

TESIS

**STUDI REKAYASA DAN MANAJEMEN LALU LINTAS
UNTUK PENGOPERASIAN JALAN TOL LAYANG A.P.
PETTARANI MAKASSAR**

**STUDY OF ENGINEERING AND TRAFFIC MANAGEMENT
FOR THE OPERATION OF THE A.P. PETTARANI
MAKASSAR TOLL ROAD**



ABDI IRAWAN N KUKU

D012182016

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

TESIS

**STUDI REKAYASA DAN MANAJEMEN LALU LINTAS UNTUK
PENGOPERASIAN JALAN TOL LAYANG A.P. PETTARANI
MAKASSAR**

**STUDY OF ENGINEERING AND TRAFFIC MANAGEMENT FOR
THE OPERATION OF THE A.P. PETTARANI MAKASSAR TOLL ROAD**



**ABDI IRAWAN N KUKU
D012182016**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**STUDI REKAYASA DAN MANAJEMEN LALU LINTAS
UNTUK PENGOPERASIAN JALAN TOL LAYANG A.P.
PETTARANI MAKASSAR**

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

ABDI IRAWAN N. KUKU
D012182016

Kepada

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

TESIS

STUDI REKAYASA DAN MANAJEMEN LALU LINTAS UNTUK PENGOPERASIAN JALAN TOL LAYANG A.P. PETARANI MAKASSAR

ABDI IRAWAN N. KUKU

NIM : D012181016

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

pada tanggal 14 Oktober 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. IPM
NIP. 19730926 200012 1 002

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Syafruddin Rauf, M.T.
NIP. 19580424198702 1 001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. IPM
NIP. 19730926 200012 1 002

Plt.Ketua Program Studi S2
Departemen Teknik Sipil



Prof. Dr. Ir. H. M. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng.
NIP. 19680529202002121002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abdi Irawan N. Kuku

Nomor Mahasiswa : D012182016

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 14 Oktober 2022

Yang menyatakan,



Abdi Irawan N. Kuku

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat rahmat, karunia serta izinnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul ” **STUDI REKAYASA DAN MANAJEMEN LALU LINTAS UNTUK PENGOPERASIAN JALAN TOL LAYANG A.P. PETTARANI MAKASSAR**”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin. Salawat dan taslim senantiasa tercurah kepada Nabiyullah Muhammad SAW bersama keluarga serta para sahabat beliau yang merupakan sumber ilmu pengetahuan dan hikmah.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini berkat bantuan dari berbagai pihak, utamanya dosen pembimbing :

Pembimbing I : Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli., ST., MT., IPM

Pembimbing II : Dr. Ir. Syafruddin Rauf., MT.

Atas keikhlasannya meluangkan waktu, memberikan petunjuk, saran, tenaga dan pemikirannya sejak awal perencanaan penelitian hingga selesainya penyusunan tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih pula dihaturkan kepada Ibu Dr. Eng. Rita Irmawaty., ST., MT selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Ketua Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin dan teman-teman mahasiswa Magister Teknik Sipil, pengelola administrasi, serta keluarga atas dukungan dan doanya.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan bapak, ibu dan teman - teman dengan berlipat ganda. Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kepada para pembaca kiranya dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kesempurnaan tesis ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan semua pihak yang memerlukannya.

Makassar, 14 Oktober 2022

Abdi Irawan N. Kuku

ABSTRAK

ABDI IRAWAN N. KUKU. Studi Rekayasa dan Manajemen Lalu lintas Untuk Pengoperasian Jalan Toll Layang Makassar (dibimbing oleh Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad. Isran Ramli.,ST., MT dan Dr. Ir Syafruddin Rauf.,MT.)

Perkembangan wilayah khususnya kota makassar berdampak besar terhadap aktivitas lalu lintas yang menimbulkan permasalahan lalu lintas. Untuk itu, studi ini bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh pengoperasian Jalan tol layang makassar terhadap lalu lintas disekitarnya, khususnya pada simpang Jln. A.P. Pettarani – Jln. Boulevard dan Jln A.P. Pettarani – Jln. Let. Jend. Hertasning. Data yang diperlukan dalam studi ini mencakup survei volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, panjang antrian, data geometrik jalan yang dilakukan pada hari selasa, rabu, sabtu, minggu, dengan periode waktu survei dimulai pada jam 07.00 – 09.00, 12.00 – 14.00, dan 16.00 – 18.00. Studi rekayasa berupa simulasi lalu lintas menggunakan *software vissim*. Dari hasil simulasi lalu lintas pada hari rabu terdapat 3 pendekat simpang dengan panjang antrian terbesar terjadi pada jam 16.00-18.00, yakni pendekat Boulevard 273.85 meter pada hari rabu dan 222.71 meter pada hari sabtu. Penerapan rekayasa lalu lintas dengan alternatif perubahan waktu signal lalu lintas pada simpang A.P. Pettarani-Boulevard didapatkan penurunan sebesar 26.21 meter dan 23.75 meter dari kondisi eksisting pada hari rabu dan sabtu. Dan untuk penerapan alternatif perubahan arah pergerakan lalu lintas pada simpang A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning, penurunan panjang antrian kendaraan pada pendekat Boulevard sebesar 21.31 meter dan 17.56 dari kondisi eksisting pada hari rabu dan sabtu.

Kata kunci : Rekayasa lalu lintas, Vissim, Tol layang makassar

ABSTRACT

ABDI IRAWAN N. KUKU. Traffic Engineering and Management Study for The Operation of Makassar Elevated Toll Road (guided by Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad. Isran Ramli.,ST., MT dan Dr. Ir Syafruddin Rauf.,MT.)

The development of the area, especially the city of Makassar, has a major impact on traffic activities which causes traffic problems. For this reason, this study aims to see how much influence the operation of the Makassar elevated toll road has on the surrounding traffic, especially at the intersection of Jln. A.P. Pettarani - Jln. Boulevard and Jln A.P. Pettarani - Jln. Let. Gen. Hertasning. The data required in this study include surveys of traffic volume, vehicle speed, queue length, and geometric road data conducted on Tuesdays, Wednesdays, Saturdays, and Sundays, with survey periods starting at 07.00 – 09.00, 12.00 – 14.00, and 16.00 – 18.00. Engineering studies in the form of traffic simulations using vissim software. From the results of traffic simulations on Wednesday, there were three intersections with the largest queue length occurring at 16.00-18.00, namely the Boulevard short of 273.85 meters on Wednesday and 222.71 meters on Saturday. The application of a traffic design with an alternative change in traffic signal time at the A.P. Pettarani-Boulevard interchange was reduced by 26.21 meters and 23.75 meters from the existing conditions on Wednesday and Saturday. And for the alternative application of changing the direction of traffic movement at the A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning, the decrease in the length of vehicle queues on Boulevard short was 21.31 meters and 17.56 from the existing conditions on Wednesday and Saturday.

Keywords : Traffic engineering, Vissim, Makassar elevated toll road

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Batasan Masalah	7
E. Manfaat Penelitian	8
F. Komposisi Tesis	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Lalu Lintas	10
B. Jalan	11

C. Persyaratan Teknis Jalan	13
D. Karakteristik Lalu Lintas	35
E. Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim	39
F. Penelitian Terdahulu	38

BAB III METODE PENELITIAN

A. Kerangka Pikir	41
B. Lokasi Penelitian	43
C. Metode Surfey	41
D. Waktu Surfey	48
E. Penempatan Peralatan Surfey	48
F. Peralatan Surfey	50
G. Metode Analisis Data	51

BAB IV METODE PENELITIAN

A. Karakteristik Persimpangan	41
B. Simulasi Berbasis Vissim Pada Simpang	43
C. Kalibrasi dan Validasi Permodelan Simulasi	41
D. Rekayasa dan Manajemen Lalu lintas	48

BAB IV KSEIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Lebar Lajur Jalan dan Bahu Jalan	18
2. Kerangka Dasar Karakteristik Arus Lalu Lintas	38
3. Kesimpulan Hasil Perhitungan Rumus Statistic Geoffrey E. Havers	46
4. Tingkat Pelayanan	47
5. Penelitian Terdahulu	48
6. Nama Peralatan Surfey dan fungsinya	50
7. Kondisi Geometrik Simpang Jl. A.P Pettarani - Jl. Boulivard dan Jl. A.P. Pettarani- Jl. Let. Jend. Hertasning	55
8. Waktu Sinyal Simpang Tiga Jl. A.P Pettarani - Jl. Boulevard	59
9. Jenis dan Dimensi Kendaraan	59
10. Parameter Driving Behavior Nilai Kalibrasi Pada Simpang	176
11. Hasil Kalibrasi waktu Rabu pagi dengan Uji <i>Geoffrey E. Havers</i>	177
12. Hasil Kalibrasi waktu Rabu siang dengan Uji <i>Geoffrey E. Havers</i>	178
13. Hasil Kalibrasi waktu Rabu sore dengan Uji <i>Geoffrey E. Havers</i>	179
14. Hasil Kalibrasi waktu Sabtu pagi dengan Uji <i>Geoffrey E. Havers</i>	180
15. Hasil Kalibrasi waktu Sabtu siang dengan Uji <i>Geoffrey E. Havers</i>	181
16. Hasil Kalibrasi waktu Sabtu sore dengan Uji <i>Geoffrey E. Havers</i>	182
17. Hasil perbandingan Panjang Antrian Kendaraan pada hari rabu	186
18. Hasil Validasi dengan Uji <i>Chi- square</i> pada Panjang Antrian rata-rata Kendaraan pada hari rabu	187

19. Hasil Validasi dengan Uji <i>Chi- square</i> pada Panjang Antrian maksimum Kendaraan pada hari rabu	187
20. Hasil perbandingan Panjang Antrian Kendaraan pada hari sabtu	188
21. Hasil Validasi dengan Uji <i>Chi- square</i> pada Panjang Antrian rata-rata Kendaraan pada hari sabtu	190
22. Hasil Validasi dengan Uji <i>Chi- square</i> pada Panjang Antrian maksimum Kendaraan pada hari sabtu	190
23. Hasil Observasi Panjang Antrian Kendaraan Maksimum	192
24. Skenario perubahan waktu hijau pada pendekat simpang Alt. 1	194
25. Output panjang antrian maksimum simpang A.P. Pettarani – Boulevard hari rabu	196
26. Output LoS simpang A.P. Pettarani – Boulevard hari rabu	196
27. Output panjang antrian Maksimum simpang A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning hari Rabu	198
28. Output Los simpang A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning hari Rabu	198
29. Output panjang antrian maksimum simpang A.P. Pettarani – Boulevard hari sabtu	200
30. Output LoS simpang A.P. Pettarani – Boulevard hari sabtu	201
31. Output panjang antrian Maksimum simpang A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning hari sabtu	202
32. Output LoS simpang A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning hari sabtu	202

