

TUGAS AKHIR

**MIKRO-SIMULASI LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN
JALAN PINTU MASUK-KELUAR KAMPUS UNHAS
MENGUNAKAN PIRANTI LUNAK VISSIM**

***TRAFFIC MICROSIMULATION AT THE ENTRANCE EXIT
INTERSECTION OF UNIVERSITAS HASANUDDIN USING
VISSIM SOFTWARE***

**RICKY RINALDI
D011 18 1017**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**MIKRO-SIMULASI LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN JALAN PINTU
MASUK-KELUAR KAMPUS UNHAS MENGGUNAKAN PIRANTI LUNAK VISSIM**

Disusun dan diajukan oleh:

RICKY RINALDI

D011 18 1017

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 10 Oktober 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST, MT, IPM
NIP: 197309262000121002



Ir. Hajriyanti Yatmar, ST, M.Eng
NIP: 198807152018016001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama Ricky Rinaldi, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Mikro-Simulasi Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Pintu Masuk-Keluar Kampus UNHAS Menggunakan Piranti Lunak VISSIM”**, adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 6 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan,



Ricky Rinaldi

NIM: D011 18 1017

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian di persimpangan Jl. Pintu Masuk-Keluar Kampus Universitas Hasanuddin, Kota Makassar.

Tugas Akhir yang berjudul **“Mikro-Simulasi Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Pintu Masuk-Keluar Kampus UNHAS Menggunakan Piranti Lunak VISSIM”** ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada seluruh pembaca pada umumnya dan kepada penulis khususnya.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis telah menerima banyak bantuan, petunjuk dan bimbingan maupun saran dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orangtua saya, Bapak Murdiman dan Ibu Darnawati serta keluarga tercinta, Heri Herlina, Ahmad Saiful, Arif Maulana dan Nurul Azizah atas doa, kasih sayang, motivasi dan segala dukungannya selama ini baik secara moral dan materiil.
2. Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge S.T., M.Eng., selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

3. Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ir. Hajriyanti Yatmar, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir.
4. Kanda Muhammad Ikhsan Sabil, ST., yang telah meluangkan waktunya untuk memberi arahan serta masukan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini serta memberikan banyak motivasi untuk segera menyusun dan menyelesaikan penulisan tugas akhir.
5. Seluruh Dosen yang telah membantu penulis selama mengikuti Pendidikan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh staf dan karyawan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Kepada Eliza Nur Akbar yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi, dan juga setia menjadi pendengar yang baik bagi penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan Asisten Laboratorium Rekayasa Sistem Transportasi (Ahmad, Andrian, Ullah, Dillah, Izza, Ebuq, Nugi) sebagai partner tim yang telah berjuang bersama selama proses penelitian berlangsung.
9. Saudara Asruddin Machmud, Yusril Ramadhan, A.M. Rifki Musyaf yang telah menjadi partner dalam kondisi apapun sejak awal hingga

akhir masa perkuliahan di Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

10. Teman-teman SEMUT 18 yang selalu loyal dalam kondisi apapun.
11. Saudara-saudara di Hj Ani (Asmud, Ucil, Candra, Hari, Ullah) yang selalu membantu dan memberikan dukungan baik dalam perkuliahan sampai penyelesaian tugas akhir ini.
12. Teman-teman TRANSISI 2019 yang selalu memberikan banyak kenangan indah dan berharga selama menjadi mahasiswa.
13. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu dengan semua bantuan yang telah diberikan, dan dukungan hingga terselesainya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan Rahmat-Nya kepada kita, dan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Gowa, Juni 2022



Ricky Rinaldi

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah kendaraan di jalan raya dapat menimbulkan kemacetan lalu lintas yang dapat mempengaruhi tingkat pelayanan jalan. Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu masalah utama dalam transportasi khususnya pada persimpangan karena konflik pergerakan lalu lintas dari setiap pendekatan. Jumlah kendaraan meningkat pesat setiap tahun sementara kapasitas jaringan jalan tetap. Penelitian ini bertujuan untuk membuat mikro-simulasi kinerja simpang di Kawasan Jalan Pintu Masuk-Keluar Kampus Universitas Hasanuddin dan mengevaluasi kinerja simpang pada kondisi eksisting kemudian menganalisis skenario optimasi atau alternatif dengan menggunakan piranti lunak mikro simulasi lalu lintas untuk mendapatkan hasil alternatif terbaik. Piranti lunak mikrosimulasi digunakan untuk menghasilkan model lalu lintas dan mensimulasikan skenario yang disarankan. Kalibrasi dilakukan dengan metode trial and error dengan mengubah parameter perilaku berkendara sesuai Model Mobil Mengikuti Wiedemann 74 untuk lalu lintas di perkotaan. Kalibrasi dilakukan hingga volume lalu lintas yang dihasilkan oleh model lolos uji Geoffrey E. Havers (GEH). Variabel yang diperhitungkan pada proses validasi adalah panjang antrian pada setiap pendekatan kemudian diuji dengan uji Chi-square. Mengoptimalkan kontrol sinyal menunjukkan panjang antrian dan penundaan dapat dikurangi secara signifikan. Selanjutnya, penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan parameter lain seperti panjang antrian maksimum dalam proses validasi untuk mendapatkan model trafik yang lebih baik. Variabel yang diperhitungkan pada proses validasi adalah panjang antrian pada setiap pendekatan kemudian diuji dengan uji Chi-square. Mengoptimalkan kontrol sinyal menunjukkan panjang antrian dan penundaan dapat dikurangi secara signifikan. Selanjutnya, penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan parameter lain seperti panjang antrian maksimum dalam proses validasi untuk mendapatkan model trafik yang lebih baik. Variabel yang diperhitungkan pada proses validasi adalah panjang antrian pada setiap pendekatan kemudian diuji dengan uji Chi-square. Mengoptimalkan kontrol sinyal menunjukkan panjang antrian dan penundaan dapat dikurangi secara signifikan. Selanjutnya, penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan parameter lain seperti panjang antrian maksimum dalam proses validasi untuk mendapatkan model trafik yang lebih baik.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Batasan Masalah	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
F. Sistematika Penulisan	7
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Jalan	9
B. Karakteristik Arus Lalu Lintas	12
C. Persimpangan	16
D. Karakteristik Pengguna Jalan	26
E. Karakteristik Kendaraan	27
F. Kinerja Jalan	27
G. Manajemen Lalu Lintas	28
H. Konsepsi Model Mikro-Simulasi.....	32
I. Konsep Mikro Simulasi Lalu Lintas Berbasis <i>Vissim</i>	33
J. PTV <i>Vissim</i>	36
K. Kajian Studi Terdahulu	43
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	47
A. Kerangka Kerja Penelitian	47
B. Landasan Teori	48

C. Metode Pengumpulan Data.....	50
D. Metode Estimasi dan Analisis.....	60
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	62
A. Karakteristik Persimpangan.....	62
D.1 Tingkat Pelayanan.....	113
D.2 Panjang Antrian Rata-Rata.....	114
D.3 Tundaan.....	115
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	120
A. Kesimpulan	120
B. Saran	122
DAFTAR PUSTAKA.....	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jenis Persimpangan Jalan Sebidang	18
Gambar 2. Jenis Persimpangan Jalan Tak Sebidang	19
Gambar 3. Arus Memisah	21
Gambar 4. Arus Menggabung	21
Gambar 5. Arus Menyilang	22
Gambar 6. Arus Memotong	22
Gambar 7. Titik Konflik pada Persimpangan	24
Gambar 8. Contoh Siklus Persimpangan Empat Lengan Prioritas Belok Kanan	24
Gambar 9. Prinsip Rerouting pada Jaringan Jalan	25
Gambar 10. Persimpangan Tidak Sebidang (<i>Diamond Interchange</i> dan <i>Cloverleaf Interchange</i>)	26
Gambar 11. Mikro-Simulasi Bundaran (Roundabout)	37
Gambar 12. Mikro-Simulasi Transportasi Massal	37
Gambar 13. Diagram Alir Prosedur Penelitian	47
Gambar 14. Lokasi Penelitian	51
Gambar 15. Lokasi Pos Surveyor Pintu 1 Unhas	55
Gambar 16. Lokasi Pos Surveyor Pintu 2 Unhas	55
Gambar 17. Diagram Alir Mikro-Simulasi PTV <i>VISSIM</i>	61
Gambar 18. Sirkulasi Lalu Lintas Persimpangan	64
Gambar 19. Titik Konflik Simpang Tiga Jl. Perintis Kemerdekaan - Jl. Pintu 1 UNHAS	65
Gambar 20. Titik Konflik Simpang Tiga Jl. Perintis Kemerdekaan - Jl. Pintu 2 UNHAS	66
Gambar 21. Fase Pergerakan Lalu Lintas Simpang Tiga Jl. Perintis Kemerdekaan - Jl. Pintu 1 UNHAS	67
Gambar 22. Waktu siklus lampu lalu lintas tiap fase	68
Gambar 23. Volume Kendaraan Jenis <i>Small City Car</i>	70
Gambar 24. Volume Kendaraan Jenis <i>Big City Car</i>	71

