

**PERBANDINGAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN
MENGUNAKAN METODE MKJI 1997 DENGAN *SOFTWARE*
PTV VISSIM 9.0 (STUDI KASUS SIMPANG EMPAT AKSARA
KOTA MEDAN)**

SKRIPSI

OLEH:

IRHAM FAUZI

208110069



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/1/24

**PERBANDINGAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN
MENGUNAKAN METODE MKJI 1997 DENGAN *SOFTWARE*
PTV VISSIM 9.0 (STUDI KASUS SIMPANG EMPAT AKSARA
KOTA MEDAN)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Bahan Sidang dan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area



Oleh:

IRHAM FAUZI
208110069

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2023


LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Metode MKJI 1997 Dengan *Software PVT Vissim 9.0* (Studi Kasus Simpang Empat Aksara Kota Medan)

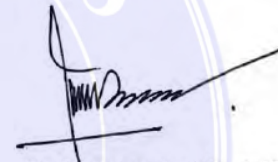
Nama : IRHAM FAUZI
NPM : 208110069
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:

Komisi Pembimbing





Ir. Melloukey Ardan, MT
Pembimbing I



Ir. Marwan Lubis, MT
Pembimbing II



Dr. Rahmad Syah, S.Kom., M.Kom
Dekan



Fika Ermita Wulandari, ST., MT
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 7 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-saksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari adanya plagiat dalam skripsi ini



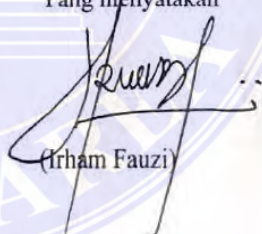
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Irham Fauzi
NPM : 208110069
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Perbandingan Kinerja Simbang bersinyal dengan menggunakan metode MKJI 1997 dengan software PVT Vissim 9.0 (studi kasus simbang empat Aksara kota Medan). Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal: 7 Agustus 2023
Yang menyatakan


(Irham Fauzi)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 15 Januari 1995 dari Ayah Irmanalies dan Ibu Ernawati. Penulis merupakan putra ke 7 dari 8 bersudara. Tahun 2013 Penulis lulus dari SMA N 11 Palembang dan pada tahun 2013 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan di Institut Teknologi Nasional Bandung dan pada tahun 2020 memutuskan untuk pindah perguruan tinggi dengan jurusan yang sama di Universitas Medan Area Fakultas Teknik. Pada tahun 2017 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Tol Cisumdawu Phase II di Kabupaten Sumedang Jawa Barat.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, izin, dan doa yang telah diberikan oleh berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua yaitu Ayahanda Irmanalies dan Ibunda Ernawati beserta kakak dan keluarga tercinta yang telah memberikan semangat serta dorongan baik moril, materil, dan spiritual selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Melloukey Ardan, MT. dan Bapak Ir. Marwan Lubis, MT selaku Dosen Pembimbing 1 dan 2 Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan serta perhatian dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Tika Ernita Wulandari, ST, MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area yang juga telah banyak memberikan bantuan serta perhatian dalam proses pengambilan Tugas Akhir ini.
4. Rekan-rekan ARM *CONSTRUCTION*, Sudirjo, Ali Mutashim, Ali Muhajir, Richard Sianturi, Dwi Nanda, I Wayan Aikyam, Agung Budiana Hanafiah, Didit Mardianto, Rachmawan Ikbal, Abdul Sunandi sebagai mahasiswa seperjuangan yang selalu memberikan motivasi.
5. Rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Medan Area terutama Dandi Bagaskara yang secara tidak langsung telah memberikan bantuannya dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan maupun kesalahan sehubungan dengan keterbatasan data, waktu, tata cara penulisan, serta kemampuan yang dimiliki. Karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang membaca Tugas Akhir ini agar dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi yang membaca.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Aamiin.

Penulis

Irham fauzi



ABSTRAK

Simpang empat Aksara (Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara) merupakan salah satu simpang bersinyal yang berada di Kota Medan. Banyaknya pusat perbelanjaan, sekolah, bank maupun tempat berhentinya angkutan umum yang berada di sekitar simpang empat tersebut berpengaruh terhadap tingginya volume lalu lintas. Pengaturan APILL yang saat ini sudah dioperasikan di simpang Aksara masih belum optimal dalam mengatasi kemacetan, terlebih pada saat jam – jam sibuk. Survei pengamatan dilakukan pada tanggal 3 Maret 2023 didapatkan hasil data berupa volume kendaraan, geometri simpang, dan waktu silus APILL. Data hasil pengamatan akan dianalisis dan hasil kinerja simpang akan dibandingkan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan *software PTV VISSIM 9.0 (student version)*. Analisis menggunakan MKJI 1997 didapatkan kapasitas simpang 998 smp/jam, derajat kejenuhan 0,607, tundaan rata-rata simpang sebesar 43,47 det/smp, angka henti sebesar 0,889 stop/smp, dan panjang antrian rata-rata 70,7 meter. Analisis kinerja menggunakan *VISSIM* didapatkan hasil tundaan simpang sebesar 32,25 detik, panjang antrian 208,65 meter dengan LOS_D sedangkan untuk hasil analisis kinerja simpang dengan metode MKJI 1997 di dapat rata-rata tingkat pelayanan LOS_E .

Kata Kunci : Simpang Bersinyal, MKJI 1997, PTV VISSIM 9, Kinerja Simpang



ABSTRACT

The four Aksara intersection (Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh, and Jalan Aksara) is one of the signalized intersections in Medan City. The large number of shopping centers, schools, banks, and public transport stops around the four intersections have an impact on the high traffic volume. The APILL arrangements currently in operation at the Aksara intersection are still not optimal in dealing with traffic jams, especially during rush hours. The observation survey was carried out on March 3 2023 and obtained data results in the form of vehicle volume, intersection geometry, and APILL cycle time. Observation data will be analyzed and intersection performance results will be compared using the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) method and PTV VISSIM 9.0 (student version) software. Analysis using MKJI 1997 showed that the intersection capacity was 998 pcu/hour, the degree of saturation was 0.607, the average intersection delay was 43.47 sec/pcu, the stopping rate was 0.889 stops/pcu, and the average queue length was 70.7 meters. Performance analysis using VISSIM showed that the intersection delay was 32.25 seconds, and the queue length was 208.65 meters with LOS_D, while the results of the intersection performance analysis using the MKJI 1997 method showed an average level of service LOS_E.