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Contoh contoh persimpangan sebidang	26
2. Titik Konflik Pada Persimpangan	27
3. Simpang Dengan 2 Fase	28
4. Simpang Dengan 2 Fase	28
5. Simpang Dengan 3 Fase	29
6. Simpang Dengan 2 Fase	29
7. Contoh Model Simulasi Lalu Lintas Vissim Secara Visual	39
8. Tampilan Dekstop PTV VISSIM	40
9. Flowchart Penelitian	42
10. Lokasi Penelitian	43
11. Denah Geometrik Simpang Tiga Jl. A.P. Petarani-Boulevard	44
12. Denah Geometrik Simpang Tiga Jl. A.P. Petarani-Let. Jend. Hertasning	44
13. Lokasi Penempatan kamera tinjau	49
14. Flowchart Simulasi Vissim	54
15. Sirkulasi lalu lintas Persimpangan	56
16. Titik Konflik Simpang Tiga Jl. A.P. Pettarani – Jl. Let. Jend. Hertasning, dan Jl. A.P. Pettarani – Jl. Boulevard	57
17. Fase pergerakan lalu lintas simpang Boulevard – Hertasning	58
18. Sketsa Titik Survei Volume Lalu Lintas	61

19. Volume Kendaraan Total Harian	62
20. Volume Kendaraan Berdasarkan Jenis Kendaraan (1-36) Rabu	63
21. Volume Kendaraan Berdasarkan Jenis Kendaraan (1-36) Sabtu	99
22. Komposisi Kendaraan Pada Persimpangan di Tiap Titik Survei (1-16) Rabu	135
23. Komposisi Kendaraan Pada Persimpangan di Tiap Titik Survei (1-16) Sabtu	151
24. Kecepatan kendaraan Berdasarkan Jenis kendaraan (a-n)	167
25. grafik hubungan volume model dengan hasil observasi Rabu Pagi	177
26. grafik hubungan volume model dengan hasil observasi Rabu Siang	178
27. grafik hubungan volume model dengan hasil observasi Rabu Sore	179
28. grafik hubungan volume model dengan hasil observasi Sabtu Pagi	180
29. grafik hubungan volume model dengan hasil observasi Sabtu Siang	181
30. grafik hubungan volume model dengan hasil observasi Sabtu Sore	182
31. Visual 3D Belum Terkalibrasi simpang A.P. Pettarani - Boulevard	183
32. Visual 3D Setelah Terkalibrasi simpang A.P. Pettarani – Boulevard	183
33. Visual 3D Belum Terkalibrasi simpang A.P. Pettarani – Hertasning	184
34. Visual 3D Setelah Terkalibrasi simpang A.P. Pettarani – Hertasning	184
35. Grafik hubungan antara panjang antrian kendaraan rata-rata dari hasil observasi dan permodelan vissim pada hari rabu	186

36. Grafik hubungan antara panjang antrian kendaraan maksimum dari hasil observasi dan permodelan vissim pada hari rabu	187
37. Grafik hubungan antara panjang antrian kendaraan rata-rata dari hasil observasi dan permodelan vissim pada hari sabtu	189
38. Grafik hubungan antara panjang antrian kendaraan maksimum dari hasil observasi dan permodelan vissim pada hari sabtu	189
39. Visualisasi 3D simpang A.P. Pettarani – Boulevard	191
40. Visualisasi 3D simpang A.P. Pettarani – Hertasning	191
41. Grafik panjang antrian kendaraan mkasimum hasil observasi	192
42. Sketsa Alternativ perubahan arah pergerakan lalu lintas	195
43. Grafik perbandingan panjang antrian eksisting dan alternatif pada simpang A.P. Pettarani – Boulevard hari rabu	197
44. Visualisasi 3D simpang A.P. Pettarani – Boulevard	198
45. Grafik perbandingan panjang antrian eksisting dan alternatif pada simpang A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning hari rabu	199
46. Visualisasi 3D simpang A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning	200
47. Visualisasi 3D simpang A.P. Pettarani – Boulevard	201
48. Grafik perbandingan panjang antrian eksisting dan alternatif pada simpang A.P. Pettarani – Boulevard hari sabtu	202
49. Grafik perbandingan panjang antrian eksisting dan alternatif pada simpang A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning hari sabtu	203
50. Visualisasi 3D simpang A.P. Pettarani – Let. Jend. Hertasning	204

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Perkembangan sebuah kota dengan berbagai kegiatan yang dilakukan didalamnya, telah banyak memberi dampak di berbagai macam aspek termasuk dalam aspek perpindahan orang atau barang, intensitas yang tinggi di perkotaan akibat pertumbuhan pembangunan fasilitas umum selalu diikuti dengan mobilitas orang dan barang yang akan menimbulkan berbagai permasalahan terutama kemacetan lalu lintas (Riana Eva, 2018). Transportasi sebagai fasilitas yang umum dimanfaatkan sebagai sarana untuk melayani kegiatan perpindahan orang dan barang dari satu tempat ke tempat yang lain perlu adanya peningkatan terhadap ruang lingkup yang lebih luas untuk mengkafer segala bentuk permasalahan yang dihadapi dalam proses perpindahan orang dan barang, Kota sebagai salah satu pusat kegiatan yang sangat tergantung dari system yang ada di kota tersebut salah satunya adalah system transportasi, dengan adanya system transportasi yang baik makan akan sangat mendukung segala kegiatan dikota tersebut (Lubis Marwan, 2020).

Perkembangan kota khususnya kota makassar yang dikenal sebagai kota metropolitan dikawasan Indonesia timur, telah menjadikan kota makassar sebagai kota dengan pusat dari berbagai kegiatan kegiatan

industry dan yang lainnya, dengan melihat pertumbuhan ekonomi yang berkembang pesat serta dengan jumlah penduduk 1.339 juta yang juga dikenal sebagai ujung pandang adalah ibu kota sulawesi selatan dari berbagai macam perkembangan kotanya, kawasan komersil memberikan dampak terhadap pergerakan orang maupun barang. Pola pergerakan atau perjalanan yang terjadi dari pusat pusat aktifitas perdagangan dan jasa yang sedemikian pesat secara tidak langsung mempengaruhi pola sebaran pergerakan lalu lintas disekitarnya, dimana akan adanya permasalahan lalu lintas akibat dari pembebanan terhadap jaringan lalu lintas yang ada sehingga memerlukan alternatif penyelesaian yang serius kedepannya. Dengan besarnya pertumbuhan kendaraan akibat dari banyaknya aktifitas pergerakan atau perjalanan yang tidak diikuti dengan pertumbuhan atau perkembangan jaringan jalan yang ada, menjadikan di tiap tiap ruas jalan di kota makassar semakin tidak seimbang, ketersediaan sarana transportasi yang baik sangatlah diperlukan dalam hal ini adalah jalan yang memiliki peran yang sangat penting dan strategis sehingga mobilitas manusia dan barang dengan jumlah yang besar sekalipun mampu teratasi, penambahan jumlah dan dinamika kehidupan penduduk kota mendorong pembangunan fasilitas umum yang memiliki mobilitas perjalanan yang dan mengarah pada bangkitan/tarikan perjalanan (Riana Eva, 2018).

Persoalan lalu lintas dalam menghadaapi perkembangan pola pergerakan lalu lintas sehingga persoalan tersebut menjadi kompleks,

sebagian besar interaksi membutuhkan perjalanan yang menghasilkan pergerakan arus lalu lintas, dengan berkembangnya tata guna lahan disebuah kawasan akan menimbulkan banyak perjalanan yang meningkatkan pergerakan lalu lintas (Agustuna Resti, 2019), sehingga jalan tol layang makassar sebagai sarana yang diharapkan dapat memberikan dampak yang berarti dalam persoalan persoalan kemacetan lalu lintas serta dapat mendukung mobilitas barang dan jasa di kota makassar. Pembangunan infrastruktur jalan bebas hambatan atau jalan tol dalam sebuah negara/wilayah bias dijadikan tolak ukur untuk mengetahui sejauh mana kemajuan perekonomian sebuah negara/wilayah baik secara makro maupun mikro, selain itu, induustri jalan tol bias juga dijadikan sebagai bukti kesiapan sebuah negara/wilayah dalam menyongsong sebuah peradaban yang serba mudah dan serba cepat setiap dalam melakukan aktifitas (Sumaryoto, 2010). Saat ini pemerintah provinsi Sulawesi Selatan sedang melaksanakan pembangunan jalan tol layang A.P. Pettarani dengan panjang jalan 4.3 Km sebagai bagian dari jalan tol ujung pandang adalah upaya pemerintah setempat, dimana penyelenggaraan tol bertujuan meningkatkan efisiensi pelayanan jasa distribusi guna menunjang peningkatan ekonomi terutama di wilayah yang tingkat perkembangannya sudah tinggi (Nasution Triana, 2016).