Gambar 25. Volume Kendaraan Jenis Sedan	72
Gambar 26. Volume Kendaraan Jenis MPV	73
Gambar 27. Volume Kendaraan Jenis SUV	74
Gambar 28. Volume Kendaraan Jenis Mini Bus.....	75
Gambar 29. Volume Kendaraan Jenis Pick Up	76
Gambar 30. Volume Kendaraan Jenis Bus	77
Gambar 31. Volume Kendaraan Jenis Tuck	78
Gambar 32. Volume Kendaraan Jenis Sepeda Motor Matic.....	79
Gambar 33. Volume Kendaraan Jenis Sepeda Motor Bebek	80
Gambar 34. Volume Kendaraan Jenis Sport.....	81
Gambar 35. Volume Kendaraan Jenis <i>Small City Car</i>	82
Gambar 36. Volume Kendaraan Jenis <i>Big City Car</i>	83
Gambar 37. Volume Kendaraan Jenis Sedan	84
Gambar 38. Volume Kendaraan Jenis MPV	85
Gambar 39. Volume Kendaraan Jenis <i>SUV</i>	86
Gambar 40. Volume Kendaraan Jenis Mini Bus.....	87
Gambar 41. Volume Kendaraan Jenis <i>Pick Up</i>	88
Gambar 42. Volume Kendaraan Jenis <i>Tuck</i>	89
Gambar 43. Volume Kendaraan Jenis Sepeda Motor Matic.....	90
Gambar 44. Volume Kendaraan Jenis Sepeda Motor Bebek	91
Gambar 45. Volume Kendaraan Jenis Sport.....	92
Gambar 46. Pendekat Perintis Kemerdekaan (Barat)	93
Gambar 47. Pendekat Perintis Kemerdekaan (Timur).....	94
Gambar 48. Pendekat Pintu 1 Unhas (Utara).....	95
Gambar 49. Pendekat Pintu 2 Unhas	96
Gambar 50. Pendekat Perintis Kemerdekaan	97
Gambar 51. Pendekat Perintis Kemerdekaan	98
Gambar 52. Pendekat Pintu 1 Unhas	99
Gambar 53. Pendekat Pintu 2 Unhas	99
Gambar 54. Visualisasi 3D Mikro-Simulasi Sebelum dan Setelah Kalibrasi	103

Gambar 55. Grafik Hasil Kalibrasi Jam Puncak	104
Gambar 56. Grafik Hasil Validasi Model Mikro-Simulasi	108
Gambar 57. Panjang Antrian pada Simpang Eksisting	109
Gambar 58. Grafik Tundaan Rata-Rata tiap pendekat	111
Gambar 59. Grafik Panjang Antrian Rata-Rata Tiap Pendekat	114
Gambar 60. Grafik Tundaan Rata-Rata Simpang Pintu Masuk-Keluar Kampus Universitas Hasanuddin	116
Gambar 61. Skenario Penanganan Lalu Lintas pada simpang Pintu 1 ..	117
Gambar 62. Skenario Penanganan Lalu Lintas pada simpang Pintu 2 ..	118
Gambar 63. Optimasi Waktu sinyal APILL	119

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tingkat Pelayanan Lalu Lintas Dalam Kota.....	30
Tabel 2. Kriteria Tingkat Pelayanan Jalan Raya untuk Simpang Tak Bersinyal.....	39
Tabel 3. Penilaian Hasil Uji Statistik <i>GEH</i> (<i>Geoffrey E. Havers</i>).....	42
Tabel 4. Perlengkapan Survei.....	53
Tabel 5. Rangkaian Kegiatan Survei.....	59
Tabel 6 Geometrik jalan pada Simpang Pintu 1 UNHAS.....	62
Tabel 7 Geometrik jalan pada Simpang Pintu 2 UNHAS – Perintis	63
Tabel 8. Waktu Siklus Simpang Tiga Jl. Perintis Kemerdekaan - Jl. Pintu 1 UNHAS.....	68
Tabel Tabel 9. Jenis dan Dimensi Kendaraan.....	69
Tabel 10. Trial and Error pada Kalibrasi Model Kondisi Eksisting	101
Tabel 11. Hasil Kalibrasi dengan Uji <i>Geoffrey E. Havers</i> pada	105
Tabel 12. Hasil Validasi dengan Uji <i>Chi- square</i> pada Panjang Antrian Kendaraan.....	107
Tabel 13. Hasil Observasi Panjang Antrian Kendaraan	109
Tabel 14. Perbandingan Perubahan Kinerja Jalan terhadap Kondisi Eksisting Berdasarkan Tingkat Pelayanan.....	113
Tabel 15. Perbandingan Perubahan Kinerja Jalan terhadap Kondisi Eksisting berdasarkan Panjang Antrian Rata-Rata	115
Tabel 16. Perbandingan Perubahan Kinerja Jalan terhadap Kondisi Eksisting berdasarkan Tundaan Rata-Rata	116
Tabel 17. Skenario Perubahan Waktu Sinyal pada Pendekat Simpang .	118

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan suatu kota sangat dipengaruhi oleh perkembangan sistem transportasi di kota tersebut. Suatu sistem haruslah berjalan baik sepanjang waktu. 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. Permasalahan pergerakan transportasi ini sering terjadi pada daerah persimpangan.

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. Fungsi operasional utama dari persimpangan adalah untuk menyediakan perpindahan atau perubahan arah perjalanan. Persimpangan merupakan bagian penting dari jalan raya karena sebagian 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.

Pada waktu berpisah (*diverging*) dan memotong (*crossing*) jalan lain akan terjadi konflik antara dua atau lebih pemakai jalan atau pengemudi. Untuk mengendalikan konflik ini ditetapkan aturan lalu lintas untuk menetapkan siapa yang mempunyai hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan. Sedangkan Ruas adalah bagian atau penggal jalan di antara dua simpul atau persimpangan sebidang / tidak sebidang baik yang dilengkapi dengan (APILL) Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas ataupun tidak.

Permasalahan transportasi berupa kemacetan, tundaan, serta polusi udara dan suara yang sering kita temui setiap hari di beberapa kota besar di Indonesia ada yang sudah berada pada tahap yang sangat kritis. Sebelum menentukan cara yang terbaik untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, hal pertama yang perlu dilakukan adalah mempelajari dan mengerti secara terinci faktor-faktor apa saja yang saling terkait yang menimbulkan masalah tersebut.

Pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak sebanding dengan peningkatan volume jalan yang cenderung statis mengakibatkan terjadinya perlambatan hingga kemacetan diberbagai ruas jalan. Oleh karena itu, kinerja suatu simpang merupakan faktor utama dalam menentukan penanganan yang paling tepat untuk mengoptimalkan fungsi simpang.

Kondisi lalu lintas diwamai 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.

Persimpangan dapat bervariasi dari persimpangan sederhana yang terdiri dari pertemuan dua ruas jalan sampai persimpangan kompleks yang terdiri dari pertemuan beberapa ruas jalan. Namun dengan tingkat pergerakan yang beragam dari berbagai jenis kendaraan mengakibatkan masalah pada persimpangan kendaraan seperti mengalami tundaan perjalanan yang cukup besar, sehingga menimbulkan kemacetan. Tipe lingkungan komersial serta kendaraan yang diparkir sembarangan di sekitar lokasi simpang juga semakin menambah masalah yang terjadi di persimpangan tersebut.

Sebagai kasus pada Universitas Hasanuddin, terjadi pada persimpangan Jalan Pintu Masuk - Keluar Kampus dimana waktu jam-jam sibuk kendaraan yang berlalu-lalang sangat padat sehingga sering menimbulkan kemacetan. Antrian kendaraan yang panjang, tundaan perjalanan yang lama, dan kemacetan mengakibatkan waktu perjalanan semakin bertambah. Berdasarkan kenyataan tersebut, peningkatan pelayanan simpang tersebut menjadi sangat diperlukan. Untuk meningkatkan pelayanan simpang tersebut perlu dilakukan evaluasi, analisis dan juga pemodelan pada Simpang Bersinyal Jl. Perintis Kemerdekaan - Jl. Pintu 1, dan Simpang Tak Bersinyal Jl. Perintis Kemerdekaan - Jl. Pintu 2.

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

Dengan menurunnya kinerja simpang akan menimbulkan kerugian pada pengguna jalan karena terjadinya penurunan kecepatan, peningkatan tundaan, dan antrian kendaraan yang mengakibatkan naiknya biaya operasi kendaraan dan menurunnya kualitas lingkungan (Genda et al., 2014).

Dalam penelitian ini, digunakan simulasi lalu lintas dengan pendekatan pemodelan mikro simulasi lalu lintas menggunakan piranti lunak VISSIM, untuk menghasilkan simulasi secara mikroskopik khususnya pada titik persimpangan yang akan dianalisis karena akan menghasilkan kinerja lalu lintas berupa tundaan, antrian, waktu perjalanan dan, Level of Service (LOS).