Keywords: *Signalized Intersection, MKJI 1997, PTV VISSIM 9, Intersection Performance*

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------------------------------|
| COVER..... | i |
| HALAMAN JUDUL..... | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | Error! Bookmark not defined. |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | Error! Bookmark not defined. |
| HALAMAN PERNYATAAN AKADEMIS..... | Error! Bookmark not defined. |
| RIWAYAT HIDUP..... | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| ABSTRAK..... | ix |
| <i>ABSTRACT</i> | x |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1 Transportasi..... | 7 |
| 2.2 Manajemen Lalu Lintas | 8 |
| 2.3 Persimpangan Jalan | 8 |
| 2.3.1 Jenis - Jenis Simpang Jalan..... | 9 |
| 2.3.2 Pemilihan Jenis Simpang..... | 10 |
| 2.4 Rambu Lalu Lintas | 12 |
| 2.5 Lampu Lalu Lintas..... | 13 |
| 2.5.1 Waktu Siklus dan Waktu Hijau..... | 14 |
| 2.5.2 Fase (<i>phase</i>)..... | 17 |
| 2.6 Kapasitas Jalan..... | 18 |
| 2.7 Derajat Kejenuhan | 19 |
| 2.8 Kecepatan..... | 20 |
| 2.9 Panjang Antrian..... | 21 |
| 2.10 Angka Henti | 23 |
| 2.11 Tundaan | 23 |
| 2.12 Arus Lalu Lintas..... | 25 |
| 2.12.1 Konflik Persimpangan | 25 |
| 2.12.2 Pergerakan Arus Lalu Lintas di Persimpangan | 26 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.12.3 | Arus Jenuh | 29 |
| 2.12.4 | Rasio Arus Simbang (IFR)..... | 31 |
| 2.13 | Tingkat Pelayanan (<i>Level of Services</i>)..... | 31 |
| 2.14 | PTV Vissim 9.0 | 32 |
| 2.14.1 | Fitur-Fitur pada Software PTV Vissim..... | 35 |
| 2.14.2 | Simulasi Perilaku Berkendara | 36 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 39 |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian | 39 |
| 3.2 | Studi Literatur | 40 |
| 3.3 | Lokasi Penelitian | 40 |
| 3.4 | Waktu Penelitian | 41 |
| 3.5 | Rencana Penelitian | 41 |
| 3.5.1 | Perancangan dan Pelaksanaan Survei Pendahuluan | 41 |
| 3.5.2 | Perancangan dan Pelaksanaan Survei Lapangan..... | 42 |
| 3.5.3 | Pengambilan Data | 42 |
| 3.3.4 | Analisis Data | 46 |
| 3.6 | Pelaksanaan Survei Lalu Lintas..... | 47 |
| 3.6.1 | Perhitungan Arus Lalu Lintas | 47 |
| 3.6.2 | Klasifikasi Jenis Kendaraan..... | 48 |
| 3.6.1 | Peralatan yang digunakan | 48 |
| 3.7 | Permodelan dengan Software PVT VISSIM..... | 49 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 57 |
| 4.1 | Pendahuluan..... | 57 |
| 4.2 | Analisis Data Lapangan | 57 |
| 4.2.1 | Kondisi Geometrik dan Lingkungan Persimpangan..... | 57 |
| 4.2.2 | Fase Siklus Lalu Lintas..... | 60 |
| 4.2.3 | Waktu Siklus Lalu Lintas | 60 |
| 4.2.4 | Volume Lalu Lintas..... | 65 |
| 4.2.5 | Panjang Antrian di Lapangan..... | 72 |
| 4.2.6 | Kecepatan | 75 |
| 4.3 | Evaluasi Kinerja Simbang Bersinyal dengan Metode MKJI 1997 | 76 |
| 4.3.1 | Waktu Siklus..... | 76 |
| 4.3.2 | Kapasitas..... | 80 |
| 4.3.3 | Derajat Kejenuhan..... | 81 |
| 4.3.4 | Panjang Antrian..... | 82 |
| 4.3.5 | Angka Henti..... | 84 |
| 4.3.6 | Tundaan..... | 85 |