Dengan adanya pembangunan jalan tol layang A.P. Pettarani untuk meningkatkan aksesibilitas dan kapasitas jaringan jalan dalam melayani

kebutuhan lalu lintas disekitarnya, laju pertumbuhan system transportasi yang pesat yang tidak sesuai dengan ukuran perkembangan suatu kota merupakan wujud penyediaan yang lebih besar dari permintaannya (Buana Cahaya, 2013) . Pembangunan jalan tol A.P. Pettarani tidak lepas dari pengaruh system jaringan jalan yang telah ada sebelumnya, sehingga diperlukan kajian untuk memprediksikan permasalahan lalu lintas yang mungkin akan terjadi setelah adanya jalan tol A.P. Pettarani dengan melihat titik rute serta pintu keluar maupun masuk tol yang disediakan. Ruas jalan A.P. Pettarani adalah merupakan salah satu jalan utama di kota makassar sehingga aktifitas pada ruas jalan tersebut tergolong padat, manajemen lalu lintas dan rekayasa lalu lintas diperlukan untuk dapat meningkatkan tingkat pelayanan jalan secara keseluruhan, pada titik titik tertentu kapasitas jalan yang mungkin akan terganggu akibat adanya akses pintu keluar dan pintu masuk tol sehingga sejumlah arus lalu lintas yang melakukan perpindahan arah dari jaringan disekitar tol menuju tol ataupun sebaliknya perlu diperhitungkan. Kajian rekayasa lalu lintas perlu dilakukan akibat perubahan kinerja jalan setelah adanya jalan tol A.P. Pettarani serta kajian terkait manajemen lalu lintasnya seiring peningkatan volume yang akan terjadi di titik titik tertentu setelah dibukanya pintu tol A.P. Pettarani, untuk meningkatkan kinerja jalan akibat pengaruh pergerakan lalu lintas yang ada terhadap system jaringan jalan yang baru setelah adanya jalan tol A.P. Pettarani.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dirumuskan beberapa masalah, antara lain :

1. Bagaimana karakteristik Kondisi lalu lintas pada simpang tiga Jl. A.P. Pettarani- Jl. Boulevard dan Jl. A.P. Pettarani- Jl. Let. Jend. Hertasning dengan perilaku pengemudi dengan beroperasinya Jalan Tol layang A.P. Pettarani menggunakan *Software Vissim*?
2. Bagaimana hasil simulasi kinerja lalu lintas kondisi saat ini pada Simpang tiga Jl. A.P. Pettarani- Jl. Boulevard dan Jl. A.P. Pettarani- Jl. Let. Jend. Hertasning dengan beroperasinya Jalan Tol layang A.P. Pettarani menggunakan *Software Vissim*?
3. Bagaimana rencana rekayasa dan manajemen lalu lintas yang akan diterapkan pada simpang tiga Jl. A.P. Pettarani- Jl. Boulevard dan Jl. A.P. Pettarani- Jl. Let. Jend. Hertasning dengan adanya Jalan Tol layang A.P. Pettarani?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah antara lain :

1. mengidentifikasikan Kondisi karakteristik arus lalu lintas pada simpang tiga Jl. A.P. Pettarani- Jl. Boulevard dan Jl. A.P. Pettarani- Jl. Let. Jend.

Hertasing dengan perilaku pengemudi dengan beroperasinya Jalan Tol layang A.P. Pettarani menggunakan *Software Vissim*?

2. Mensimulasikan kinerja lalu lintas pada Simpang tiga Jl. A.P. Pettarani- Jl. Boulevard dan Jl. A.P. Pettarani- Jl. Let. Jend. Hertasing dengan beroperasinya Jalan Tol layang A.P. Pettarani menggunakan *Software Vissim*?
3. Merencanakan rekayasa lalu lintas dan manajemen lalu lintas yang akan diterapkan pada simpang tiga Jl. A.P. Pettarani- Jl. Boulevard dan Jl. A.P. Pettarani- Jl. Let. Jend. Hertasing Boulevard dengan adanya Jalan Tol layang A.P. Pettarani.

D. Batasan Masalah

Agar pembahasan yang dilakukan lebih terarah, tidak menyimpang dari permasalahan yang ada dan mencapai kesimpulan yang tepat, maka ditentukan ruang lingkup, sebagai berikut :

1. Dalam penelitian ini obyek jalan yang terdampak dengan adanya Jalan Tol layang A.P. Pettarani yakni Simpang tiga Jl. A.P. Pettarani- Jl. Boulevard dan Jl. A.P. Pettarani- Jl. Let. Jend. Hertasing
2. Penelitian ini hanya ditinjau dari segi kinerja lalu lintas yakni terkait panjang antrian kendaraan dan *level of service* (LoS) hasil output menggunakan *Vissim* pada Simpang tiga Jl. A.P. Pettarani- Jl. Boulevard dan Jl. A.P. Pettarani- Jl. Let. Jend. Hertasing.

3. Karakteristik Lalu lintas yang di sajikan pada penelitian ini hanya berupa persentase lalu lintas berdasarkan arah pergerakan lalu lintas dimana untuk melihat seberapa besar persentase dari kategori kendaraan bermotor yang menggunakan arah pergerakan lalu lintas pada waktu pelaksanaan survei lalu lintas.
4. Software yang digunakan untuk mensimulasi adalah *software* Vissim full version
5. Dalam analisis kinerja lalu lintas tidak memprediksikan kinerja untuk jangka waktu tertentu dan membandingkan kondisi eksisting sebelum adanya toll layang serta membandingkan hasil output simulasi lalu lintas dengan parameter lainnya (MKJI, PKJI dan yang lainnya).
6. Waktu pelaksanaan survei volume lalu lintas diambil berdasarkan survei pendahuluan untuk penentuan hari survei diambil hanya pada hari selasa, rabu (hari kerja) dan hari sabtu, minggu (hari libur), pada periode waktu yang diambil pada jam sibuk pagi 07.00-09.00, waktu sibuk siang 12.00-14.00 dan untuk waktu sibuk sore diambil pada periode waktu 16.00-18.00.
7. Pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada saat setelah adanya toll layang (setelah beroperasi jalan toll layang) sehingga data yang di gunakan dalam analisis tidak membandingkan data lalu lintas sebelum adanya jalan toll layang A.P. Pettarani.

E. Manfaat Penelitian

Sebagai referensi dan masukan untuk pihak–pihak yang berkepentingan terkait dalam menangani kebijakan transportasi dan memberikan gambaran variabel–variabel yang mempengaruhi perubahan kinerja ruas jalan akibat adanya jalan Jalan Tol layang A.P. Pettarani dan penanganannya.

F. Komposisi Tesis

Dalam penelitian ini terdiri dari 5 (lima) bab yang masing-masing dapat di uraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini di uraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan komposisi tesis

BAB 2 II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang konsep / teori penelitian, kajian ringkas tentang hasil penelitian terdahulu, struktur model/model estimasi yang akan digunakan dalam penelitian, dan perangkat lunak yang akan di gunakan.0

BAB III METODE STUDI

Bab ini akan menjelaskan tentang kerangka kerja penelitian, jenis variabel dan data penelitian, lokasi dan waktu kegiatan penelitian, metode survei / pengambilan data, dan metode penyajian dan analisis data.

BAB IV DATA DAN ANALISA

Dalam bab ini berisi hasil analisis data yang merupakan tahapan setelah pengumpulan data diantaranya analisis kondisi kondisi eksisting Jalan A.P. Pettarani dan kondisi terkini Jalan A.P. Pettarani setelah adanya pembangunan Jalan tol layang A.P. Pettarani.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan rekomendasi yang merupakan temuan studi dari hasil penelitian yang telah dilakukan, sekaligus memberikan rekomendasi mengenai hal-hal yang diperlukan dalam studi lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Lalu Lintas

Dalam melakukan peningkatan lalu lintas dibutuhkan pemodelan suatu jaringan jalan yang benar (Muhammad Zudhy Irawan, 2015: 98). Menurut Krajzewicz et al. (2002), meskipun lalu lintas dapat dijelaskan oleh waktu keberangkatan dan rute dengan jangka waktu tertentu, namun lalu lintas sangat dikondisikan oleh keinginan individu untuk mobilitas yang membentuk sekitar 65% dari lalu lintas. Selain itu faktor cuaca dan infrastruktur di kawasan tertentu juga dapat mempengaruhi system, Oleh karena itu simulasi merupakan satu-satunya cara untuk menunjukkan titik lemah dari jaringan jalan atau memprediksi lalu lintas (Muhammad Zudhy Irawan, 2015: 98). Aghabayk et al (dalam Muhammad Zudhy Irawan, 2015: 98) Aghabayk et al. (2013), model simulasi lalu lintas telah menjadi alat penting dan populer dalam pemodelan sistem transportasi karena prosesnya yang cepat dengan menggunakan komputer. Salah satu keuntungan besar menggunakan pemodelan simulasi tersebut adalah dapat menilai alternatif yang berbeda dengan skenario sebelum implementasi.

Model simulasi lalu lintas dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu makroskopik, mesoskopik dan mikroskopik. Makroskopik, melakukan simulasi jaringan transportasi secara *section-by-section*. Hubungan antara arus, kecepatan dan kepadatan arus lalulintas menjadi dasar fundamental dalam

makrosimulasi. Mesoskopik, model simulasi yang menggabungkan sifat makroskopik dan mikroskopik. Mikroskopik, melakukan simulasi pergerakan kendaraan individu dalam arus lalu lintas. *Car following model* (model pembuntutan kendaraan) dan *lane changing* (model berpindah lajur) adalah dua komponen dasar dalam lalu lintas mikrosimulasi. VISSIM adalah sebuah program simulasi

B. Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/ atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Jalan umum adalah jalan yang di peruntukkan bagi lalu lintas umum (Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 tentang jalan).

Pada peraturan pemerintah nomor 34 tahun 2006 tentang jalan, berdasarkan sifat dan pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan, fungsi jalan dibedakan atas arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan. Fungsi jalan sebagaimana yang dimaksud diatas terdapat sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang dibagi menjadi jalan arteri primer, jalan arteri sekunder, jalan kolektor primer, jalan kolektor sekunder, jalan lokal

primer, jalan lokal sekunder, jalan lingkungan primer dan jalan lingkungan sekunder.

Pembagian jalan menurut fungsinya sebagai berikut :

- a. Jalan arteri primer yakni jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.
- b. Jalan kolektor primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal
- c. Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan.
- d. Jalan lingkungan primer adalah jalan yang menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan.
- e. Jalan arteri sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu, atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

- f. Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.
- g. Jalan lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

Jalan lingkungan sekunder adalah jalan yang menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan.

C. Persyaratan Teknis Jalan

Jalan arteri, kolektor, lokal dan jalan lingkungan sendiri mempunyai persyaratan teknis, hal ini sebagaimana yang ditetapkan dalam peraturan pemerintah nomor 34 tahun 2006 tentang jalan yang meliputi kecepatan rencana, lebar badan jalan, kapasitas, jalan masuk, persimpangan sebidang, bangunan pelengkap, perlengkapan jalan, penggunaan jalan sesuai dengan fungsinya dan tidak terputus yang harus memenuhi ketentuan keamanan, keselamatan dan lingkungan.

Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter. Jalan arteri primer mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata. Pada jalan arteri primer lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan

kegiatan lokal. Jumlah jalan masuk ke jalan arteri primer dibatasi sedemikian rupa sehingga ketentuan sebagaimana dimaksud pada ketentuan yang lainnya harus tetap terpenuhi. Persimpangan sebidang pada jalan arteri primer dengan pengaturan tertentu harus memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud di atas. Jalan arteri primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.

Jalan kolektor primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 (empat puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter. Jalan kolektor primer mempunyai kapasitas yang lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata. Jumlah jalan masuk dibatasi dan direncanakan sehingga ketentuan sebagaimana dimaksud masih tetap terpenuhi. Persimpangan sebidang pada jalan kolektor primer dengan pengaturan tertentu harus tetap memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud. Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.

Jalan lokal primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 7,5 (tujuh koma lima) meter. Jalan lokal primer yang memasuki kawasan perdesaan tidak boleh terputus.

Jalan lingkungan primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 15 (lima belas) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 (enam koma lima) meter. Persyaratan teknis jalan lingkungan

primer sebagaimana dimaksud sebelumnya diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda tiga atau lebih. Jalan lingkungan primer yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda tiga atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 (tiga koma lima) meter.

Jalan arteri sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 (tiga puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter. Jalan arteri sekunder mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata. ada jalan arteri sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat. Persimpangan sebidang pada jalan arteri sekunder dengan pengaturan tertentu harus dapat memenuhi ketentuan sebagaimana dimaksud diatas.

Jalan kolektor sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter. Jalan kolektor sekunder mempunyai kapasitas yang lebih besar daripada volume lalu lintas rata-rata. Pada jalan kolektor sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat . Persimpangan sebidang pada jalan kolektor sekunder dengan pengaturan tertentu harus memenuhi ketentuan sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya.

Jalan lokal sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 (sepuluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 7,5 (tujuh koma lima) meter.

Jalan lingkungan sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 (sepuluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 (enam koma lima) meter. Persyaratan teknis jalan lingkungan sekunder sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 (tiga) atau lebih. Jalan lingkungan sekunder yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan bermotor beroda 3 (tiga) atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 (tiga koma lima) meter.

Dalam peraturan pemerintah pengelompokan jalan dimaksudkan untuk mewujudkan kepastian hukum penyelenggaraan jalan sesuai dengan kewenangan pemerintah dan pemerintah daerah. Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota dan jalan desa :

- a. Jalan nasional, merupakan jalan arteri dan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi, dan jalan strategis nasional.
- b. Jalan provinsi, merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibu kota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
- c. Jalan kabupaten, merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota

kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

- d. Jalan kota, adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat peayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antarpusat pemukiman yang berada di dalam kota.
- e. Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

1. Bagian Bagian Jalan

Menurut UU RI No. 38 Tahun 2004, bagian – bagian pada jalan yaitu :

a. Ruang manfaat jalan

Ruang manfaat jalan adalah suatu ruang yang dimanfaatkan untuk konstruksi jalan dan terdiri atas badan jalan, saluran tepi serta ambang pengamannya. Badan jalan meliputi jalur lalu lintas, dengan atau tanpa jalur pemisah dengan bahu jalan, termasuk jalur pejalan kaki. Ambang pengaman jalan terletak di bagian yang paling luar dari manfaat jalan dan dimaksudkan untuk mengamankan bangunan jalan.

b. Ruang milik jalan

Ruang milik jalan adalah sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan yang masih menjadi bagian dari ruang milik jalan yang dibatasi oleh tanda batas ruang milik jalan yang dimaksudkan untuk memenuhi

persyaratan keluasaan keamanan pengguna jalan antara lain untuk keperluan pelebaran ruang manfaat jalan pada masa yang akan datang.

c. Ruang pengawasan jalan

Ruang pengawasan jalan adalah ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang penggunaannya diawasi oleh penyelenggara jalan agar tidak mengganggu pandangan pengemudi, konstruksi bangunan jalan apabila ruang milik jalan tidak cukup luas dan tidak mengganggu fungsi jalan.

2. Jalur lalu-lintas

Menurut Bina Marga tentang standar perencanaan geometri jalan perkotaan jalur lalu-lintas (2004) adalah bagian jalan yang dipergunakan untuk lalu-lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan.

lebar jalur ditentukan oleh jumlah dan lebar jalur serta bahu jalan. Menetapkan ukuran lebar jalur dan bahu jalan sesuai dengan kelas jalannya. Lebar jalur minimum adalah 4,5 meter, memungkinkan 2 kendaraan, dengan lebar maksimum 2,1 meter saling berpapasan. Papasan 2 kendaraan lebar maksimum 2,5 meter yang terjadi sewaktu-waktu dapat memanfaatkan bahu jalan.

3. Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Kemiringan normal potongan melintang lajur jalan sebesar 2% - 3%. Lebar jalur tergantung pada kecepatan dan kendaraan

rencana, yang dalam hal ini dinyatakan dengan fungsi dan kelas jalan . untuk menentukan kemiringan potongan melintang jalur alan diambil kemiringan rata rata hasil pengukuran tiap segmen jalan yang diamati.

4. Bahu jalan

Bahu jalan adalah bagian jalan yang terletak di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras. Lebar bahu jalan dapat dilihat dalam tabel 2.2

- a. fungsi bahu jalan adalah sebagai lajur lalu lintas darurat, tempat berhenti sementara, dan atau tempat parkir darurat, ruang bebas samping bagi lalu lintas, dan penyangga sampai untuk kestabilan perkerasan jalur lalu lintas.
- b. kemiringan bahu jalan normal antara 3% - 5%,

Tabel 2.1 lebar lajur lajur jalan dan bahu jalan

Kelas Jalan	Lebar lajur (meter)		Lebar bahu sebelah luar (meter)			
	disarankan	minimum	tanpa trotoar		ada trotoar	
			disarankan	minimum	disarankan	minimum
I	3.60 m	3.50 m	2.50 m	2.00 m	1.00 m	0.50 m
II	3.60 m	3.00 m	2.50 m	2.00 m	0.50 m	0.25 m
III A	3.60 m	2.75 m	2.50 m	2.00 m	0.50 m	0.25 m
III B	3.60 m	2.75 m	2.50 m	2.00 m	0.50 m	0.25 m
III C	3.60 m	2.75 m	1.50 m	0.50 m	0.50 m	0.25 m

Sumber : Bina Marga, 2004

Keterangan : jalan 1- jalur-2 arah, lebar 4,5 meter

5. Drainase

Sasaran dari perencanaan sistem drainase jalan ialah memberi saluran-saluran/saluran-riol suatu kapasitas yang cukup untuk menangani curah hujan yang paling lebat dan dibentang miring kehilir sehingga air yang memasuki saluran-riol akan disalurkan menjauh dari jalan oleh grafitasi, dan pada akhirnya dibuang ke aliran alami (Wignall dkk, 2003).

6. Trotoar

Trotoar merupakan bangunan yang ditinggikan sepanjang tepi jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas pejalan kaki. Trotoar harus dirancang dengan memperhatikan :

- a. aksesibilitas bagi penyandang cacat
- b. adanya kebutuhan untuk pejalan kaki, dan
- c. unsur estetika yang memadai

7. Alat pemberi isyarat lalu lintas

Alat pemberi isyarat lalu lintas terdiri dari :

- a. Lampu 3 warna, untuk mengatur kendaraan
- b. Lampu tiga warna terdiri dari warna merah, kuning, dan hijau
- c. Lampu tiga warna dipasang dengan posisi vertikal atau horizontal
- d. Apabila dipasang secara vertikal, susunan lampu dari atas ke bawah dengan urutan merah, kuning, hijau
- e. Apabila dipasang secara Horizontal, susunan lampu dari kiri ke kanan menurut arah datangnya lalu lintas dengan urutan merah, kuning, hijau

- f. Lampu tiga warna dapat dilengkapi dengan lampu warna merah dan/atau hijau yang memancarkan cahaya berupa tanda panah

Lampu dua warna, untuk mengatur kendaraan dan/atau pejalan kaki :

- a. Lampu dua warna terdiri dari warna merah dan hijau
- b. Lampu dua warna dipasang dalam posisi vertikal atau horizontal
- c. Apabila dipasang secara Horizontal, susunan lampu dari kiri ke kanan menurut arah datangnya lalu lintas dengan urutan merah, hijau
- d. Apabila dipasang secara vertikal, susunan lampu dari atas ke bawah dengan urutan merah, hijau

Lampu satu warna untuk memberikan peringatan bahaya kepada pemakai jalan. Lampu satu warna berwarna kuning atau merah. Lampu satu warna dipasang dalam posisi vertikal atau horizontal

Penempatan alat pemberi isyarat lampu :

- a. Penempatan alat pemberi isyarat lalu lintas dilakukan sedemikian rupa, sehingga mudah dilihat dengan jelas oleh pengemudi, pejalan kaki dan tidak merintangai lalu lintas.
- b. Alat pemberi isyarat lalu lintas yang ditempatkan pada persimpangan di sisi jalur lalu lintas, tinggi lampu bagian paling bawah sekurang-kurangnya 3.00 meter dari permukaan jalan (Bina Marga 1992)

8. Simpang

Persimpangan jalan menurut Harianto (2004) adalah suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan saling bertemu atau berpotong yang mencakup fasilitas jalur jalan dan tepi jalan, dimana lalu lintas dapat bergerak di dalamnya. Persimpangan jalan merupakan tempat sumber konflik lalu lintas yang rawan terhadap kecelakaan. Hal ini disebabkan karena terjadinya konflik

antara kendaraan dengan kendaraanlainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki. Oleh karena itu, persimpangantersebut harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan,kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas.