Dalam konteks pemecahan masalah tersebut, maka terlebih dahulu perlu diketahui kinerja lalu lintas pada persimpangan tersebut. Untuk itu diperlukan adanya kajian terhadap kinerja simpang dan analisis kinerja ruas jalan disekitarnya maka penulis mencoba untuk mengangkat sebuah tugas akhir dengan judul :

**“Mikro-Simulasi Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Pintu
Masuk-Keluar Kampus Unhas Menggunakan Piranti Lunak Vissim”**

B.Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kinerja lalu lintas kondisi eksisting simulasi pada Persimpangan Jl. Pintu Masuk-Keluar Kampus UNHAS dengan menggunakan piranti lunak VISSIM?
2. Bagaimana proyeksi kinerja simpang dan penanganan rekayasa lalu lintas pada persimpangan Jl. Pintu Masuk-Keluar kampus UNHAS dengan pendekatan pemodelan mikro-simulasi lalu lintas menggunakan piranti lunak VISSIM?

C.Tujuan Penelitian

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

1. Menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksisting simulasi pada persimpangan Jl. Pintu Masuk-Keluar Kampus UNHAS dengan menggunakan piranti lunak VISSIM.
2. Menganalisis kinerja simpang kondisi proyeksi dan penanganan rekayasa lalu lintas pada persimpangan Jl. Pintu Masuk-Keluar UNHAS dengan pendekatan pemodelan mikro-simulasi lalu lintas menggunakan piranti lunak VISSIM.

D. 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 persimpangan Jalan Pintu Masuk – Keluar Kampus Universitas Hasanuddin di Kota Makassar.
2. Analisis data menggunakan data primer yaitu berupa data yang diperoleh saat survei volume lalu lintas pada simpang tersebut.
3. Jenis kendaraan yang dianalisis yaitu kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor.
4. Survei lalu lintas dilaksanakan pada periode pukul 07.00 – 09.00, 11.00 – 13.00 dan 16.00 - 18.00 WITA.
5. Kecepatan kendaraan diukur dengan *speed gun* di lapangan dan diambil secara acak pada semua jenis kendaraan.
6. Kinerja simpang dianalisis dengan menggunakan Piranti Lunak PTV VISSIM.

E. Manfaat Penelitian

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

1. Bagi penulis dan mahasiswa Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Sipil, dapat dijadikan sebagai referensi dalam

menganalisis kinerja lalu lintas pada persimpangan dengan menggunakan piranti lunak VISSIM.

2. Bagi Pemerintah dan Dinas Perhubungan Kota Makassar yaitu sebagai masukan dan bahan pertimbangan dalam mengeluarkan kebijakan terkait hasil penelitian tersebut dalam mengatasi masalah kemacetan pada persimpangan.

F. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis mencoba mengikuti aturan penulisan 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 setiap bab secara garis besar adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai teori-teori dan literatur terkait dengan objek dan/atau metodologi penelitian yang berasal dari buku-buku maupun dari tulisan-tulisan lain yang mendukung pencapaian tujuan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai uraian data dan metode penelitian, bahan penelitian, peralatan penelitian, dan cara pengujian yang dilakukan terhadap data-data yang diperoleh serta batasan dan asumsi yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil penelitian dan pengolahan data serta pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini dijelaskan mengenai 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 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jalan

Jalan secara umum adalah suatu lintasan yang menghubungkan lalu lintas antar suatu daerah dengan daerah lainnya, baik itu barang maupun manusia. Seiring dengan penambahan jumlah penduduk, serta kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, maka jalan sedikit demi sedikit meningkat 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, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air, serta diatas 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.

Tujuan umum pembuatan struktur jalan adalah untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban roda sehingga mencapai tingkat nilai yang dapat diterima oleh tanah yang menyokong struktur tersebut. Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan

pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari perencanaan geometrik ini adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan biaya juga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan.

A.1. Komponen Jalan

Menurut Saodang (2010), komponen jalan terdiri dari :

1. Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan.

2. Median

Median jalan adalah bagian jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah, guna memungkinkan kendaraan bergerak cepat dan aman. Fungsi median adalah memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan, ruang lapak tunggu penyeberang jalan, penempatan fasilitas jalan, tempat prasarana pekerjaan sementara, penghijauan, pemberhentian darurat, cadangan lajur dan mengurangi silau dari lampu kendaraan pada malam hari dari arah berlawanan.

3. Bahu jalan

Bahu jalan adalah bagian jalan yang berdampingan ditepi jalur lalu lintas, dan harus diperkeras, berfungsi untuk lajur lalu lintas darurat, ruang bebas samping dan penyangga perkerasan terhadap beban lalu lintas.

4. Saluran Tepi/Samping

Saluran tepi/samping adalah selokan yang berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air hujan, limpasan dari permukaan jalan dan daerah sekitarnya.

5. Lajur lalu lintas

Lajur lalu lintas adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana.

6. Trotoar

Trotoar adalah jalur pejalan kaki yang terletak pada Damija, diberi lapisan permukaan, diberi elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan, dan umumnya sejajar dengan jalur lalu lintas kendaraan.

A.2. Jalan Perkotaan

Jalan perkotaan merupakan segmen jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan. Yang termasuk dalam kelompok jalan perkotaan adalah jalan yang berada didekat pusat perkotaan dengan jumlah penduduk lebih dari 100.000 jiwa. Jalan di daerah perkotaan dengan jumlah penduduk yang kurang dari 100.000 juga dapat digolongkan pada kelompok ini jika perkembangan samping jalan tersebut bersifat permanen dan terus menerus (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). (Oglesby & Hicks, 1999)

B. Karakteristik Arus Lalu Lintas

Ada beberapa cara yang dipakai para ahli lalu lintas untuk mendefinisikan arus lalu lintas, tetapi ukuran dasar yang sering digunakan adalah konsentrasi aliran dan kecepatan. Aliran dan volume sering dianggap sama, meskipun istilah aliran lebih tepat untuk menyatakan arus lalu lintas dan mengandung pengertian jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang diukur dalam satu interval waktu tertentu. Konsentrasi dianggap sebagai jumlah kendaraan pada suatu panjang jalan tertentu, tetapi konsentrasi ini kadang-kadang menunjukkan kerapatan/kepadatan.

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 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 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 & Hicks, 1999). (Khisty & Lall, 2005)

B.1. Karakteristik Makro Lalu Lintas

Lalu lintas secara makro mempelajari operasional dari keseluruhan sistem yang ada pada lalu lintas yang memengaruhi arus kendaraan, kecepatan, serta kepadatan yang memengaruhi 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 & Lall, 2005).

1. Volume (q)

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

2. Kecepatan (s)

Kecepatan didefinisikan sebagai suatu laju pergerakan, seperti jarak per satuan waktu, umumnya dalam mil/jam (mph) atau kilometer/jam. Karena beragamnya kecepatan individual dalam lalu lintas, maka biasanya menggunakan kecepatan rata-rata. (Khisty & Lall, 2005).

Menurut Putranto (2016), kecepatan setempat adalah ukuran kecepatan sesaat di lokasi tertentu pada suatu ruas jalan. Terdapat dua jenis kecepatan setempat, yaitu:

- a. Kecepatan rata-rata waktu adalah rata-rata aritmatik kecepatan kendaraan yang melintasi suatu titik selama rentang waktu tertentu.
- b. Kecepatan rata-rata ruang adalah rata-rata aritmatik kecepatan kendaraan yang berada pada rentang jarak tertentu pada waktu tertentu.

3. Kepadatan (k)

Kepadatan (*density*) adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang tertentu dari lajur atau lajur atau jalan, dirata-ratakan terhadap waktu, dan secara umum dinyatakan dalam kendaraan per mil atau kendaraan per kilometer. (Khisty & Lall, 2005).

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), kerapatan adalah rasio perbandingan arus terhadap kecepatan rata-rata, dinyatakan dalam kendaraan (smp) per kilometer (km). Kepadatan merupakan parameter yang sangat penting dalam lalu lintas karena sangat memengaruhi kinerja lalu lintas itu sendiri.

B.2. 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 memengaruhi respon terhadap kendaraan itu sendiri dalam berlalu lintas di jalan raya adapun parameter-parameter antara lain *spacing*, *headway*, *lane occupancy*, dan *gap (clearance)* (Khisty & Lall, 2005).

Menurut Khisty dan Lall (2005), karakteristik mikro lalu lintas yaitu:

1. *Spacing* (s) dan *headway* (h)

Merupakan dua karakteristik tambahan dari arus lalu lintas. *Spacing* didefinisikan sebagai jarak antara dua kendaraan yang berurutan di dalam suatu aliran lalu lintas yang diukur dari bumper depan satu kendaraan ke bumper depan kendaraan dibelakangnya. *Headway* adalah waktu antara dua kendaraan yang berurutan ketika melalui sebuah titik pada suatu jalan. Baik *spacing* maupun *headway* berhubungan erat dengan kecepatan, volume dan kepadatan.

2. *Lane Occupancy* (R)

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.