| | | |
|----------------------------------|--|-----|
| 4.3.7 | Tingkat Pelayanan (<i>Level of Services</i>)..... | 94 |
| 4.4 | Analisis Data Menggunakan <i>Software PTV VISSIM 9.0 (Student Version)</i> | 95 |
| 4.4.1 | Hasil dan Validasi <i>Software PTV VISSIM 9.0 (Student Version)</i> | 95 |
| 4.5 | Perbandingan MKJI 1997 dan <i>Software VISSIM 9.0 (Student Version)</i> | 99 |
| 4.5.1 | Derajat Kejenuhan..... | 100 |
| 4.5.2 | Panjang Antrian..... | 101 |
| 4.5.3 | Tundaan..... | 102 |
| 4.5.4 | <i>Level of Service (LoS)</i> | 103 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 104 |
| 5.1 | Kesimpulan | 104 |
| 5.2 | Saran | 106 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 107 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Panjang siklus simpang bersinyal yang disarankan..... | 15 |
| Tabel 2. Nilai normal waktu hijau untuk perancangan | 16 |
| Tabel 3. Tingkat Pelayanan simpang bersinyal berdasarkan MKJI 1997..... | 32 |
| Tabel 4. Kondisi Geometrik Simpang empat Aksara..... | 44 |
| Tabel 5. Data geometrik simpang empat aksara..... | 58 |
| Tabel 6. Urutan fase dan arah pergerakan lalu lintas persimpangan Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara 60 | |
| Tabel 7. Lama waktu sinyal lalu lintas (pagi) | 60 |
| Tabel 8. Lama waktu sinyal lalu lintas (siang)..... | 62 |
| Tabel 9. Lama waktu sinyal lalu lintas (sore)..... | 64 |
| Tabel 10. Fase Sinyal dan Geometri Lapangan pada waktu pagi | 66 |
| Tabel 11. Fase Sinyal dan Geometri Lapangan pada waktu siang..... | 67 |
| Tabel 12. Fase Sinyal dan Geometri Lapangan pada waktu sore..... | 68 |
| Tabel 13. Volume Lalu Lintas Jam Sibuk Pagi..... | 69 |
| Tabel 14. Volume Lalu Lintas Jam Siang..... | 70 |
| Tabel 15. Volume Lalu Lintas Jam Sibuk Sore..... | 71 |
| Tabel 16. Panjang Antrian Rata-rata di Lapangan pada waktu pagi..... | 72 |
| Tabel 17. Panjang Antrian Rata-rata di Lapangan pada waktu siang | 73 |
| Tabel 18. Panjang Antrian Rata-rata di Lapangan pada waktu sore | 73 |
| Tabel 19. Panjang Antrian Rata-rata di Lapangan | 74 |
| Tabel 20. Data Kecepatan Kendaraan Periode Jam Puncak | 75 |
| Tabel 21. Lebar Pendekat Efektif..... | 76 |
| Tabel 22. Arus Jenuh Dasar (S0)..... | 77 |
| Tabel 23. Rasio Arus dan Rasio Fase Jam Sibuk Pagi..... | 79 |
| Tabel 24. Waktu Siklus dan Waktu Hijau Jam Sibuk Pagi | 79 |
| Tabel 25. Kapasitas Persimpangan pada Jam Sibuk Pagi..... | 80 |
| Tabel 26. Derajat kejenuhan persimpangan jam sibuk pagi | 81 |
| Tabel 27. Panjang antrian pada jam sibuk pagi..... | 82 |
| Tabel 28. Angka henti jam sibuk pagi | 84 |
| Tabel 29. Data Tundaan Lalu Lintas pada jam sibuk pagi | 85 |
| Tabel 30. Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas (Jam Sibuk Pagi) | 88 |
| Tabel 31. Penentuan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, dan Tundaan (Jam Sibuk Pagi) | 89 |
| Tabel 32. Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas (Jam Sibuk Siang) | 90 |
| Tabel 33. Penentuan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, dan Tundaan (Jam Sibuk Siang) | 91 |
| Tabel 34. Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas (Jam Sibuk Sore) | 91 |
| Tabel 35. Penentuan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, dan Tundaan (Jam Sibuk Sore) | 93 |
| Tabel 36. Rekapitulasi Hasil Evaluasi Persimpangan dengan Metode..... | 94 |
| Tabel 37. Hasil Evaluasi Volume VISSIM Sesudah Kalibrasi | 98 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 38. Nilai Tundaan, Waktu Tempuh dan Panjang Antrian Hasil | 99 |
| Tabel 39. Perbandingan panjang antrian rata-rata metode MKJI 1997 Software VISSIM 9.0..... | 101 |
| Tabel 40. Perbandingan tundaan rata-rata metode MKJI 1997 Software VISSIM 9.0 | 102 |
| Tabel 41. Perbandingan Level of Services (LoS) metode MKJI 1997 dengan Software VISSIM 9.0..... | 103 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-----|
| Gambar 1. Penentuan Waktu Siklus..... | 15 |
| Gambar 2. Urutan waktu pada pengaturan sinyal dengan dua fase | 18 |
| Gambar 3. Kecepatan sebagai fungsi dari DS untuk jalan 2/2 UD | 20 |
| Gambar 4. Penghitungan Jumlah Antrian smp max, Nqmax | 22 |
| Gambar 5. Konflik pada Simbang Bersinyal dengan Empat Lengan | 26 |
| Gambar 6. Arus Memisah | 27 |
| Gambar 7. Arus Penggabungan | 27 |
| Gambar 8. Arus Persilangan | 28 |
| Gambar 9. Arus Jalinan..... | 28 |
| Gambar 10. Model dasar arus jenuh menurut MKJI..... | 29 |
| Gambar 11. Hubungan rasio volume kapasitas terhadap kecepatan | 32 |
| Gambar 12. Tampilan awal software PTV Vissim | 34 |
| Gambar 13. Tampilan Software Vissim..... | 35 |
| Gambar 14. Bagan Alir Penelitian | 40 |
| Gambar 15. Lokasi Survei Persimpangan jalan Jalan Willièm Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara..... | 41 |
| Gambar 16. Geometri persimpangan lokasi penelitian | 43 |
| Gambar 17. Tampilan Peta Jaringan Jalan Pada Lokasi Penelitian | 49 |
| Gambar 18. Jaringan Jalan | 50 |
| Gambar 19. Rute Perjalanan | 50 |
| Gambar 20. Memasukkan jenis kendaraan | 51 |
| Gambar 21. Vehicle Types | 51 |
| Gambar 22. Vehicle Classes | 52 |
| Gambar 23. Distribusi kecepatan | 52 |
| Gambar 24. Komposisi kendaraan | 53 |
| Gambar 25. Rute kendaraan | 53 |
| Gambar 26. Waktu siklus..... | 54 |
| Gambar 27. Antrian kendaraan..... | 54 |
| Gambar 28. Lampu APPIL | 55 |
| Gambar 29. Memasukkan nilai volume kendaraan | 55 |
| Gambar 30. Proses simulasi..... | 56 |
| Gambar 31. Geometri persimpangan lokasi penelitian | 59 |
| Gambar 32. Grafik NQmax 95%..... | 83 |
| Gambar 33. Pengaturan Driving Behavior Car Following dan Literal Sesudah Kalibrasi | 96 |
| Gambar 34. Sebelum Proses Pengaturan Kalibrasi | 96 |
| Gambar 35. . Proses Sesudah Pengaturan Kalibrasi | 97 |
| Gambar 36. Grafik Derajat Kejenuhan MKJI 1997 | 100 |
| Gambar 37. Perbandingan panjang antrian rata-rata metode MKJI 1997 Software VISSIM 9.0 | 101 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan suatu proses pergerakan manusia, ataupun barang dengan menggunakan kendaraan yang melintasi jalan. Dalam hal ini, masalah yang perlu diperhatikan adalah keseimbangan antara volume kendaraan dengan kapasitas jalan. Apabila volume kendaraan tidak seimbang dengan kapasitas jalan, maka akan terjadi kemacetan.

Kota Medan adalah salah satu kota terbesar ketiga di Indonesia yang merupakan pintu gerbang wilayah Indonesia bagian barat. Hal ini menyebabkan pembangunan dan kepadatan penduduk kota Medan semakin tinggi. Jumlah penduduk kota Medan mencapai 2.435.252 jiwa pada tahun 2020 dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,85% pertahun (BPS Kota Medan). Dengan semakin berkembangnya pembangunan di kota Medan maka berbagai fasilitas sarana dan prasarana kota juga harus mampu melayani kebutuhan masyarakat kota Medan secara maksimal. Salah satunya adalah sarana dan prasana dalam bidang transportasi yang harus mampu melayani berbagai pergerakan dari suatu tempat ketempat lain dengan berbagai macam aktivitas.