Jenis persimpangan dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Persimpangan Jalan Sebidang (*Intersection at Grade*)

Persimpangan jalan sebidang adalah persimpangan dimana dua jalan raya atau lebih bergabung pada satu bidang datar, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya (Khisty dan Lall, 2003). Persimpangan jalan sebidang menurut jenis fasilitas pengatur lalu lintasnya dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

- a. Persimpangan Bersinyal (*Signalized Intersection*) Persimpang bersinyal adalah simpang yang menggunakan lampu lalu lintas. Oglesby (1999) mengemukakan bahwa lampu lalu lintas didefinisikan sebagai semua peralatan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik kecuali lampu kedip (*flacher*), rambu, dan marka jalan untuk mengarahkan dan memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda atau pejalan kaki.

Menurut Oglesby (1999) pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi fungsi-fungsi sebagai berikut.

- 1) Mendapatkan pergerakan lalu lintas yang teratur.
- 2) Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada pesimpangan jalan.

- 3) Mengurangi frekuensi kecelakaan lalu lintas.
- 4) Mengkoordinasi lalu lintas pergerakan kendaraan, baik dari aliran lalu lintas maupun kecepatan.
- 5) Memutuskan arus lalu lintas tinggi, agar memungkinkan adanya penyebrangan kendaraan lain atau pejalan kaki.
- 6) Mengatur penggunaan lajur lalu lintas.
- 7) Sebagai pengendalian ramp pada jalan masuk menuju bebas hambatan.
- 8) Memutuskan arus lalu lintas bagi kendaraan darurat, seperti *ambulance*.

Disisi lain Oglesby (1999) juga mengungkapkan bahwa penggunaan lampu lalu lintas dianggap memiliki beberapa kekurangan yaitu sebagai berikut.

- 1) Menghabiskan waktu yang berlebih bagi pengemudi ataupun pejalan kaki.
- 2) Pelanggaran terhadap indikasi sinyal.
- 3) Terjadinya pengalihan lalu lintas ada rute tertentu.
- 4) Meningkatkan frekuensi kecelakaan, terutama tumbukan bagian belakang kendaraan dengan pejalan kaki.

Menurut Munawar (2004), Lampu lalu lintas harus dipasang pada simpang pada saat arus lalu lintas sudah meninggi. Ukuran peningginya arus lalu lintas yaitu dari waktu tunggu rata-rata kendaraan pada saat

melintasi simpang. Oleh karena itu, waktu tunggu rata-rata tanpa lalu lintas sudah lebih besar dari waktu tunggu rata-rata dengan lampu lalu lintas, maka perlu dipasang lampu lalu lintas. Pola urutan lampu lalu lintas tersebut yaitu merah (*red*), kuning (*amber*), dan hijau (*green*). Hal ini untuk memisahkan atau menghindari terjadinya konflik akibat pergerakan lalu lintas. Terdapat dua jenis teknik pemisah pergerakan pada persimpangan bersinyal yaitu, keberangkatan awal (*early start*), dan pemotongan cepat (*early cut off*).

- 1) Keberangkatan Awal (*Early Start*), merupakan pengaturan lampu berubah menjadi hijau lebih awal dalam satu fase yang sama.
- 2) Pemotongan Cepat (*Early Cut Off*), merupakan pengaturan lampu berubah menjadi merah lebih awal dalam satu fase yang sama.

b. Persimpangan Tak Bersinyal (*Un-signalized Intersection*)

Persimpangan tak bersinyal adalah merupakan suatu persimpangan yang dalam pengaturannya tidak menggunakan atau tidak dilengkapi dengan lampu sinyal.

2. Persimpangan Jalan Tidak Sebidang (*Interchange*)

Persimpangan tidak sebidang adalah suatu simpang dimana jalan yang satu dengan jalan yang lainnya tidak saling bertemu dalam satu bidang dan mempunyai beda tinggi antara keduanya (Morlok, 1991). Simpang tidak sebidang (*interchange*) biasanya menyediakan gerakan membelok tanpa berpotongan, maka dibutuhkan tikungan yang besar dan

sulit serta biaya yang mahal. Pertemuan jalan tak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. Perencanaan pertemuan tidak sebidang dilakukan bila volume lalu lintas yang melalui suatu pertemuan sudah mendekati kapasitas jalan-jalannya, dimana arus lalu lintas tersebut harus bisa melewati pertemuan tanpa terganggu atau tanpa berhenti, baik itu merupakan arus menerus atau arus yang membelok. Pada pertemuan tidak sebidang ini ada kemungkinan untuk membelok dari jalan yang satu ke jalan yang lain dengan melalui jalur-jalur penghubung.

Dalam perencanaan sebuah persimpangan, sebuah persimpangan yang kinerjanya efektif serta tidak menimbulkan permasalahan-permasalahan lalu lintas ataupun tidak dapat dilihat berdasarkan kinerja dari sebuah persimpangan sebagaimana yang tertuang dalam MKJI 1997, Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kinerja adalah sesuatu yang dicapai atau kemampuan kerja, sehingga kinerja persimpangan adalah kemampuan persimpangan dalam melayani arus lalu lintas.

Kinerja persimpangan merupakan sesuatu besaran yang dapat diukur, sehingga dapat digunakan untuk tindakan penanganan baik berupa pengaturan arus lalu lintas maupun perancangan persimpangan jalan. Salah satu parameter yang digunakan untuk menilai kinerja persimpangan yaitu,

Rasio Arus Simpang (*IFR*). Rasio arus simpang (*IFR*). dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.1.

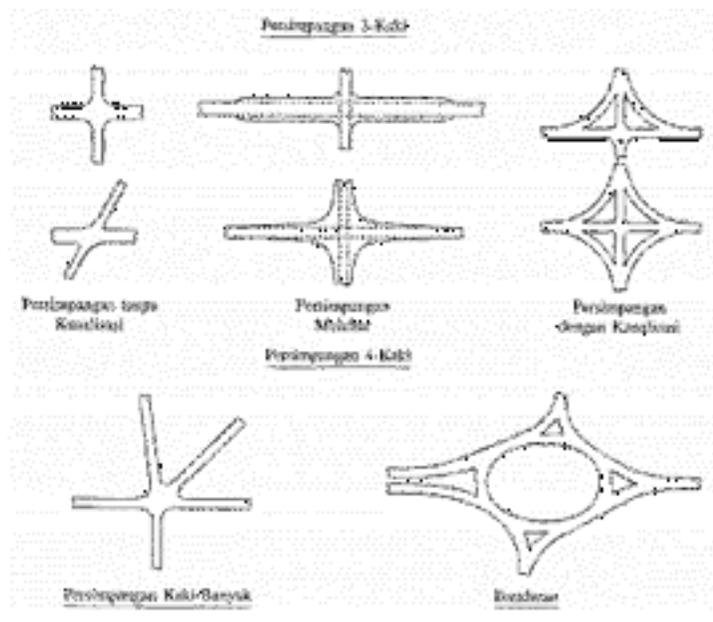
$$IFR = \sum \left(\frac{Q}{S_{crit}} \right) \dots \dots \dots (1)$$

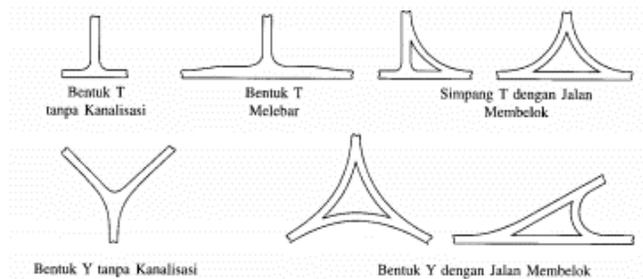
Dimana :

IFR = rasio arus simpang,

$\frac{Q}{S_{crit}} = FR_{crit}$ = rasio arus kritis

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 1997, jika nilai *IFR* mendekati atau lebih dari 1, maka simpang tersebut sudah lewat jenuh. Kondisi lewat jenuh (*oversaturated*) adalah kondisi dimana simpang tersebut sudah mengalami kemacetan.



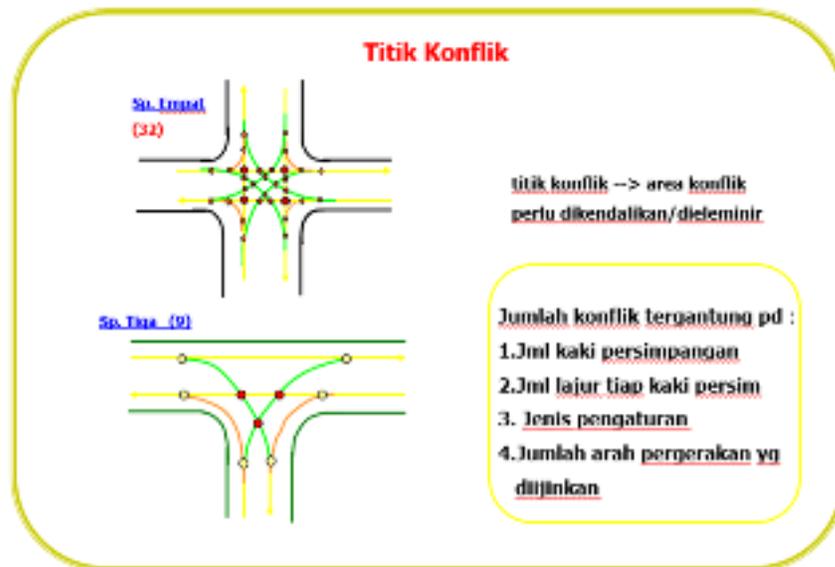


Gambar 2.1. Contoh-Contoh Persimpangan Sebidang (Khisty, 2010)

a. Titik konflik 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. Berdasarkan sifatnya konflik yang ditimbulkan oleh manuver kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan dua tipe yaitu:

- Konflik primer yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang saling memotong
- Konflik sekunder yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanan dengan arus lalu lintas arah lainnya dan atau lalu lintas belok kiri dengan para pejalan kaki. Adapun titik konflik yang terjadi disuatu persimpangan dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2. Titik Konflik Pada Persimpangan (Edi PurwantoPPT,2014)

Pada umumnya pengaturan lalu lintas dengan menggunakan sinyal digunakan untuk beberapa tujuan, yang antara lain adalah:

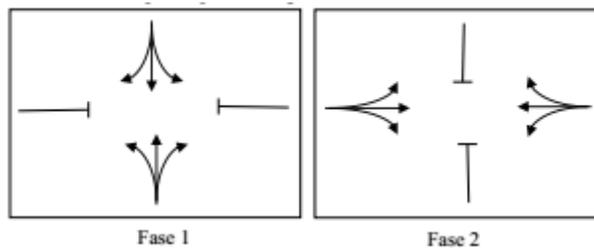
- Menghindari terjadinya kemacetan pada simpang yang disebabkan oleh adanya konflik arus lalu lintas yang dapat dilakukan menjaga kapasitas yang tertentu selama kondisi lalu lintas puncak.
- Memberi kesempatan kepada kendaraan lain dan atau pejalan kaki dari jalan simpang yang lebih kecil untuk memotong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

b. Penentuan fase

Pada perencanaan lalulintas, dikenal beberapa istilah:

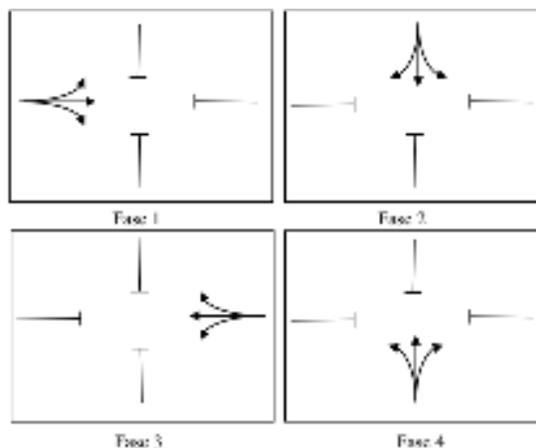
- Waktu siklus (*cycle time*): waktu satu periode lampu lalu lintas, misalnya pada saat suatu arus di ruas jalan A mulai hijau, hingga pada ruas jalan tersebut mulai hijau lagi.
- Fase: suatu rangkaian dari kondisi yang diberlakukan untuk suatu arus atau beberapa arus, yang mendapat identifikasi lampu lalu lintas yang sama contoh:

a. Suatu perempatan dengan 2 fase



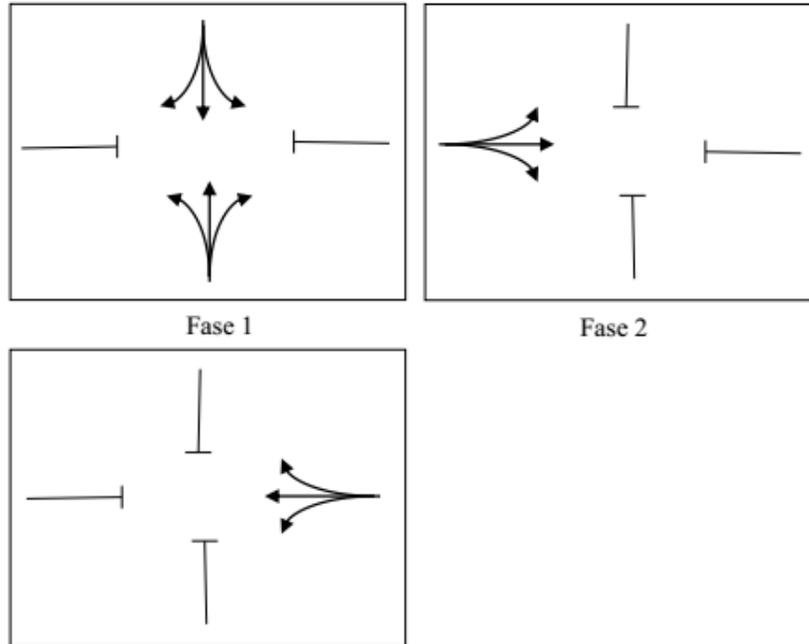
Gambar 2.3 Simpang dengan 2 fase (Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997*)

b. Suatu perempatan dengan 4 fase



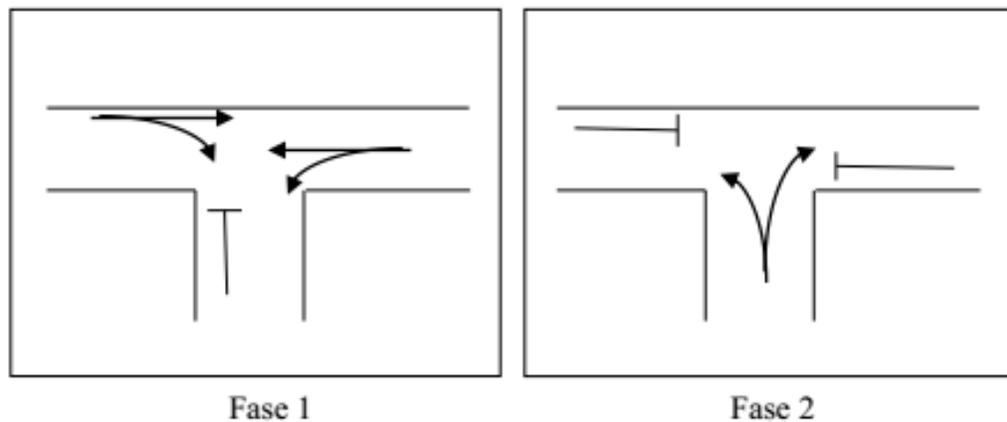
Gambar 2.4 Simpang dengan 2 fase (Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997*)

c. Suatu perempatan dengan 3 fase



Gambar 2.5 Simpang dengan 3 fase (Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997*)

d. Suatu pertigaan dengan 2 fase



Gambar 2.6 Simpang dengan 2 fase (Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997*)

9. Kinerja simpang bersinyal

Simpang bersinyal (*signalized intersection*), yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Beberapa definisi umum yang perlu diketahui dalam kaitannya dengan permasalahan simpang bersinyal diantaranya adalah:

- a. Tundaan (*delay*), Tundaan (*delay*) adalah waktu tempuh tambahan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang. Tundaan terdiri dari: Tundaan Lalulintas (DT), yakni waktu menunggu akibat interaksi lalu lintas dengan lalu lintas yang berkonflik. Tundaan Geometri (DG), yakni akibat perlambatan dan percepatan kendaraan terganggu dan tak terganggu.
- b. Panjang antrian (*queue length*), Panjang antrian (*queue length*) adalah panjang antrian kendaraan pada suatu pendekat (*meter*).
- c. Antrian (*queue*), Antrian (*queue*) adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan;smp).
- d. Fase (*phase stage*), Fase (*phase stage*) adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas.
- e. Waktu siklus (*cycle time*), Waktu siklus (*cycle time*) adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (detik).
- f. Waktu hijau (*green time*), Waktu hijau (*green time*) adalah waktu nyala lampu hijau dalam suatu pendekat (detik).

- g. Rasio hijau (*green ratio*), Rasio hijau (*green ratio*) adalah perbandingan waktu hijau dengan waktu siklus dalam suatu pendekat.
- h. Waktu merah semua (*all red*), Waktu merah semua (*all red*) adalah waktu sinyal merah menyala secara bersamaan pada semua pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (*detik*).
- i. Waktu antar hijau (*inter green time*), Waktu antar hijau (*inter green time*) adalah jumlah antara periode kuning dengan waktu merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (*detik*).
- j. Waktu hilang (*lost time*), Waktu hilang (*lost time*) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap atau beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan (*detik*).
- k. Derajat kejenuhan (*degree of saturation*), Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
- l. Arus jenuh (*saturation flow*), Arus jenuh (*saturation flow*) adalah besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (*smp/jam hijau*).
- m. *Oversaturated*, *Oversaturated* adalah suatu kondisi dimana volume kendaraan yang melewati suatu pendekat melebihi kapasitasnya.

Menurut Chitra Sandra Dewi (2008) Simpang-simpang bersinyal merupakan bagian dari sistem kendali waktu tetap yang dirangkai. Simpang bersinyal biasanya memerlukan metode dan perangkat lunak khusus dalam analisisnya. Pengaturan kesempatan secara bergiliran ini adalah untuk menjaga kebebasan arus secepat mungkin tanpa mengganggu keselamatan para pengguna kendaraan.

Kapasitas simpang dapat ditingkatkan dengan menerapkan aturan prioritas sehingga simpang dapat digunakan secara bergantian. Pada jam-jam sibuk hambatan yang tinggi dapat terjadi, untuk mengatasi hal itu pengendalian dapat dibantu oleh petugas lalu lintas namun bila volume lalu lintas meningkat sepanjang waktu diperlukan sistem pengendalian untuk seluruh waktu (*full time*) yang dapat bekerja secara otomatis.

D. Karakteristik Lalu Lintas

Teori arus lalu lintas adalah suatu kajian tentang gerakan pengemudi dan kendaraan antara dua titik dan interaksi mereka membuat satu sama lain. Sayangnya, mempelajari arus lalu lintas sulit karena perilaku pengemudi adalah sesuatu yang tidak dapat diprediksi dengan pasti. Untungnya, pengemudi cenderung berperilaku dalam kisaran cukup konsisten dan dengan demikian, aliran lalu lintas cenderung memiliki beberapa konsistensi yang wajar dan secara kasar dapat direpresentasikan secara matematis. Untuk lebih mewakili arus lalu lintas, hubungan telah dibuat antara tiga karakteristik utama: arus, kecepatan, dan kerapatan. Hubungan ini membantu

dalam perencanaan, desain, dan operasi fasilitas jalan (*id.wikibooks.org*). Parameter arus lalu lintas dapat digolongkan menjadi dua kategori, yakni Parameter Makroskopis, dan Mikroskopis.