3. *Clearance* (c) dan *Gap* (g)

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.

C. 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 adalah pertemuan antara 2 (dua) jalan atau lebih, baik sebidang maupun tak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan saling berpotongan. Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki.

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.

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

C.1. Jenis-Jenis Persimpangan

Jenis-jenis persimpangan dapat dibedakan antara lain berdasarkan pada hal berikut ini :

4. Bentuk bidang persimpangan

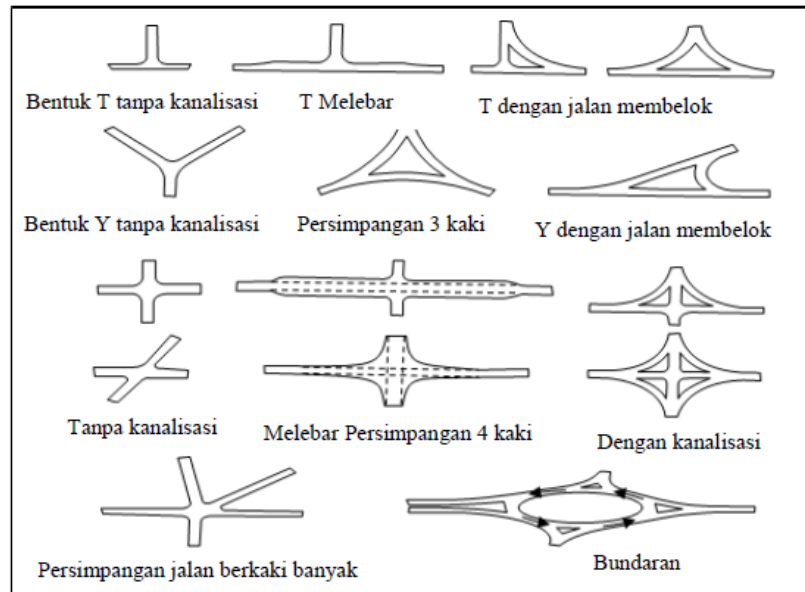
Menurut Harianto (2004), dilihat dari bentuknya ada 2 (dua) macam jenis persimpangan, yaitu :

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. Pertemuan jalan sebidang ada 4 (empat) macam, yaitu:

- Pertemuan atau persimpangan bercabang 3 (tiga),
- Pertemuan atau persimpangan bercabang 4 (empat),
- Pertemuan atau persimpangan bercabang banyak,

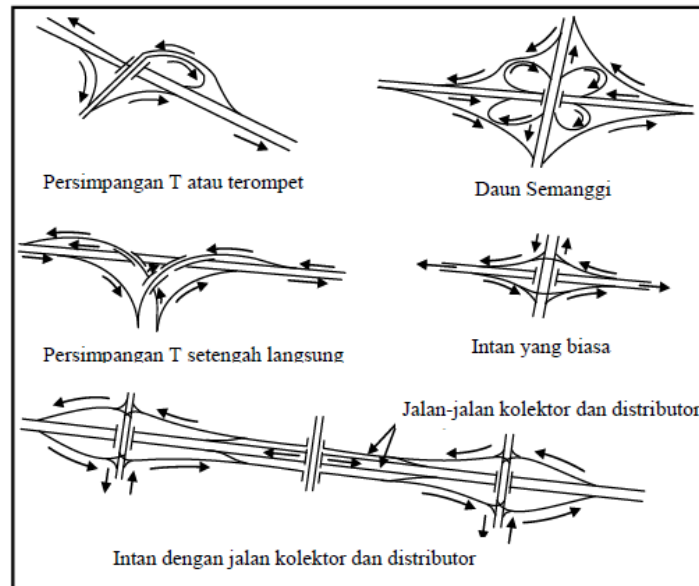
- Bundaran (rotary intersection).



Gambar 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.



Gambar 2. Jenis Persimpangan Jalan Tak Sebidang

5. Jenis pengendaliannya

Menurut Khisty dan Lall (2005), berdasarkan urutan pengendalian dari kecil ke tinggi di persimpangan dapat diurutkan dalam 6 jenis, yaitu:

- a. Rambu berhenti, ditempatkan pada persimpangan dengan kondisi jalan minor relative kurang penting terhadap jalan utama, persimpangan antara jalan-jalan luar kota dan jalan perkotaan dengan jalan raya.
- b. Rambu pengendalian kecepatan, ditempatkan pada persimpangan dengan jalan minor di titik masuk menuju persimpangan ketika perlu memberi hak jalan pada jalan utama, kondisi berhenti tidak diperlukan setiap saat.
- c. Kanalisasi adalah proses pemisahan terhadap aliran kendaraan yang saling konflik ke dalam rute jalan yang jelas dengan menempatkan beton pemisah.

- d. Bundaran adalah persimpangan kanalisasi yang terdiri dari sebuah lingkaran pusat yang dikelilingi oleh jalan satu arah.
- e. Persimpangan tanpa rambu adalah persimpangan yang tidak memiliki peranti pengatur lalu lintas, sehingga pengemudi harus dapat mengamati keadaan agar dapat mengatur kecepatan.
- f. Peralatan lampu lalu lintas, merupakan metode paling efektif untuk mengatur lalu lintas di persimpangan. Lampu lalu lintas adalah alat elektronik yang memberi hak jalan pada salah satu arus atau lebih sehingga arus kendaraan bias melewati persimpangan dengan aman dan efisien.

C.2. Pola Pergerakan dan Konflik pada Persimpangan

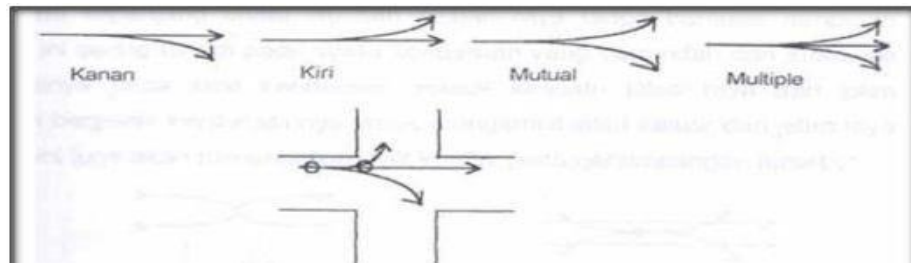
Didalam daerah simpang, lintasan kendaraan akan berpotongan pada satu titik titik konflik. Konflik ini akan menghambat pergerakan dan juga merupakan lokasi potensial untuk terjadinya bersentuhan/tabrakan (kecelakaan). Arus lalu lintas yang terkena konflik pada suatu simpang mempunyai tingkah laku yang kompleks dan berhubungan langsung dengan tingkah laku gerakan tersebut.

6. Jenis Pertemuan Gerakan

Pada dasarnya ada empat jenis pertemuan arus lalu lintas di persimpangan, yaitu:

a. Gerakan memisah/berpencar (*Diverging*)

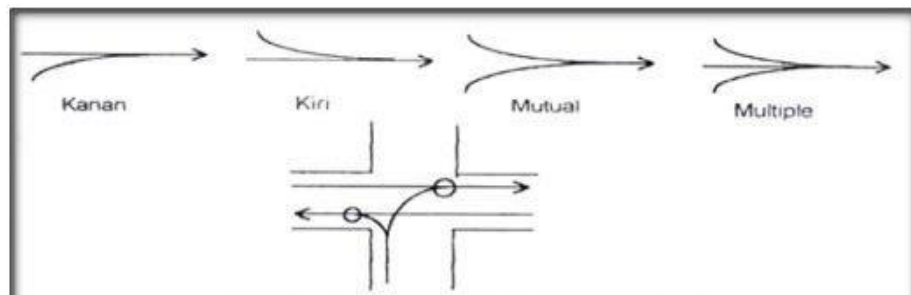
Diverging adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain.



Gambar 3. Arus Memisah

b. Gerakan menyatu/bergabung (*Merging*)

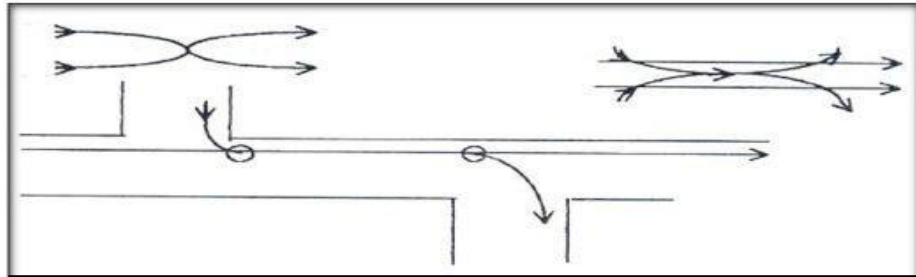
Merging adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari suatu jalur ke jalur yang lain.