Simpang empat Aksara (Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara) merupakan salah satu simpang bersinyal yang berada di Kota Medan. Banyaknya pusat perbelanjaan, sekolah, bank maupun tempat

berhentinya angkutan umum yang berada di sekitar simpang empat tersebut berpengaruh terhadap tingginya volume lalu lintas. Pengaturan APILL yang saat ini sudah dioprasikan di simpang Aksara masih belum optimal dalam mengatasi kemacetan, terlebih pada saat jam – jam sibuk.

Untuk dapat menentukan solusi dari permasalahan lalu lintas yang ada diperlukan sebuah usaha untuk memahami sistem lalu lintas yang sedang berjalan. Terlebih kepada masyarakat yang akan bekerja atau menuntut ilmu, waktu mereka akan sangat tersita di area kemacetan. Maka dari itu, penyusun akan melakukan penelitian mengenai kemacetan di simpang empat Aksara untuk menganalisis kinerja simpang. Penyusun akan memodelkan dan menganalisis kinerja simpang empat Aksara dengan *software PTV Vissim*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang terjadi, penelitian ini membahas tentang kinerja simpang bersinyal di Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara. Evaluasi persimpangan dilakukan dengan menggunakan *software PTV Vissim* dan metode MKJI 1997. Maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil permodelan kondisi *eksisting* pada simpang empat Aksara menggunakan *software PTV Vissim*?
2. Bagaimana hasil perhitungan derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan simpang dalam kondisi *eksisting* pada jam jam sibuk yang sudah didapat dilapangan?

3. Melakukan permodelan secara teliti dan akurat.
4. Analisis tundaan simpang disarankan menggunakan perhitungan MKJI 1997, karena sudah sesuai dengan standar di Indonesia.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa kinerja simpang serta membandingkan hasil perhitungan kinerja simpang bersinyal dengan menggunakan *software PTV Vissim* dan metode MKJI 1997.

Tujuan penelitian di simpang Aksara (Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara) sebagai berikut :

1. Mengetahui kinerja simpang Aksara *kondisi eksisting* dengan *software PTV Vissim*.
2. Mengetahui volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, antrean kendaraan, waktu tunda, dan derajat kejenuhan dari hasil alternatif dari pebandingan perhitunagn metode MKJI 1997 dan *software PTV Vissim* yang ada di simpang Aksara.
3. Memberikan masukan yang tepat untuk meningkatkan efektivitas kinerja simpang Aksara.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari pembuatan tugas akhir sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai hasil analisis dengan *software PTV Vissim* setelah dilakukan perubahan pada waktu siklus, hijau efektif, serta lebar ruas jalan.
2. Mengetahui visualisasi setelah dilakukan perubahan waktu hijau dan geometri jalan.
3. Memberikan masukan dan bahan pertimbangan kepada pihak terkait mengenai hasil analisis kemacetan di simpang Aksara dengan menggunakan *software PTV Vissim*.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Pengamatan dilakukan di simpang bersinyal Aksara (Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara) kota Medan.
2. Dalam penelitian hanya membahas kinerja simpang bersinyal di simpang Aksara kota Medan.
3. Permodelan dan analisi ini menggunakan *software PTV Vissim 9.0* dan metode MKJI 1997.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk memberikan gambaran garis besar tentang isi dari setiap bab dalam tulisan ini. Tulisan ini disusun dalam 5 (lima) bab sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisi informasi awal dari penelitian, yang berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dasar teori, rumus, dan segala informasi yang berhubungan dengan topik yang dibahas. Data-data ini diperoleh dari buku literatur, tulisan ilmiah, dan hasil penelitian sebelumnya. Nantinya teori-teori pada bab ini akan dijadikan acuan dalam penelitian dan penulisan pada bab-bab berikutnya.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian, mulai dari langkah-langkah dalam melakukan penelitian (dalam bagan alir) dan penjelasan proses dalam melakukan penelitian (dijelaskan dari tiap-tiap bagan dari bagan alir).

BAB 4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi identifikasi dan optimasi kinerja simpang serta hasil yang diperoleh melalui identifikasi tersebut. Hasil penelitian pada bab ini akan dikaitkan dengan dasar teori pada bab 2 (dua).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi pernyataan-pernyataan singkat mengenai rangkuman keseluruhan bab pada penelitian ini. Pada bagian saran akan ada penjelasan mengenai hal-hal apa saja yang sebaiknya diperbaiki ataupun dikembangkan bagi penelitian-penelitian berikutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transportasi

Transportasi adalah pemindahan manusia barang maupun objek lain menggunakan wahana ataupun sarana sebagai alat bantu yang digerakkan oleh manusia atau mesin dengan tujuan untuk membantu manusia dalam beraktifitas. Para ahli menjelaskan pengertian transportasi, dan masing-masing dari mereka memiliki pendapat sendiri terkait persamaan dan perbedaan makna transportasi. Menurut Salim (2000) transportasi merupakan kegiatan pemindahan barang dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain. Dimana terdapat dua unsur terpenting yaitu pemindahan/pergerakan yang secara fisik mengubah tempat dari barang (komoditi) dan penumpang ke tempat lain. Sistem transportasi terdiri dari besaran arus, fasilitas tetap, dan pengaturan yang memungkinkan orang atau barang bergerak dari tempat satu ke tempat yang lain secara efisien dan dapat tepat waktu untuk aktifitas yang diinginkan (Titi Liliani, 2002).

Dengan adanya sistem transportasi, manusia akan dimudahkan untuk melakukan sebuah aktifitas. Manusia dapat lebih hemat energi dan dapat mengatur waktu yang diinginkan. Berkembangnya sistem transportasi akan sangat mendukung perkembangan zaman. Selain itu, apabila sistem transportasi dapat terencana dengan baik maka pengguna jalan pun akan merasa lebih aman dan nyaman saat melintas di suatu jalan.

2.2 Manajemen Lalu Lintas

Manajemen lalu lintas adalah pengorganisasian, perencanaan, pemberian arah, dan pemantauan keadaan pergerakan lalu lintas, termasuk pejalan kaki, pesepeda, dan semua tipe kendaraan (Underwood, 1990). Kegiatan pengaturan lalu lintas meliputi kegiatan penetapan kebijaksanaan lalu lintas pada jaringan atau ruas-ruas jalan tertentu (antara lain dengan rambu, marka dan lampu lalu lintas), sedangkan kegiatan pengawasan meliputi :

1. Pemantauan dan penilaian terhadap pelaksanaan lalu lintas.
2. Tindakan korektif terhadap pelaksanaan kebijaksanaan lalu lintas.