1. Parameter Makroskopis

Parameter Makroskopis yakni parameter yang mencirikan arus lalu lintas sebagai suatu kesatuan (*system*), sehingga diperoleh gambaran operasional sistem secara keseluruhan.

a. Volume Kendaraan Lalu Lintas

Menurut Sukirman Silvia. (1994), pengukur jumlah dari arus lalu lintas digunakanlah volume. Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik atau pada suatu ruas jalan dalam waktu yang lama tanpa membedakan arah dan lajur, segmen jalan selama selang waktu tertentu yang dapat diekspresikan dalam tahunan, harian (LHR), jam-an atau sub jam. Volume lalu-lintas yang diekspresikan dibawah satu jam (sub jam) seperti, 15 menitan dikenal dengan istilah *rate of flow* atau nilai arus. Untuk mendapatkan nilai arus suatu segmen jalan yang terdiri dari banyak tipe kendaraan maka semua tipe-tipe kendaraan tersebut harus dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp).

b. Kecepatan Lalu Lintas

Menurut Hobbs F. D. (1995), kecepatan merupakan indikator dari kualitas gerakan lalu lintas yang digambarkan sebagai suatu jarak yang dapat

ditempuh dalam waktu tertentu dan biasanya dinyatakan dalam km/jam, kecepatan ini menggambarkan nilai gerak dari kendaraan. Karakteristik kecepatan makroskopik menganalisis kecepatan dari kelompok kendaraan yang melintas suatu titik pengamat atau suatu potongan jalan pendek selama periode waktu tertentu. Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh. Biasanya dinyatakan dalam km/jam. Kecepatan ini menggambarkan nilai gerak dari kendaraan. Perencanaan jalan yang baik tentu saja haruslah berdasarkan kecepatan yang dipilih dari keyakinan bahwa kecepatan tersebut sesuai dengan kondisi dan fungsi jalan yang diharapkan (Sukirman Silvia, 1994).

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. Karakteristik kepadatan, atau kerapatan makroskopik dinyatakan sebagai sejumlah kendaraan yang menempati suatu potongan jalan. (Penerbit ITB, 2012)

2. Parameter Mikroskopis

Parameter Mikroskopis yakni parameter yang mencirikan perilaku setiap kendaraan dalam arus lalu lintas yang saling mempengaruhi. 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*). (Khisty, 2010)

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.

Tabel 2.2. Kerangka Dasar Karakteristik Arus Lalu Lintas

Karakteristik lalu lintas	Mikroskopik	Makroskopik
Arus	Waktu antara (<i>time headway</i>)	Tingkat Arus (<i>flow rate</i>)
kecepatan	Kecepatan individu	Kecepatan rata-rata
Kerapatan	Jarak antara (<i>distance headway</i>)	Tingkat kerapatan

Sumber: (Penerbit ITB, 2012)

E. Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim

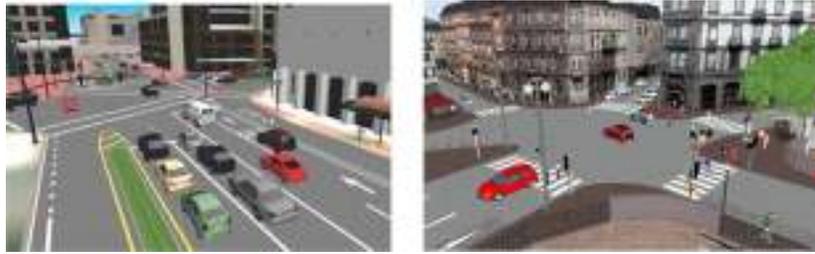
1. Vissim 9

Pengertian VISSIM 9.0 menurut PTV Planung Transport Verkehr AG (2016) adalah “*VerkehrStadten –SIMulationsmodell*” atau yang lebih dikenal dengan VISSIM adalah perangkat lunak simulasi aliran Mikroskopis untuk model lalu lintas perkotaan. Pemodelan ini pertama kali dikembangkan oleh Planung Transportasi Verkehr AG (PTV) di Karlsruhe, Jerman. VISSIM dimulai pada tahun 1992 dan saat ini pemimpin pasar global. VISSIM model simulasi telah dipilih untuk mengkalibrasikondisi jalan. VISSIM merupakan simulasi mikroskopik atau mikrosimulasi, yang berarti tiap karakteristik kendaraan maupun pejalan akan disimulasikan secara individual. VISSIM dapat mensimulasikan kondisi operasional unik yang terdapat dalam sistem transportasi. Pengguna dapat memasukkan data-data untuk dianalisis sesuai dengan keinginan pengguna. Perhitungan-perhitungan keefektifan yang beragam dapat dimasukkan pada *software* VISSIM, ada umumnya

yang dimasukkan kedalam pemodelan VISSIM antara lain tundaan, kecepatan antrian, waktu tempuh dan berhenti. VISSIM telah digunakan untuk menganalisis jaringan-jaringan dari segala jenis ukuran jarak persimpangan individual hingga keseluruhan daerah metropolitan.

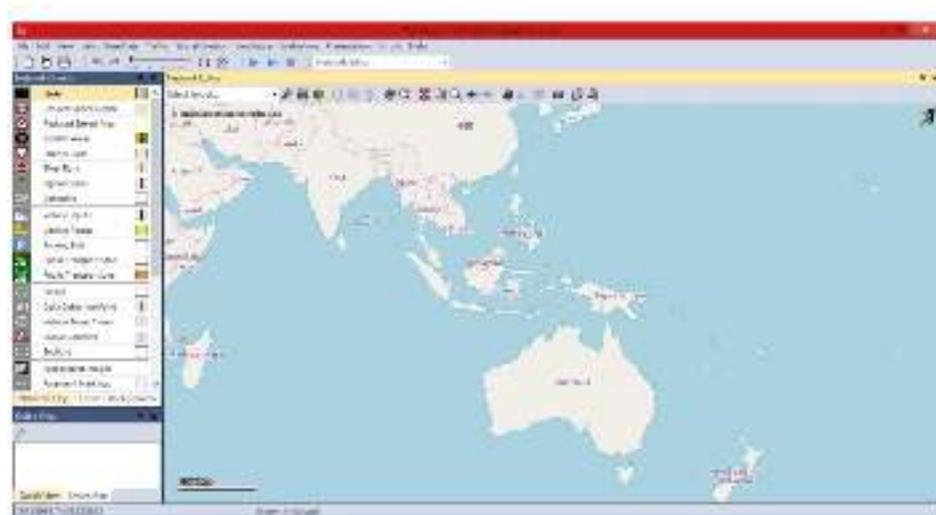
VISSIM berasal dari kata *VerkehrStadten – Simulationsmodel* (dalam bahasa Jerman) yang artinya model simulasi lalu lintas kota. VISSIM merupakan software simulasi yang digunakan oleh profesional untuk membuat simulasi dari skenario lalu lintas yang dinamis sebelum membuat perencanaan dalam bentuk nyata. VISSIM mampu menampilkan sebuah simulasi dengan berbagai jenis dan karakteristik dari kendaraan yang kita gunakan sehari –hari, antara lain *vehicles* (mobil, bus, truk), *public transport* (tram, bus), *cycles* (sepeda, sepeda motor), dan pejalan kaki.

Dengan visual 3D, VISSIM mampu menampilkan sebuah animasi yang realistis dari simulasi yang dibuat dan tentunya penggunaan VISSIM akan mengurangi biaya dari perancangan yang akan dibuat secara nyata. Pengguna software ini dapat memodelkan segala jenis perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi. Dalam Vissim, jenis-jenis lalu lintas yang bisa disimulasikan antara lain *vehicles* (mobil, bus, truk), *public transport* (tram, bus), *cycles* (sepeda, sepeda motor), pejalan kaki dan *rickshaw*. Pengguna *software* ini bisa memodelkan segala jenis konfigurasi geometrik ataupun perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem transportasi (Aryandi, 2014). Secara visual model simulasi lalu lintas berbasis Vissim dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut :



Gambar 2.7 Contoh Model Simulasi Lalu Lintas Vissim Secara Visual
 2. Vissim Dekstop

Menu pada program VISSIM 9 dibagi menjadi bidang-bidang berikut:



Gambar 2.8 Tampilan Dekstopl PTV VISSIM 9.0

Menurut Hakim (2019), data dan parameter yang digunakan untuk melakukan simulasi pada PTV VISSIM 9.0 adalah sebagai berikut:

A. Base Data, dimana parameter base data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. 2D/3D Model, adalah pilihan model-model kendaraan yang ingin dimasukkan ke dalam simulasi.
2. *Vehicle Types* dan *Vehicle Classes*, *vehicle types* adalah sekelompok kendaraan dengan karakteristik teknis, dan perilaku fisik berkendara yang

sama. *Vehicle classes* adalah salah satu atau lebih kendaraan yang dikombinasikan dalam satu kelas kendaraan

3. *Vehicle Input*, memasukkan jumlah volume arus lalu lintas (kend/jam).
4. *Desired Speed Distributions*, untuk semua jenis kendaraan, kecepatan merupakan parameter penting yang menentukan dan mempunyai pengaruh yang signifikan pada kapasitas jalan raya dan kecepatan perjalanan yang dapat diraih.
5. *Driving Behaviors*, adalah parameter yang secara langsung mempengaruhi interaksi antar kendaraan sehingga bisa menyebabkan perbedaan yang substansial pada hasil simulasi lalu lintas. *Driving behaviors* dihubungkan pada tiap lajur oleh jenis perilakunya, untuk setiap kelas kendaraan, *driving behaviors* yang berbeda dapat diterapkan bahkan dalam lajur yang sama.
6. *Signal Controllers*, adalah cara yang digunakan untuk memodelkan satu siklus lampu lalu lintas seperti di lapangan.

B. *Traffic Network*

Elemen dasar dari jaringan lalu lintas dalam adalah sebuah penghubung atau *links* yang merepresentasikan satu atau lebih segmen lajur jalan dengan arus yang spesifik. Sebuah jaringan bisa dibuat dengan menghubungkan atau *links* dengan *connectors*. Hanya *links* yang dihubungkan dengan *connectors* yang diperbolehkan melanjutkan lalu lintas, dimana *Links*, adalah *input* geometrik jaringan jalan, seperti lebar jalan, dan jumlah lajur. *Connectors*, adalah *input* geometrik jalan yang mempunyai fungsi menghubungkan antar *links*.

C. *Evaluation*

Parameter untuk mengevaluasi hasil pemodelan yaitu sebagai berikut:

1. *Nodes*, *nodes* pada simpang digunakan untuk membaca panjang antrian, tundaan, dan volume arus lalu lintas yang keluar masuk simpang.
2. *Data Collections*, berfungsi untuk perhitungan volume arus lalu lintas pada ruas jalan.
3. *Vehicle Travel Time*, berfungsi untuk penentuan titik awal pergerakan kendaraan hingga destinasi dengan jarak tertentu untuk dihitung waktu tempuh saat arus lalu lintas mengalami kemacetan sehingga didapat nilai tundaan.