Gambar 4. Arus Menggabung

c. Gerakan jalinan/bersilang (*Weaving*)

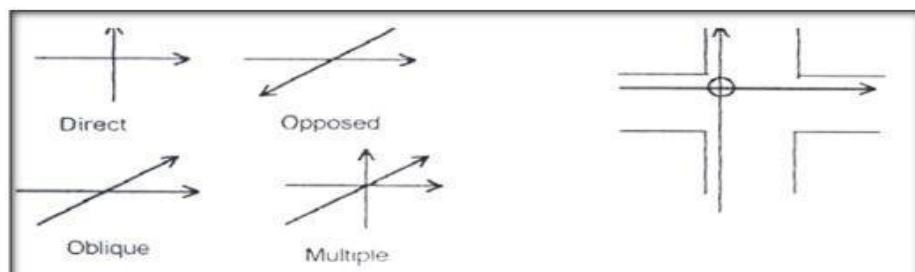
Weaving adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain, kemudian bergerak ke jalur lainnya.



Gambar 5. Arus Menyilang

d. Gerakan memotong (*Crossing*)

Crossing adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.



Gambar 6. Arus Memotong

7. Titik Konflik Pada Simpang

Keberadaan persimpangan pada suatu jaringan jalan, ditujukan agar kendaraan bermotor, pejalan kaki (pedestrian), dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak dalam arah yang berbeda dan pada waktu yang bersamaan. Dengan demikian pada persimpangan akan terjadi suatu keadaan yang menjadi karakteristik yang unik dari persimpangan yaitu munculnya konflik yang berulang sebagai akibat dari pergerakan (manuver) tersebut.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), berdasarkan sifatnya konflik yang ditimbulkan oleh manuver kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan 2 tipe yaitu:

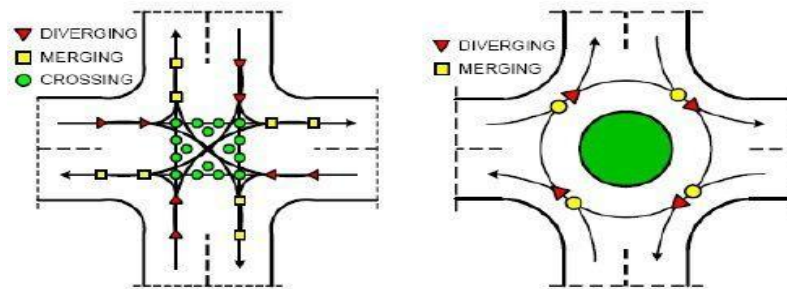
- a. Konflik primer yaitu konflik yang terjadi antara gerakan lalu lintas yang saling berpotongan disebut juga konflik utama.
- b. Konflik sekunder yaitu konflik yang terjadi antara gerakan lalu lintas membelok ke kanan dengan gerakan lalu lintas lurus arah berlawanan atau lalu lintas belok kiri dengan para pejalan kaki yang menyeberang disebut juga konflik kedua.

Didalam daerah simpang lintasan kendaraan akan berpotongan pada titik-titik konflik. Jumlah potensial titik-titik konflik pada simpang tergantung dari :

- a. Jumlah kaki simpang
- b. Jumlah lajur dari kaki simpang
- c. Jumlah pengaturan simpang
- d. Jumlah arah pergerakan

8. Daerah Konflik pada Simpang

Daerah konflik dapat digambarkan sebagai diagram yang memperlihatkan suatu aliran kendaraan dan manuver bergabung, menyebar, dan persilangan di simpang dan menunjukkan jenis konflik dan potensi kecelakaan di simpang. Adapun titik konflik yang terjadi pada persimpangan dapat dilihat pada gambar berikut:



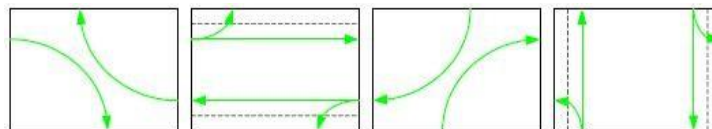
Gambar 7. Titik Konflik pada Persimpangan

C.3. Solusi Mengatasi Konflik Di Persimpangan

Tujuan utama perencanaan simpang adalah mengurangi konflik antara kendaraan bermotor serta tidak bermotor dan penyediaan fasilitas yang memberikan kemudahan, kenyamanan, dan keselamatan terhadap pemakai jalan yang melalui persimpangan. Ada beberapa cara untuk mengurangi konflik pergerakan lalu-lintas pada suatu persimpangan (Tamin, 2000).

1. Solusi *Time-sharing*

Solusi ini melibatkan pengaturan penggunaan badan jalan untuk masing-masing arah pergerakan lalu-lintas pada setiap periode tertentu. Contohnya adalah pengaturan siklus pergerakan lalu-lintas pada persimpangan dengan sinyal/*signalized intersection*.



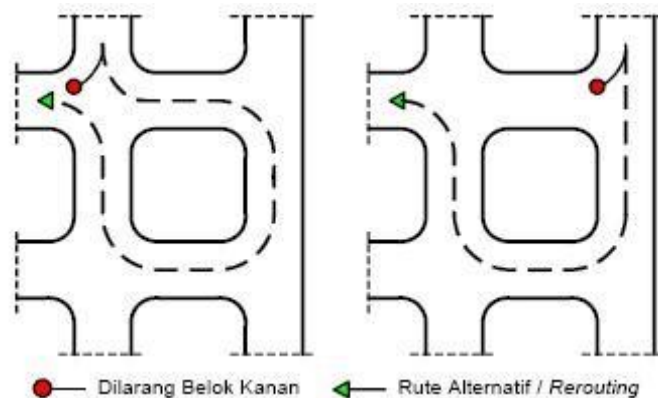
Gambar 8. Contoh Siklus Persimpangan Empat Lengan Prioritas Belok

Kanan

2. Solusi *Space-sharing*

Prinsip dari solusi jenis ini adalah dengan merubah konflik pergerakan dari crossing menjadi jalinan atau *weaving* (kombinasi *diverging* dan *merging*). Contohnya adalah bundaran lalu-lintas (*roundabout*) seperti pada Gambar 9.

Prinsip *roundabout* ini juga biasa diterapkan pada jaringan jalan yaitu dengan menerapkan larangan belok kanan pada persimpangan. Dengan adanya larangan belok kanan di suatu persimpangan, maka konflik di persimpangan dapat dikurangi. Untuk itu, sistem jaringan jalan harus mampu menampung kebutuhan pengendara yang hendak belok kanan, yakni dengan melewati kendaraan melalui jalan alternatif yang pada akhirnya menuju pada arah yang dikehendaki. Prinsip tersebut dinamakan rerouting. (O'Flaherty, 1997).

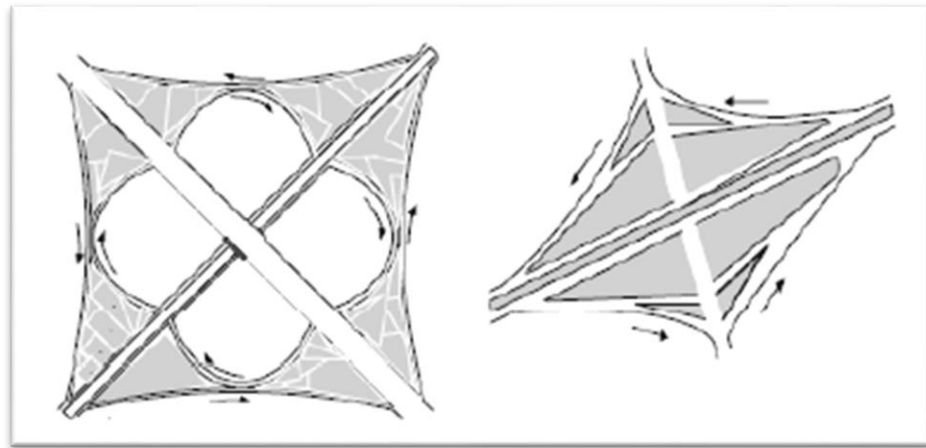


Gambar 9. Prinsip Rerouting pada Jaringan Jalan

3. Solusi *Grade Separation*

Solusi jenis ini meniadakan konflik pergerakan bersilangan, yaitu dengan menempatkan arus lalu-lintas pada elevasi yang berbeda pada titik

konflik, bentuknya dapat berupa jalan layang dan jalan bawah tanah. Untuk jalan layang, dapat berbentuk *cloverleaf interchange* (contohnya Jembatan Semanggi di Jakarta) dan *diamond interchange*.



Gambar 10. Persimpangan Tidak Sebidang (*Diamond Interchange* dan *Cloverleaf Interchange*)

D. Karakteristik Pengguna Jalan

Pengguna jalan didefinisikan sebagai pengemudi, penumpang, pengendara sepeda dan pejalan kaki yang menggunakan jalan. Bersamaan semuanya membentuk elemen yang paling kompleks dalam sistem lalu lintas dan disebut sebagai manusia. Sejumlah karakteristik pengguna jalan dapat diukur dan dapat diperhitungkan dalam keputusan-keputusan rekayasa lalu lintas. Hal ini meliputi waktu persepsi dan reaksi serta ketajaman pandangan yang dapat diukur dan dapat dikaitkan pada analisis lalu lintas. Karakteristik penting lain, seperti faktor-faktor kekuatan fisik, keterampilan, pendengaran dan fisiologi kurang dapat diukur. Meskipun

demikian, ahli lalu lintas harus memperhitungkan dengan cara yang lebih umum dalam perencanaan dan perancangan sistem lalu lintas.