Kegiatan pengendalian lalu lintas meliputi :

1. Pemberian arahan dan petunjuk dalam pelaksanaan kebijaksanaan lalu lintas.
2. Pemberian bimbingan dan penyuluhan kepada masyarakat dalam pelaksanaan kebijaksanaan lalu lintas.

2.3 Persimpangan Jalan

Persimpangan adalah lokasi atau daerah dimana dua atau lebih jalan, bergabung atau berpotongan / bersilangan (Sulaksono, 2001). Simpang dapat bervariasi, mulai dari persimpangan sederhana yaitu pertemuan dari dua ruas jalan saja hingga persimpangan kompleks yang merupakan pertemuan dari beberapa ruas jalan.

Persimpangan merupakan suatu daerah yang sering mengalami konflik lalu lintas. Hal ini disebabkan karena simpang merupakan titik temu dari berbagai ruas jalan dengan tujuan yang berbeda – beda. Rambu lalu lintas yang terpasang pada

simpang harus tepat sesuai dengan keadaan yang ada pada simpang, demi kelancaran lalu lintas pada suatu simpang.

2.3.1 Jenis - Jenis Simpang Jalan

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalu lintas, dan pertimbangan lingkungan. Pemilihan jenis simpang di setiap daerah sebaiknya harus memperhatikan dari segi lingkungan dan juga dari segi keselamatan lalu lintas. Menurut Morlok (1988), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 dua jenis, yaitu :

1. Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal merupakan simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas atau APILL sebagai rambu-rambu simpang. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut, Ketentuan aturan arus lalu lintas tanpa lampu APILL dapat berpengaruh terhadap kelancaran lalu lintas saat di perpotongan jalan, terutama pada simpang dari ruas jalan yang memiliki kelas jalan yang sama.

2. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan perpotongan suatu bidang antara dua arus jalan atau lebih di masing-masing simpang. Disetiap titik

simpang dilengkapi dengan lampu APILL dengan tiga warna yang berbeda, yaitu merah, kuning, dan hijau.

2.3.2 Pemilihan Jenis Simpang

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) pertimbangan-pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis simpang :

a. Pertimbangan Umum

Umumnya, sinyal lalu lintas digunakan dengan alasan sebagai berikut:

1. Untuk menghindari kemacetan disuatu simpang dikarekana arus yang berlawanan, sehingga kapasitas simpang atau jalan dapat dipertahankan ketika simpang sedang mengalami lalu lintas puncak.
2. Untuk menghindari resiko kecelakaan disuatu simpang yang disebabkan oleh arus lalu lintas yang berlawanan arah. Pemasangan sinyal dengan alasan keselamatan pada umumnya diperlukan di sebuah simpang bila kecepatan kendaraan itu tinggi ketika mendekati simpang, dan atau jarak pandang pengendara terhadap gerakan lalu lintas yang berlawanan arah kurang maksimal karena terhalang oleh bangunan atau tumbuhan yang berada di sekitar simpang.

b. Pertimbangan Ekonomi

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), menyebutkan tipe simpang yang paling ekonomis adalah simpang bersinyal, simpang tak bersinyal dan bundaran.

c. Perilaku Lalu Lintas

Tujuan analisa perencanaan dan operasional simpang bersinyal yang sudah ada biasanya untuk menyesuaikan waktu sinyal dan perbaikan kecil pada geometri simpang agar perilaku lalu lintas yang diharapkan dapat dipertahankan dalam ruas jalan maupun jaringan jalan simpang bersinyal.

d. Pertimbangan Keselamatan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas pada simpang bersinyal jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan simpang tidak bersinyal. Namun tidak semua simpang akan lebih baik jika diberi lampu APILL.

e. Pertimbangan Lingkungan

Asap kendaraan dan emisi kebisingan umumnya berkurang karena keadaan sebagai berikut:

1. Waktu sinyal yang efisien akan mengurangi emisi.
2. Pengaturan sinyal terkoordinasi dan atau sinyal aktuasi kendaraan akan mengurangi asap kendaraan dan emisi kebisingan bila dibandingkan dengan pengaturan sinyal waktu tetap simpang terisolir.

2.4 Rambu Lalu Lintas

Menurut UU No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, Alat pemberi isyarat lalu lintas merupakan perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur lalu lintas orang dan/atau kendaraan di persimpangan pada ruas jalan.

Rambu lalu lintas merupakan pemberi informasi penting bagi pengguna jalan. Rambu lalu lintas sifatnya adalah memberi peringatan, menyarankan, dan mengatur pengemudi dan pengguna jalan lainnya. Perancangan dan penempatan rambu lalu lintas harus dipertimbangkan sesuai dengan tujuannya (Titi Liliani, 2002).

Sedangkan Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 13 Tahun 2014 pasal 3, spesifikasi teknis rambu lalu lintas berdasarkan jenisnya terdiri dari empat jenis yaitu :

- a. Rambu Peringatan : rambu peringatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 digunakan untuk memberi peringatan kemungkinan ada bahaya di jalan atau tempat berbahaya pada jalan dan menginformasikan tentang sifat bahaya.
- b. Rambu Larangan : rambu larangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 digunakan untuk menyatakan perbuatan yang dilarang dilakukan oleh pengguna jalan.
- c. Rambu Perintah : rambu perintah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 digunakan untuk menyatakan perintah yang wajib dilakukan oleh pengguna jalan.

- d. Rambu Petunjuk : rambu petunjuk sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 digunakan untuk memandu pengguna jalan saat melakukan perjalanan atau untuk memberikan informasi lain kepada pengguna jalan.

2.5 Lampu Lalu Lintas

Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, lampu lalu lintas adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu lalu lintas memberikan penanda kepada para pengendara untuk kapan waktunya berhenti dan berjalan secara bergantian dari berbagai arah. Seluruh dunia menggunakan lampu lalu lintas yang sama dari segi warna, yaitu merah, kuning, dan hijau.

Menurut Bram (2011), lampu lalu lintas merupakan suatu perangkat yang sangat diperlukan dalam proses pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan..