D. Parameter perilaku pengemudi

Perilaku pengemudi merupakan sifat individu yang kemungkinan terjadi di lapangan karena adanya interaksi dengan faktor lainnya seperti jarak kendaraan, percepatan, perlambatan, serta aturan lalu lintas yang ada. Pada PTV VISSIM 9.0 dapat diatur sifat perilaku pengemudi dengan menentukan parameter-prameternya berdasarkan:

1. *Car Following Model*, yaitu perilaku pengemudi dalam mengikuti kendaraan satu sama lain.
2. *Following Behavior*, yaitu perilaku pengemudi dalam menjaga jarak aman depan dan belakang antara satu kendaraan dengan kendaraan lain.
3. *Lane Change Behavior*, yaitu perilaku pengemudi dalam memilih lajur kosong untuk meminimalkan jarak dan waktu.

4. *Lateral Behavior*, yaitu perilaku pengemudi dalam menjaga jarak aman samping antara satu kendaraan dengan kendaraan lain.
5. *Behavior at Signal Controllers*, yaitu perilaku pengemudi saat berada di area persinyalan (tetap melaju ataupun berhenti).

3. Kalibrasi PTV Vissim 9.0

Kalibrasi adalah penyesuaian parameter untuk menyesuaikan pemodelan dengan keadaan nyata. Salah satu parameter tersebut yaitu perilaku pengemudi. Perilaku pengemudi awal pada PTV VISSIM 9.0 yaitu sangat teratur, yang mana tidak sesuai dengan perilaku pengemudi di Indonesia. Ketidaksesuaian perilaku pengemudi tersebut, maka nilai-nilai parameter pengemudi harus diubah sesuai dengan perkiraan perilaku pengemudi di Indonesia. Menurut Hakim, A. R. (2019).

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 anatara lain (Saputra, 2016) :

- a. *Desired position at free flow*, yaitu keberadaan/posisi kendaraan pada lajur.
- b. *Overtake on same lane*, yaitu perilaku pengemudi dalam menyiap.
- c. *Distance standing*, yaitu jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berhenti.
- d. *Distance driving*, yaitu jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berjalan.

- e. *Average stand still distance*, yaitu jarak henti rata-rata antar kendaraan secara berurutan.
- f. *Additive part of safety distance*, yaitu koefisien penambah jarak aman.
- g. *Multiplicative part of safety distance*, yaitu koefisien pengali jarak aman.

4. Kecepatan kendaraan

Menurut Putri (2015) Kecepatan adalah jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada suatu ruas jalan per satuan waktu. Pada Vissim, distribusi kecepatan masing-masing kendaraan dapat ditentukan sesuai kondisi yang sewajarnya dengan memasukkan data kecepatan minimum dan maksimum serta nilai proporsionalnya. Ada pula pengaturan percepatan dan perlambatan kendaraan guna menyempurnakan performa dari tiap jenis kendaraan yang disimulasikan. Untuk pengukuran atau pembacaan hasil kecepatan kendaraan.

5. Panjang Antrian

Panjang antrian merupakan antrian kendaraan pada suatu lengan simpang yang ditimbulkan karena adanya hambatan. Panjang antrian terhitung mulai dari garis stop di tiap lengan hingga kendaraan terakhir yang berhenti dalam antrian. Panjangnya antrian (dalam satuan meter) bergantung pada ukuran panjang kendaraan, jarak antar kendaraan, serta perilaku pengemudi. Pada Vissim, panjang antrian dapat ditentukan pada setiap titik dalam suatu jaringan jalan, serta dapat dievaluasi untuk setiap interval waktu. Antrian diukur dari posisi hulu antrian hingga kendaraan terakhir yang telah masuk dalam keadaan antrian. Hasil yang di dapatkan adalah berupa panjang antrian

maksimum, panjang antrian rata-rata dan jumlah kendaraan yang terhitung berhenti untuk antrian (Putri, 2015).

6. Konsepsi 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, 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 2.2 (Saputra, 2016):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left[\frac{O_i - E_i}{E_i} \right]^2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

O_i = data hasil observasi

E_i = data hasil simulasi

Tingkat signifikan dengan derajat keyakinan Uji Chi- square sebesar 95 % atau $\alpha = 0.05$ dan kriteria uji yaitu hasil diterima apabila hasil hitung = 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 2.3 dan memiliki ketentuan khusus dari nilai error yang dihasilkan seperti pada Tabel 2.3.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0.5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana :

q = data volume arus lalu lintas (kend/jam)

Tabel 2.3. Kesimpulan hasil perhitungan rumus statistic *Geoffrey E. Havers*

GEH < 5.0	diterima
5.0 ≤ GEH ≤ 10.0	peringatan: kemungkinan model error atau data buruk
GEH > 5.0	ditolak

7. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan merupakan kemampuan kondisi pengoperasian maksimum suatu jalan serta kualitas jalan tersebut, dimana tingkat pelayanan adalah kinerja ruas jalan atau simpang jalan yang dihitung berdasarkan tingkat penggunaan jalan, kecepatan dan hambatan.

Highway Capacity Manual (HCM) mengeluarkan nilai *level of service* (LoS) berdasarkan persentase nilai kecepatan perjalanan terhadap kecepatan arus bebas

serta nilai derajat kejenuhan dari ruas jalan. Penelitian ini menggunakan nilai *level of service* berdasarkan HCM dikarenakan aplikasi *Vissim* merujuk HCM 2010. Terdapat perbedaan penggunaan satuan kecepatan pada HCM dengan MKJI namun dikarenakan pada tingkat pelayanan HCM yang digunakan merupakan bentuk presentase maka apabila kecepatan arus bebas menggunakan perhitungan kecepatan praktis dengan satuan km/jam dan kecepatan perjalanan dengan satuan km/jam, nilai persentase dapat diperoleh dan tingkat pelayanan berdasarkan HCM dapat digunakan. Tingkat pelayanan berdasarkan *Highway Capacity Manual* tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Tingkat Pelayanan *Highway Capacity Manual*

Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan	Keterangan
< 5	A	Baik Sekali
< 5-15	B	Baik
< 15-25	C	Sedang
< 25-40	D	Kurang
< 40-60	E	Buruk
> 60	F	Buruk Sekali

F. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.5. Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Peneliti	Metode	Kesimpulan
(Eckert & Vojnovic, 2017)	Lanskap Makanan Cepat Saji : Mejelajahi pilihan restoran dan perilaku perjalanan bagi penduduk yang tinggal di lingkungan sebelah timur detroit	Uji T Rata-rata dan Annova SPSS 17	Penelitian ini menganalisis hasil survei perjalanan di Detroit untuk menguji a) frekuensi makan di restoran, b) proporsi makan di restoran yang merupakan makanan cepat saji, c) perilaku perjalanan termasuk mode perjalanan dan jarak yang ditempuh. Enam puluh persen responden melaporkan bepergian ke sebuah restoran setidaknya sekali seminggu, dan sebagian besar dari perjalanan itu adalah ke restoran cepat saji terdekat. Kami menemukan bahwa lebih sering makan di restoran terkait dengan BMI yang lebih tinggi dan kehadiran anak-anak di rumah, dan bahwa responden dengan pendapatan yang lebih tinggi lebih cenderung untuk bepergian lebih jauh ke luar lingkungan untuk mencari lokasi makan yang disukai. Temuan menunjukkan penduduk berpenghasilan rendah mungkin lebih rentan terhadap opsi yang tersedia di lingkungan daripada mereka yang berpenghasilan lebih tinggi dan / atau mobilitas yang lebih besar
(Astuti & Hanan, 2012)	Perilaku Masyarakat Konsumen dalam Mengonsumsi	Data dianalisis dengan membandingk	Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada tiga tempat makan, ada perilaku preferensi tempat makanan yang berbeda, selain desain dan fasilitasnya, ada dua jenis tempat makan,

	Makanan di Restoran dan Kafe	an satu sama lain dan menafsirkan perilaku konsumen	yang digunakan untuk mengkonsumsi makanan yang disajikan atau untuk menikmati suasana
(Fox, 1995)	Perencanaan Transportasi dan pendekatan aktivitas manusia	Pola Aktivitas	Pengembangan pendekatan aktivitas manusia di Indonesia dan penggunaan pendekatan aktivitas untuk memahami individu dan rumah tangga perilaku dalam menanggapi kebutuhan dan permintaan perjalanan.
(Dharmowijoyo, Susilo, Karlström, & Adiredja, 2015)	Mengumpulkan Buku Harian aktivitas dan penggunaan waktu tiga minggu multi-dimensi rumah tangga di wilayah metropolitan Bandung, Indonesia	SPSS Versi 22 Dan Tiga tahap kuadrat terkecil (3SLS)	Hasil juga menunjukkan bahwa mendukung lebih banyak kegiatan fisik dapat mengakibatkan pengurangan yang signifikan dalam penggunaan mode bermotor individu, sementara individu yang menunjukkan kecenderungan untuk menggunakan waktu luang mereka pada kegiatan sosial cenderung memiliki kondisi kesehatan sosial yang lebih baik. Selanjutnya, melakukan kegiatan diskresi multi-tugas di luar rumah berkorelasi positif dengan kesehatan fisik yang lebih baik. Semua ini menyoroti pentingnya memahami dan menganalisis mekanisme yang kompleks yang mendasari faktor-faktor mendasar yang membentuk pola perjalanan-aktivitas harian individu di negara-negara berkembang. Jenis pendekatan multidisiplin diperlukan untuk merancang kebijakan transportasi yang lebih baik yang tidak hanya akan mempromosikan kondisi transportasi yang lebih baik, tetapi juga

			masyarakat yang lebih sehat dengan kualitas hidup yang lebih baik.
(Melawaty Agustien, Ade Sjaruddin, Harun Al Rasyid S. Lubis, 2015)	Analisis Pilihan Jadwal Waktu Aktivitas Selain Berkerja	Model Utilitas Waktu dari Model Multinomial Logit	Hasil pemodelan menunjukkan nilai utilitas alokasi waktu, karakteristik perjalanan dan kondisi sosial ekonomi responden mempengaruhi jadwal waktu aktivitas.
