

- a. Membangun jaringan jalan dan persimpangan
 1. Dapat membuat jaringan jalan yang fleksibel sesuai dengan kondisi geometri jalan yang sesungguhnya sehingga memungkinkan kita untuk menduplikasi kondisi geometrik jalan yang sesungguhnya.
 2. Membuat berbagai macam model persimpangan dan beberapa variasi simpul baik jenis simpang sebidang, tak sebidang, simpang dengan kanalisasi maupun simpang tiga dan bundaran (*roundabout*).
 3. Dapat menganalisis berbagai varian perencanaan pada jaringan jalan dan persimpangan seperti tingkat pelayanan, tundaan, panjang antrian, keterlambatan, waktu perjalanan dan jumlah emisi secara bersamaan artinya perangkat lunak ini berfungsi sebagai kalkulator.

perencanaan pengembangan lalu lintas



1. Mampu menganalisis dampak lalu lintas yang terjadi akibat adanya pembangunan fasilitas baru pada rona transportasi disekitar wilayah pembangunan fasilitas tersebut.
 2. Mampu merencanakan sistem lalu lintas untuk jangka pendek maupun jangka panjang.
 3. Mampu mensimulasikan manajemen lalu lintas dan transportasi cerdas.
 4. Mampu mensimulasikan pejalan kaki baik di dalam maupun pada kondisi di luar bangunan.
 5. Dapat mensimulasikan perencanaan jumlah ruang parkir pada suatu perencanaan perparkiran.
- c. Perencanaan transportasi massal
1. Mampu membuat model jenis-jenis moda transportasi massal seperti bus, komuter kereta ringan komuter kereta api, komuter monorail.
 2. Mampu menciptakan *alternative* untuk operasional angkutan umum.
 3. Mampu melakukan perencanaan jaringan jalan yang dilalui oleh angkutan umum.

2.11.1 Parameter Mikro – Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim

Parameter mikro – simulasi berbasis vissim merupakan nilai akan digunakan dalam melakukan proses kalibrasi dan validasi dalam permodelan simulasi lalu lintas yang akan disimulasi. Pada perangkat lunak Vissim terdapat 168 parameter yang tertanam dalam perangkat lunak vissim dalam berdasarkan parameter tersebut dipilih beberapa parameter yang sesuai dengan kondisi lalu lintas heterogen yang ada di Indonesia untuk menghasilkan model yang sesuai dengan kondisi yang dilapangan, parameter yang dipilih pada permodelan antara lain (Auliyah, 2017) :

- 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).

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 didepan untuk melakukan perpindahan lajur atau menyiap. Nilai default berkisar sampai 0.5 – 3 meter.
- d. *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 dengan bebas.
- e. *Overtake at Same Line* yaitu perilaku pengemudi kendaraan yang ingin menyiap pada lajur yang sama baik dari sisi sebelah kanan mau pun sisi sebelah.
- f. *Desired Lateral Position* yaitu posisi kendaraan pada saat berada di lajur artinya kendaraan dapat berada disamping kiri maupun samping kanan kendaraan yang lain.
- g. *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 untuk parameter ini berbeda, nilai default untuk parameter ini berkisar antara 0.2 sampai 1 m .
- h. *Safety Distance Reduction* yaitu jarak aman antar kendaraan didepan dan dibelakang atau jarak *gap* dan *clearing* antar kendaraan, ini merupakan parameter yang sangat menentukan karena tiap kondisi lalu lintas mempunyai nilai jarak aman yang berbeda.

2.12 Konsep Kalibrasi dan Validitas Model Simulasi

Kalibrasi pada *Vissim* merupakan proses dalam membentuk nilai-nilai parameter yang sesuai sehingga model dapat mereplikasi lalu lintas hingga kondisi yang semirip mungkin. Proses kalibrasi dapat dilakukan berdasarkan perilaku pengemudi dengan mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya mengenai

dan validasi menggunakan *Vissim*. Validasi pada *Vissim* merupakan pengujian kebenaran dari kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi



dan hasil simulasi. Proses kalibrasi dan validasi dilakukan berdasarkan jumlah volume arus lalu lintas dan panjang antrian (Putri, 2015).

Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus dasar *Chi-squared* dan rumus statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)*. Uji *Chi-square* dilakukan dengan membandingkan antara *mean* hasil simulasi dengan *mean* hasil observasi. Rumus umum *Chi-square* (χ^2) dapat dilihat pada persamaan 2.13 sebagai berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left| \frac{O_i - E_i}{E_i} \right|^2 \dots\dots\dots (2.13)$$

dimana :

O_i = Tundaan Geometri

E_i = Tundaan lalu lintas

Tingkat signifikan dengan derajat keyakinan Uji *Chi-square* sebesar 95 % atau $\alpha = 0.05$ dan kriteria uji yaitu hasil diterima apabila hasil hitung $\leq$ hasil tabel *Chi-square*.

Sedangkan rumus *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* sendiri dapat dilihat pada persamaan 2.14 dan memiliki ketentuan khusus dari nilai error yang dihasilkan seperti pada Tabel 2.11.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \dots\dots\dots (2.14)$$

dimana :

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

Tabel 2.11 Rumus Statistik *GEH* (*Geoffrey E. Havers*)

Nilai	Keterangan
GEH < 5,0	Diterima
5,0 ≤ GEH ≤ 10,0	Peringatan : kemungkinan model error atau data buruk
GEH > 10,0	Ditolak