Tujuan diterapkannya pengaturan dengan lampu lalu lintas :

1. menciptakan pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur sehingga meningkatkan daya dukung pertemuan jalan dalam melayani arus lalu lintas,
2. hirarki rute bisa dilaksanakan : rute utama diusahakan untuk mengalami kelambatan (*delay*) minimal,
3. mengatur prioritas pengguna jalan,
4. menciptakan jarak pada arus lalu lintas yang padat untuk memberi hak berjalan arus lalu lintas lain (seperti sepeda, pejalan kaki) memasuki

persimpangan, dan menciptakan iring – iringan pada arus lalu lintas yang padat,

5. mengurangi resiko kecelakaan ataupun keterlambatan lalu lintas,
6. memberikan mekanisme yang lebih efektif dan lebih murah dibandingkan menggunakan pengaturan manual,
7. mengurangi tenaga polisi,
8. memberikan kepercayaan kepada pengguna jalan atas hak berjalannya terjamin serta menumbuhkan sikap disiplin berlalu lintas.

Demi tercapainya tujuan – tujuan di atas, maka lampu lalu lintas harus dirancang dan dioperasikan dengan benar untuk menghindari terjadinya antrean kendaraan yang panjang dalam simpang, mengurangi resiko kecelakaan, dan keterlambatan pengguna jalan dalam beraktivitas.

2.5.1 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

1. Waktu Siklus (c)

Waktu siklus adalah waktu urutan lengkap dari indikasi sinyal antara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekatan yang sama (MKJI, 1997). Waktu siklus hasil penghitungan ini merupakan waktu siklus optimum, di mana akan menghasilkan tundaan terkecil.

$$c = \frac{1,5 \times LTI + 5}{(1 - IFR)}$$

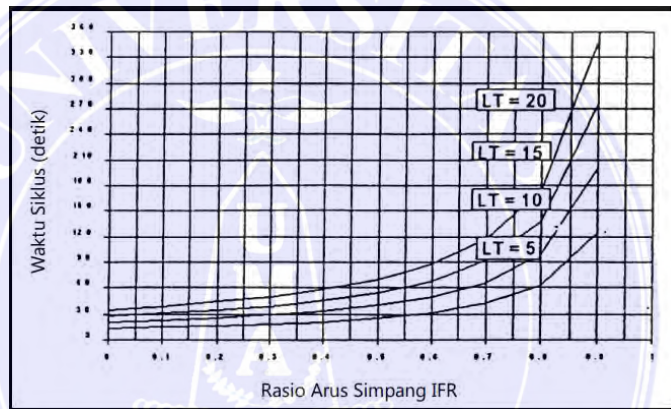
Keterangan :

c = Waktu siklus (detik)

LTI = Jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik)

IFR = Rasio arus perbandingan dari arus terhadap arus jenuh
(Q/S)

Jika alternatif fase sinyal yang direncanakan dievaluasi, menghasilkan nilai yang rendah untuk ($IFR = LT/c$), maka hasil ini akan lebih efisien.



Gambar 1. Penentuan Waktu Siklus (MKJI, 1997)

Waktu siklus yang didapat lalu disesuaikan dengan pengaturan waktu siklus yang direkomendasikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Panjang siklus simbang bersinyal yang disarankan (MKJI, 1997)

| Jumlah Fase | Panjang waktu siklus yang disarankan |
|-------------|--------------------------------------|
| 2 | 40-80 |
| 3 | 50-100 |
| 4 | 80-130 |

Waktu siklus yang lebih rendah dari yang disarankan akan menyebabkan lebih sulit bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan, hal ini dapat menjadi pertimbangan. Sedangkan waktu siklus bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan, hal ini dapat menjadi pertimbangan. Sedangkan waktu siklus yang lebih besar (>130 detik) harus dihindarkan, kecuali untuk kasus yang sangat khusus. Waktu siklus ini akan menghasilkan kehilangan kapasitas persimpangan yang cukup besar.

2. Waktu Hijau (g_i)

Waktu dari akhir periode hijau pada satu fase ke awal periode hijau pada fase berikutnya disebut waktu hijau antara (Akcelik, 1995).

Tabel 2. Nilai normal waktu hijau untuk perancangan (MKJI, 1997)

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

Waktu hijau dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times Pri \geq 10 \text{ detik}$$

Keterangan :

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

c_{ua} = Waku siklus (detik)

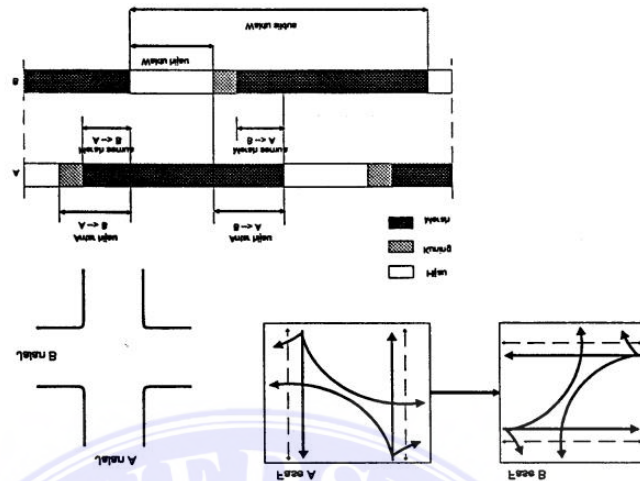
| | |
|------------------|--|
| LTI | = Waktu hilang total per siklus (detik) |
| PR _i | = Rasio fase = $FR_{CRIT} / \sum (FR_{CRIT})$ |
| FR_{CRIT} | = Nilai tertinggi rasio arus dari seluruh pendekat pada suatu fase |
| $\sum FR_{CRIT}$ | = Rasio arus simpang = jumlah FR_{CRIT} dari seluruh fase |

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik untuk dihindarkan, hal ini mungkin menghasilkan terlalu banyak pengemudi yang berlawanan setelah lampu merah dan kesulitan bagi pejalan kaki ketika menyeberang jalan.

2.5.2 Fase (*phase*)

Fase (*phase*) adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas. Sedangkan menurut *Highway Capacity Manual*, fase adalah bagian dari suatu siklus yang dialokasikan untuk kombinasi pergerakan-pergerakan lalu lintas yang menerima hak prioritas jalan secara simultan selama satu interval waktu atau lebih.

Desain fase lampu lalu lintas menentukan urutan berbagai fase yang saling mengikuti satu sama lain. Siklus lampu lalu lintas merupakan bagian dari urutan tersebut. Perlu diperhatikan bahwa keselamatan dan kualitas pelayanan merupakan faktor terpenting dalam desain lampu lalu lintas (Khisty, 2003).