E. Karakteristik Kendaraan

Sama seperti karakteristik pengemudi yang sangat bervariasi, begitu juga karakteristik kendaraan yang akan menggunakan jalan. Sistem jaringan jalan mengakomodir kendaraan dengan jenis dan ukuran yang bervariasi, dari mobil penumpang yang paling kecil sampai truk gandengan. Karakter operasional dan kinerja dari kendaraan-kendaraan tersebut bervariasi sebanding dengan ukuran dan berat, faktor ini harus dipertimbangkan secara eksplisit dalam perencanaan.

F. Kinerja Jalan

F.1. Panjang Antrian

Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan yang antri dalam suatu pendekat. Sedangkan pendekat adalah lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Satuan panjang antrian yang digunakan adalah satu mobil penumpang. (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997)

F.2. Tundaan Lalu Lintas

Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang. (Tamin, 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 memengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi nilai tundaan, semakin tinggi pula waktu tempuh.

G. Manajemen Lalu Lintas

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 14 (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.

G.1 Tujuan Manajemen Lalu Lintas

Tujuan dilaksanakannya Manajemen Lalu Lintas adalah :

1. 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.

2. Meningkatkan tingkat keselamatan dari pengguna yang dapat diterima oleh semua pihak dan memperbaiki tingkat keselamatan sebaik mungkin.
3. Melindungi dan memperbaiki keadaan kondisi lingkungan dimana arus lalu lintas berada dan mempromosikan penggunaan secara efisien.

G.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas

Sasaran manajemen lalu lintas sesuai dengan tujuan di atas adalah

1. 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.
2. 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.

G.3 Perencanaan Lalu Lintas

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 14 (2006), salah satu perencanaan lalu lintas yaitu penetapan tingkat pelayanan yang diinginkan. Adapun tingkat pelayanan untuk perbandingan volume dan kapasitas jalan atau yang disebut dengan derajat kejenuhan:

Tabel 1. Tingkat Pelayanan Lalu Lintas Dalam Kota

Tingkat Pelayanan	V/C
A	$\leq 0,40$
B	$\leq 0,58$
C	$\leq 0,80$
D	$\leq 0,90$
E	$\leq 1,00$
F	$> 1,00$

G.4 Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas

Menurut Putra (2011), terdapat tiga strategi manajemen lalu lintas secara umum yang dapat dikombinasikan sebagai bagian dari rencana manajemen lalu lintas. Adapun teknik-teknik tersebut adalah sebagai berikut :

1. Manajemen Kapasitas, terutama dalam pengorganisasian ruang jalan.

Langkah pertama dalam manajemen lalu lintas adalah membuat penggunaan kapasitas dan ruas jalan seefektif mungkin, sehingga pergerakan lalu lintas yang merupakan syarat utama.

Arus di persimpangan harus disurvei untuk meyakinkan penggunaan yang optimum. *Right of Way* harus diorganisasikan sedemikian rupa sehingga setiap bagian mempunyai fungsi sendiri, misal, jalur pejalan kaki, kapasitas jalan. Penggunaan ruang jalan sepanjang ruas jalan harus dikoordinasikan secara baik.

Jika akses dan parkir diperlukan, survei dapat dengan mudah menentukan *demand*-nya. Perlunya fasilitas pejalan kaki dapat dengan

mudah disurvei. Oleh sebab itu, manajemen kapasitas adalah hal yang termudah dan teknik manajemen lalu lintas yang paling efektif untuk diterapkan.

2. Manajemen Prioritas

Terdapat beberapa ukuran yang dapat dipakai untuk menentukan prioritas pemilihan moda transportasi, terutama kendaraan penumpang (bus dan taksi). Karena bus bergerak dengan jumlah penumpang yang banyak setiap ukuran, untuk memperbaiki kecepatannya walaupun dengan jumlah sedikit akan menguntungkan orang banyak. Kendaraan barang tidak diprioritas kecuali pada waktu mengantar barang. Metode utama adalah dengan mengizinkan parkir (*short term*) untuk pengantaran pada lokasi dimana kendaraan lainnya tidak diperbolehkan berhenti.

3. Manajemen *Demand*

Manajemen *demand* terdiri dari :

- a. Merubah rute kendaraan pada jaringan dengan tujuan untuk memindahkan kendaraan dari daerah macet ke daerah tidak macet.
- b. Merubah moda perjalanan, terutama dari kendaraan pribadi ke angkutan umum pada jam sibuk. Hal ini berarti penyediaan prioritas ke angkutan umum.
- c. Yang menyebabkan adanya keputusan perlunya pergerakan apa tidak, dengan tujuan mengurangi arus lalu lintas dan juga kemacetan.
- d. Kontrol pengembangan tata guna tanah.

H. **Konsepsi Model Mikro-Simulasi**

Konsep model simulasi sangat sering sekali digunakan dalam lalu lintas dalam merencanakan sebuah kegiatan transportasi khususnya yang bersifat dinamis dan sangat luas, konsep lalu lintas yang sangat luas yang mempunyai berbagai macam karakteristik serta parameter yang banyak sehingga perlunya pendekatan model simulasi sebagai bentuk penyederhanaan dari sebuah permasalahan kompleks tersebut.

Model sendiri dapat didefinisikan sebagai bentuk penyederhanaan dari kondisi di lapangan model tersebut mempunyai ukuran dan bentuk yang tergantung model yang dibangun dari suatu permasalahan, sedangkan simulasi merupakan suatu prose peniruan dari sesuatu yang nyata beserta dengan keadaan sekelilingnya. Aksi melakukan simulasi ini secara umum untuk menggambarkan sifat karakteristik kunci dari kelakuan sistem fisik atau sistem yang abstrak tertentu (Aryandi & Munawar, 2014)

Menurut Law dan Kelton (1991), pada dasarnya model simulasi dikelompokkan dalam tiga dimensi yaitu:

1. Model Simulasi Deterministik dengan Model Simulasi Stokastik.

Model simulasi yang akan dibentuk tidak mengandung variabel yang bersifat random, maka model simulasi tersebut dikatakan sebagai simulasi deterministik. Sistem yang dimodelkan dalam simulasi mengandung beberapa input yang bersifat random, maka pada sistem seperti ini model simulasi yang dibangun disebut model simulasi stokastik.

2. Model Simulasi Kontinu dengan Model Simulasi Diskret. Untuk mengelompokkan suatu model simulasi apakah diskret atau kontinyu, sangat ditentukan oleh sistem yang dikaji.
3. Model Simulasi Statis dengan Model Simulasi Dinamis. Model simulasi statis digunakan untuk mempresentasikan sistem pada saat tertentu atau sistem yang tidak terpengaruh oleh perubahan waktu. Sedangkan model simulasi dinamis digunakan jika sistem yang dikaji dipengaruhi oleh perubahan waktu.

I. Konsep Mikro Simulasi Lalu Lintas Berbasis *Vissim*

Pedoman perencanaan dan pengoperasian ruas dan simpang berdasarkan manual lalu lintas dari negara maju, kemudian diadopsi dengan mengkalibrasi beberapa faktor penyesuaian kondisi lokal. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) adalah manual yang menjadi pedoman perancangan, disain dan pengoperasian ruas dan simpang di Indonesia.

Secara teori MKJI (1997) mengadopsi konsep manual dari Amerika Serikat HCM (1985). Model analisa yang digunakan pada HCM (1985) didasarkan pada kondisi aliran lalu lintas seragam (*homogenous traffic*) dan didominasi oleh tipe kendaraan mobil penumpang, serta aliran lalu lintas mengikuti konsep iring-iringan kendaraan perlajur (*lane based*) (Muntazar, 2017).

Aliran lalu lintas di Negara berkembang seperti di Indonesia tergolong campuran (*mixed traffic*) dan didominasi oleh kendaraan roda dua. Pergerakan arus lalu lintas tidak mengikuti aliran perlajur (*non-lane based*), bahkan sering dijumpai pengemudi yang melakukan perpindahan antar lajur (*lane changing*) atau mendahului kendaraan lain (*overtaking*). Untuk kasus di persimpangan, tidak jarang dijumpai dilapangan, roda dua berusaha mengisi antrian lebih depan pada garis henti persimpangan. Kondisi mempengaruhi proses pelepasan arus (*discharge flow*). Ini merupakan sebuah bukti bahwa konsep dasar pengembangan manual lalu lintas di negara maju sangatlah berbeda karakteristik, sehingga dalam dunia praktisi penggunaan manual hasil adopsi, tanda adanya proses kalibrasi dan validasi akan tidak handal.