Gambar 2. Urutan waktu pada pengaturan sinyal dengan dua fase (MKJI, 1997)

2.6 Kapasitas Jalan

Menurut Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2005 tentang pedoman pelaksanaan kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas kapasitas jalan adalah kemampuan ruas jalan untuk menampung volume lalu lintas ideal persatuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan perjam atau satuan mobil penumpang per jam. Sedangkan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), kapasitas jalan adalah arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Untuk jalan dua lajur dan dua arah, kapasitas didefinisikan untuk arus dua arah (kedua arah kombinasi), tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah perjalanan dan kapasitas didefinisikan per lajur.

Kapasitas untuk tiap lengan persimpangan dihitung dengan formula berikut :

$$C = \frac{S \times g}{c}$$

Keterangan :

- C : Kapasitas (smp/jam)
S : Arus jenuh (smp/jam)
g : Waktu hijau (detik)
c : Waktu siklus yang ditentukan (detik)

2.7 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

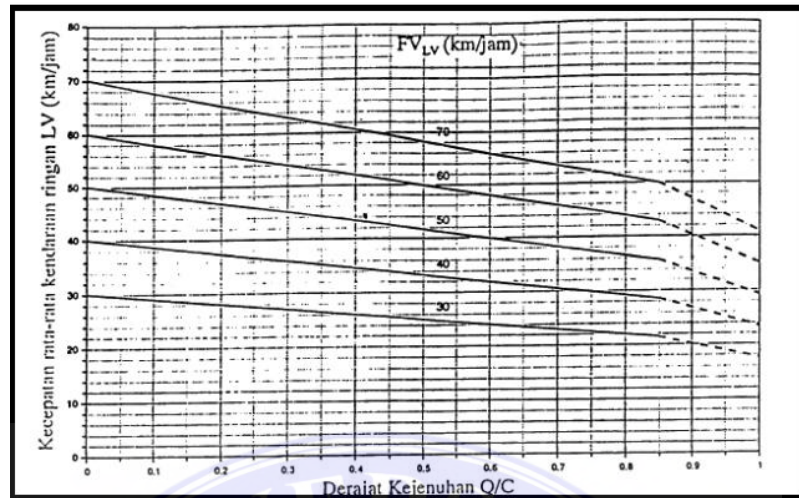
Apabila derajat kejenuhan lebih dari 0,85 maka dapat disimpulkan pada simpang tersebut mengalami kemacetan dan perlu adanya evaluasi. Evaluasi yang dapat dilakukan seperti melakukan pelebaran jalan atau mendesain ulang fase lampu APILL pada simpang.

Menurut MKJI 1997 derajat kejenuhan (DS) masing-masing pendekatan dapat diketahui melalui persamaan sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Keterangan:

- DS = Derajat kejenuhan,
Q = Arus lalu lintas (smp/detik),
C = Kapasitas (smp/jam),



Gambar 3. Kecepatan sebagai fungsi dari DS untuk jalan 2/2 UD (MKJI,1997)

2.8 Kecepatan

Kecepatan (S) didefinisikan sebagai jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan persatuan waktu. Satuan yang biasa digunakan adalah meter/detik atau kilometer/jam. Kecepatan juga didefinisikan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam jarak per satuan waktu.

$$S = \frac{L}{(t_2 - t_1)}$$

Keterangan :

S = Kecepatan (km/jam)

L = Jarak yang ditempuh oleh suatu kendaraan (km)

($t_2 - t_1$) = Selang waktu yang ditempuh kendaraan (jam)

2.9 Panjang Antrian

Panjang antrian merupakan panjang kendaraan yang berhenti di suatu ruas jalan. Terjadinya antrian kendaraan tersebut diakibatkan oleh kurang lancarnya lalu lintas atau biasa disebut kemacetan. Hal ini terjadi karena volume lalu lintas yang melebihi kapasitas jalan. Untuk mencari nilai panjang antrian menggunakan rumus sebagai berikut

$$NQ = NQ_1 + NG_2$$

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

Jadi $DS > 0,5$; kecuali dari itu $NQ_1 = 0$

Kemudian dihitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2) dengan formula berikut:

$$NQ_2 = C \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{G}{3600}$$

Keterangan :

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya,

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah,

DS = derajat kejenuhan,

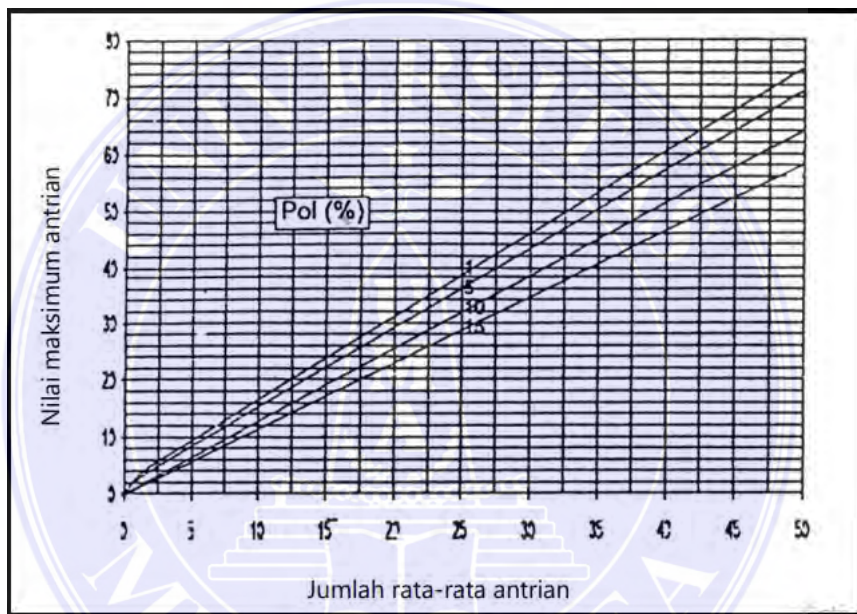
GR = rasio hijau, (detik),

c = waktu siklus (detik),

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau ($S \times GR$),

Q = arus lalu-lintas pada pendekat tersebut (smp/det).

Untuk menentukan NQ_{max} dapat dicari dengan menghubungkan nilai NQ dan probabilitas overloading $POL(\%)$. Untuk perencanaan dan desain disarankan nilai $POL < 5\%$, sedangkan untuk operasional disarankan POL 5-10%. Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk.