Model simulasi lalu lintas merupakan sebuah pendekatan yang efektif untuk menganalisis operasi lalu lintas karena bisa menghasilkan output yang relative mendekati kondisi nyata. Kebanyakan model simulasi berdasarkan pada kondisi *non-mixed traffic*, fokus pada lalu lintas dengan kendaraan roda empat dan sistim kontrol berdasarkan penggunaan lajur kendaraan. Kondisi tersebut tidak cocok untuk Indonesia di mana arus lalu lintas bersifat heterogen (campuran), dengan berbagai jenis kendaraan dan proporsi sepeda motor yang tinggi dan kedisiplinan penggunaan lajur yang rendah, terutama saat antrian di kaki simpang. (Yulianto & Setiono, 2013)

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*.

Teori *car following model* menjelaskan bagaimana satu kendaraan mengikuti kendaraan lain dan bagaimana pengemudi bereaksi terhadap perubahan posisi relatif dan kecepatan kendaraan didepannya. (Gouioez, 2013)

Menurut Menneni dan Sun (2008), terdapat empat sistem berbeda dalam *Car Following Model* yaitu:

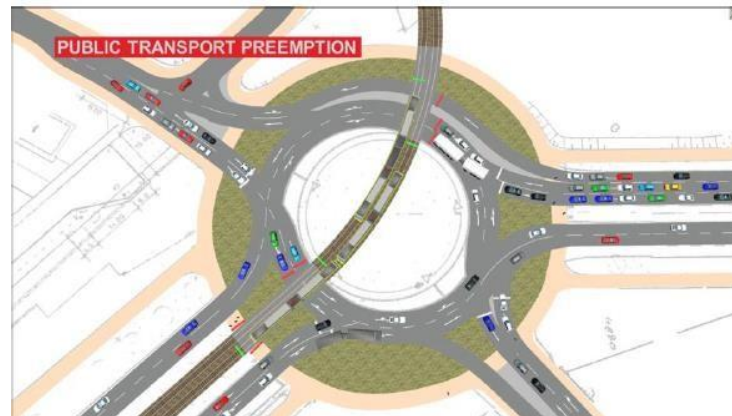
1. *Free-flow*: Kendaraan tidak dipengaruhi oleh kendaraan lainnya; kendaraan tersebut terus mempertahankan kecepatan yang diinginkan tetapi berfluktuasi akibat batas kontrol yang tidak sempurna.
2. *Approaching*: Ketika kendaraan mulai mendekati kendaraan lainnya, mulai dilakukan perlambatan untuk menyamakan kecepatan kendaraan didepannya hingga mencapai jarak aman yang diinginkan.
3. *Following*: Dalam kondisi mengemudi ini, secara tidak sadar kendaraan mengikuti kendaraan didepannya dan menjaga perbedaan kecepatan dengan perlambatan yang rendah.

4. *Emergency*: Jika jarak kendaraan yang mengikut lebih kecil dari jarak aman yang diinginkan, maka terjadi reaksi yaitu melakukan perlambatan maksimum untuk mencegah tabrakan.

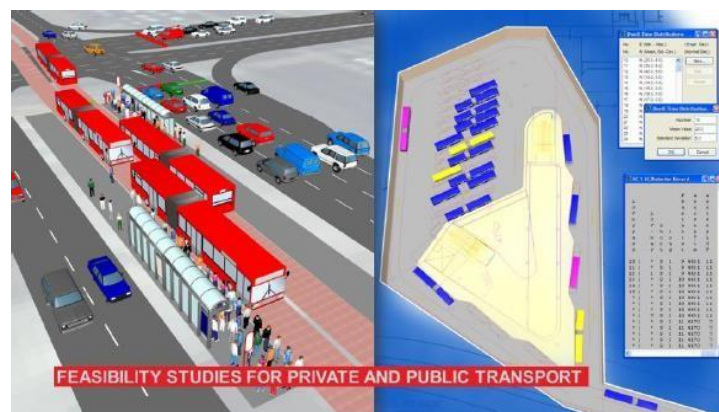
Dalam model mikro-simulasi ada dua model yang digunakan pada alat yaitu *Car Following Weidemann 74* dan *Car Following Weidemann 99*. Model *Wiedemann 74* disarankan untuk digunakan pada jalan perkotaan, sedangkan model *Wiedemann 99* disarankan untuk digunakan pada jalan antarkota atau jalan bebas hambatan. (Menneni & Sun, 2008)

J. PTV *Vissim*

Vissim adalah perangkat lunak yang digunakan untuk simulasi arus lalu lintas secara mikroskopis terkemuka yang dikembangkan oleh PTV (Planung 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 publik, perusahaan dan universitas. *Vissim* alat mikro-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. (Aryandi & Munawar, 2014).



Gambar 11. Mikro-Simulasi Bundaran (Roundabout)



Gambar 12. Mikro-Simulasi Transportasi Massal

Menurut PTV Group (2015), *Vissim* dapat digunakan untuk beberapa kasus antara lain :

1. Membuat perbandingan geometrik persimpangan
2. Perencanaan pengembangan lalu lintas
3. Analisis kapasitas
4. Sistem control lalu lintas
5. Operasi sistem sinyal lalu lintas dan studi pengaturan ulang
6. Simulasi transportasi public

Tingkat pelayanan (*level of service*) adalah ukuran kinerja ruas jalan atau simpang jalan yang dihitung berdasarkan tingkat penggunaan jalan, kecepatan, kepadatan dan hambatan yang terjadi. Pada pengolahan data yang digunakan oleh *Vissim*, metode yang digunakan mengacu pada peraturan di Amerika yang dimuat dalam manual kapasitas jalan raya (*Highway Capacity Manual*) tahun 2010. *Level of Service (LOS)* digunakan secara luas untuk memberi penilaian kinerja operasi jalan bebas hambatan. Metode HCM 2010 berdasarkan pada kepadatan kendaraan dari setiap segmen jalan. Metode kalkulasi tingkat pelayanan jalan bebas hambatan terdiri dari minimum 5 hingga maksimum 8 step termasuk beberapa persamaan analitis. (Board, 2010)

Cara lain untuk mengevaluasi kinerja fasilitas jalan bebas hambatan adalah dengan menggunakan alat mikro-simulasi. Ada beberapa alat mikro-simulasi, *Vissim* adalah salah satu yang memungkinkan pengguna untuk memodelkan kondisi lalu lintas di dunia nyata dengan tingkat akurasi yang tinggi. Meski demikian, *Vissim* sebagai alat mikro-simulasi memerlukan persiapan dan kalibrasi model yang memakan waktu. (Jolovic, 2016)

Manual kapasitas jalan raya (*Highway Capacity Manual*) tahun 2010 membagi tingkat pelayanan jalan raya (LOS) menjadi 2 yaitu tingkat pelayanan pada simpang bersinyal dan tidak bersinyal Tingkat pelayanan pada simpang tak bersinyal (*unsignalized intersection level of service*) dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Kriteria Tingkat Pelayanan Jalan Raya untuk Simpang Tak Bersinyal

<i>Level of Service</i>	<i>Average Control Delay (second / vehicle)</i>	<i>General Description (seconds/vehicle)</i>
A	0 - 10	<i>Free flow</i>
B	> 10 - 15	<i>Stable flow (slight delays)</i>
C	> 15 - 25	<i>Stable flow (acceptable delays)</i>
D	> 25 - 35	<i>Approaching unstable flow (tolerance delay, occasionally wait through more than one signal cycle before proceeding)</i>
E	> 35 - 50	<i>Unstable flow (intolerable delay)</i>
F	> 50	<i>Forced flow (congested and queues fail to clear)</i>

J.1. Parameter Mikro-Simulasi Lalu Lintas Berbasis *Vissim*

Lalu lintas heterogen ditandai dengan adanya kendaraan-kendaraan yang memiliki karakteristik statis (perbedaan panjang, lebar, dll) dan dinamis (percepatan/perlambatan, kecepatan, dll) yang beragam. Kendaraan ini termasuk kendaraan bermotor tidak konvensional (roda tiga) dan kendaraan tidak bermotor (sepeda, gerobak, dll.). Aspek lain seperti tidak adanya marka lajur dan ketidakdisiplinan pengemudi menyebabkan gerakan kendaraan yang kompleks terutama pada persimpangan. (Manjunatha, 2012)

Parameter mikro-simulasi berbasis *Vissim* merupakan nilai akan digunakan dalam melakukan proses kalibrasi dan validasi dalam permodelan simulasi lalu lintas yang dilakukan. Pada perangkat lunak *Vissim* terdapat 168 parameter yang tertanam dalam perangkat lunak *vissim* dalam berdasarkan parameter tersebut dipilih beberapa parameter

berkendara yang sesuai dengan kondisi lalu lintas heterogen yang ada di Indonesia untuk menghasilkan model yang sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan, parameter berkendara yang dipilih pada permodelan antara lain:

1. Parameter *Following*

- a. *Look Ahead Distance (min, max)* yaitu jarak minimum dan maksimum suatu kendaraan dapat melihat ke depan dalam tujuan melakukan reaksi terhadap kendaraan lain di depannya.
- b. *Observed Vehicle* yaitu banyaknya kendaraan yang dapat diamati oleh pengemudi yang memengaruhi seberapa baik pengemudi ketika ingin melakukan pergerakan atau reaksi.
- c. *Look Back Distance (min, max)* yaitu jarak minimum dan maksimum suatu kendaraan dapat melihat ke belakang dalam tujuan melakukan reaksi terhadap kendaraan lain di belakangnya.
- d. *Average Standstill Distance* yaitu rata-rata jarak yang diinginkan antara dua kendaraan.
- e. *Additive Part of Safety Distance* yaitu nilai penambah dalam penentuan jarak aman yang diinginkan.
- f. *Multiplicative Part of Safety Distance* yaitu nilai pengali dalam penentuan jarak aman yang diinginkan. Nilai yang semakin besar menghasilkan distribusi yang besar.

2. Parameter *Lane Change*

- a. *Minimum Headway* yaitu jarak minimum yang harus tersedia di antara dua kendaraan setelah perpindahan lajur sehingga kendaraan di belakang dapat menyiap.
 - b. *Safety Distance Reduction* yaitu nilai reduksi jarak aman antar kendaraan didepan dan dibelakang yang memengaruhi sifat agresif kendaraan yang menyiap. Semakin kecil maka perilaku menyiap semakin sering terjadi.
3. *Parameter Lateral*
- a. *Desired Position at Free Flow* yaitu posisi kendaraan terhadap lajur dalam kondisi arus bebas.
 - b. *Overtake at Same Lane* yaitu perilaku pengemudi kendaraan agar dapat menyiap baik dari sisi sebelah kanan mau pun sisi sebelah kiri.
 - c. *Minimum Lateral Distance* yaitu jarak lateral minimum kendaraan pada saat berada di samping kendaraan yang lain. Parameter ini dibagi menjadi dua yaitu jarak lateral kendaraan pada kecepatan 0 km/jam dan 50 km/jam.

J.2. 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 kalibrasi dan validasi menggunakan

Vissim. Validasi pada *Vissim* merupakan proses 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 & Irawan, 2015)

Dalam proses kalibrasi model, persamaan *Geoffrey E. Haver* dapat digunakan. Rumus *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* sendiri dapat dilihat pada Persamaan 1 dan memiliki ketentuan khusus dari nilai error yang dihasilkan seperti pada Tabel 3.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (1)$$

dimana :

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

Tabel 3. Penilaian Hasil Uji 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

Metode yang digunakan untuk proses validasi adalah dengan menggunakan rumus dasar *Chi-squared*. 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 sebagai berikut.

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

dimana :

O_i = Data observasi

E_i = Data ekspektasi

Tingkat signifikan dengan derajat keyakinan Uji *Chi- square* sebesar 95 % atau $\alpha = 0.05$ dan kriteria uji yaitu hasil diterima apabila x^2 hasil hitung \leq hasil tabel *Chi- square*.

K. Kajian Studi Terdahulu

Berdasarkan kajian pustaka yang dibahas pada sub-bab sebelumnya mengacu pada beberapa studi terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini. Beberapa studi terdahulu yang terkait dengan penelitian ini antara lain:

Andi Auliyah Wahab dkk, Studi Manajemen Dan Rekayasa Simpang Tiga Pettarani – Alauddin di Kota Makassar. Penelitian ini bertujuan untuk:

- a) Mensimulasikan kondisi arus lalu lintas pada simpang Jalan A.P. Pettarani – Jalan Sultan Alauddin dengan menggunakan Software Vissim.
- b) Menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksistinf simulasi simpang Jalan A.P. Pettarani – Jalan Sultan Alauddin dengan menggunakan Software Vissim.
- c) Menganalisis kinerja pergerakan lalu lintas pada simpang Jalan A.P. Pettarani – Jalan Sultan Alauddin untuk berbagai upaya rekayasa lalu lintas dengan menggunakan program Software Vissim. Hasil penelitian yaitu Kinerja simpang untuk upaya rekayasa lalu lintas dilakukan dengan 4 alternatif. Nilai panjang antrian kendaraan pada pendekatan Timur Jalan

Sultan Alauddin sebesar 208.42 m; 169.47 m; 185.39 m; dan 119.65 m, pada pendekat Barat Jalan Sultan Alauddin 139.56 m; 203.26 m; 144.14 m; dan 141.35 m, pada Barat U-Turn sebesar 5.67 m; 9.35 m; 2.08 m; dan 1.77 m, pada pendekat Utara Jalan A.P.Pettarani sebesar 208.63 m; 205.15 m; 155.61 m; dan 146.62 m. Sehingga pada kasus ini tetap memakai alternatif kondisi eksisting karena menghasilkan kinerja lalu lintas yang lebih baik daripada fase pergerakan yang lainnya.

Nurhayati dkk, *Analisis Kinerja Lalu Lintas Akibat Pengaturan Sistem Pergerakan Kendaraan Pada Jl. A.P. Pettarani di Makassar*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas pada Jl. A.P. Pettarani yang meliputi : a) volume rata-rata kendaraan, b) kecepatan rata-rata, c) kapasitas ruas jalan, d) derajat kejenuhan ruas jalan dan persimpangan Jl. A.P. Pettarani.

Andi Rahma Muliani (2017). *Mikrosimulasi Lalu Lintas Pada Simpang Tiga Tak Bersinyal Dengan Software Vissim (Studi Kasus: Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Landak Baru Dan Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Pendidikan)*. Penelitian ini bertujuan untuk : a) Mensimulasikan kondisi arus lalu lintas pada simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Landak Baru Dan Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Pendidikan dengan perilaku pengemudi menggunakan software Vissim. b) Menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksisting simulasi pada simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Landak Baru Dan Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Pendidikan dengan menggunakan software Vissim. c) Menganalisis kinerja pergerakan lalu

lintas pada simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Landak Baru Dan Simpang Jl. A. P. Pettarani – Jl. Pendidikan untuk berbagai upaya rekayasa lalu lintas dengan menggunakan program Software Vissim Hasil Penelitian yaitu hasil simulasi diperoleh bahwa parameter kalibrasi tiap periode dipengaruhi oleh faktor volume kendaraan serta jam puncak dan tidak puncak pada masing-masing pendekatan. Hasil analisis berupa panjang antrian dan tundaan kendaraan terbesar terjadi pada pendekatan Landak Barat sebesar 107,69 m dan 14,69 detik, diikuti pendekatan Pendidikan Timur sebesar 34,04 m dan 9,59 detik. Selanjutnya dilakukan upaya rekayasa lalu lintas dengan 4 jenis alternatif perubahan dimensi lajur dan arah pergerakan lalu lintas dimana pada penelitian ini kondisi eksisting dianggap dapat menghasilkan kinerja simpang yang lebih baik.

Algifar (2017). *Analisis Mikro-Simulasi Lalu Lintas pada Rencana Pengoprasian Underpass di Simpang Mandai, Makassar*. Penelitian ini bertujuan untuk : a) Mensimulasikan kondisi arus lalu lintas pada Underpass simpang Mandai dengan menggunakan program *software Vissim*. b) Menganalisis kinerja lalu lintas kondisi eksisting simulasi pada Underpass simpang Mandai dengan menggunakan program *software Vissim*. c) Menganalisis kinerja pergerakan lalu lintas pada simpang Mandai untuk berbagai upaya rekayasa lalu lintas dengan menggunakan program *software Vissim*. Hasil penelitian yaitu upaya rekayasa lalu lintas dengan beberapa jenis alternatif perubahan menjadi simpang bersinyal ataupun menambah waktu siklus pergerakan dalam simpang serta membuat jalur

bawah tanah arah pergerakan lalu lintas dimana pada penelitian ini kondisi kedepan sehingga dianggap dapat menghasilkan kinerja simpang Mandai yang lebih baik

Rama Dwi Aryandi melakukan penelitian dengan judul “Penggunaan *Software Vissim* Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta)”. Penelitian ini bertujuan untuk (a) mengetahui proporsi pengguna jalan meliputi kendaraan tak bermotor, kendaraan bermotor, dan kendaraan umum di simpang Mirota Kampus saat ini. (b) mengetahui panjang antrian maksimum, minimum, rata-rata, serta tundaan pada kondisi eksisting. (c) membandingkan hasil analisis panjang antrian maksimum, minimum, rata-rata serta tundaan dengan menggunakan *Software Vissim* dan pengamatan langsung di lapangan. Hasil yang diperoleh dari analisis tersebut yaitu bahwa panjang antrian rata-rata di lapangan dan pemodelan atau simulasi dengan *Software Vissim* hampir sama, yaitu 60 m dan 61 m. Diketahui juga bahwa terdapat perbedaan yang cukup jauh pada antrian terpanjang dan terpendek yang terjadi berdasarkan pengamatan langsung dan simulasi menggunakan *Software Vissim*, yaitu 76 m dan 64 m untuk antrian terpanjang dan 39 m dan 51 m untuk antrian terpendek. Perbedaan ini terjadi karena adanya perbedaan penyebaran antrian antara realita di lapangan dengan simulasi *Software Vissim*.