Gambar 4. Penghitungan Jumlah Antrian smp max, Nq_{max} (MKJI,1997)

Penghitungan panjang antrian (QL) didapat perkalian antara NQ_{max} dengan rata-rata area yang ditempati tiap smp (20 sqm) dan dibagi lebar entry (W_{masuk}), yang dirumuskan di bawah ini.

$$QL = NQ_{MAX} \times \frac{20}{W_{MASUK}}$$

2.10 Angka Henti

Angka henti (NS) merupakan jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu persimpangan (MKJI, 1997)

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

Keterangan :

c = waktu siklus (det)

Q = arus lalu-lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau.

2.11 Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena 2 hal. Pertama tundaan lalu lintas (DT) karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lain pada suatu simpang, kemudian tundaan geometri (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang atau terhenti lampu merah.

1. Tundaan Lalu Lintas (DT) terjadi karena interaksi lalu-lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang. dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$DT_j = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$$

Keterangan :

DT j = Tundaan lalu lintas rata-rata pada pendekat j (det/smp)

c = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

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

DS = Derajat Kejenuhan

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

2. Tundaan Geometri (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti karena lampu merah. Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai:

$$DG_j = (1-PSV) \times PT \times 6 + (PSV \times 4)$$

Keterangan :

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

PSV = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NS,1)

PT = Rasio kendaraan berbelok

Tundaan rata-rata untuk seluruh pendekat (D1) dihitung dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total (QTOT) dalam smp/jam, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D1 = (\sum(Q \times D_j)) / (QTOT)$$

Keterangan :

D1 = Tundaan rata-rata untuk seluruh pendekat (det/smp)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

QTOT = Arus Total (smp/jam)

D_j = DT_j + DG_j

2.12 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah unsur lalu lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu pendekatan persatuan waktu (MKJI,1997). Perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore.

2.12.1 Konflik Persimpangan

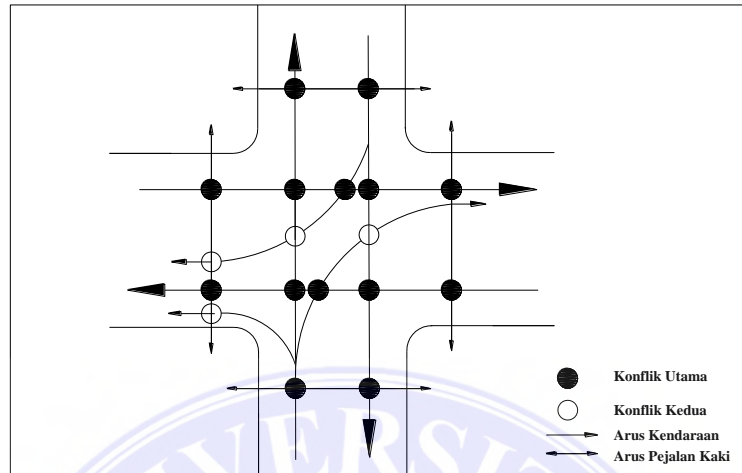
Dengan adanya persimpangan pada suatu jaringan jalan, kendaraan bermotor, kendaraan tidak bermotor, dan pejalan kaki dapat bergerak dengan arah yang berbeda-beda namun pada waktu yang bersamaan. Dengan demikian maka akan muncul konflik di persimpangan akibat dari pergerakan-pergerakan tersebut. Menurut MKJI 1997 berdasarkan sifatnya maka konflik terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Konflik utama (*primary conflict*)

Konflik antara jalan dengan gerakan lalu lintas yang berjalan lurus dengan jalan-jalan lainnya yang berpotongan, termasuk konflik dengan pejalan kaki.

2. Konflik kedua (*secondary conflict*)

Konflik antara gerakan lalu lintas yang berbelok kanan dengan arus lalu lintas lurus melawan dan pejalan kaki, atau gerakan lalu lintas yang berbelok kiri dengan pejalan kaki.



Gambar 5. Konflik pada Simpang Bersinyal dengan Empat Lengan (MKJI,1997)

Apabila ditinjau lebih lanjut banyaknya titik konflik dari suatu persimpangan akan dipengaruhi oleh tiga hal, yaitu:

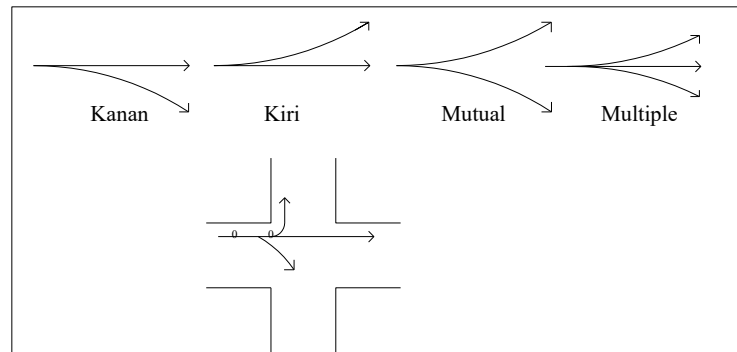
- a. Kondisi geometrik persimpangan
- b. Arah pergerakan lalu lintas
- c. Volume pergerakan lalu lintas

2.12.2 Pergerakan Arus Lalu Lintas di Persimpangan

Pada persimpangan terdapat empat jenis pergerakan arus lalu lintas yang dapat menimbulkan konflik, yaitu:

1. Pemisahan (*Diverging*)

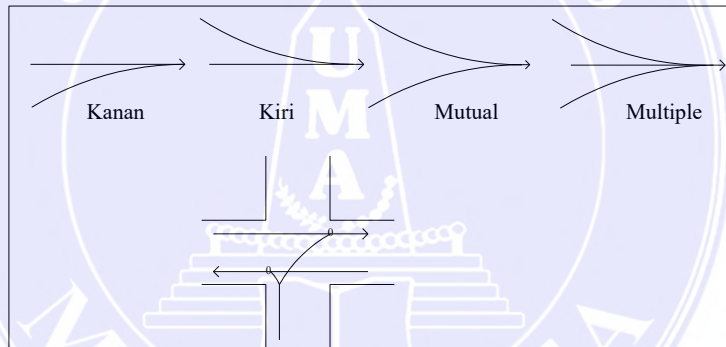
Pemisah (*diverging*) merupakan peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain.



Gambar 6. Arus Memisah (Pusdiklat Perhubungan Darat, 1996)

2. Penggabungan (*Merging*)

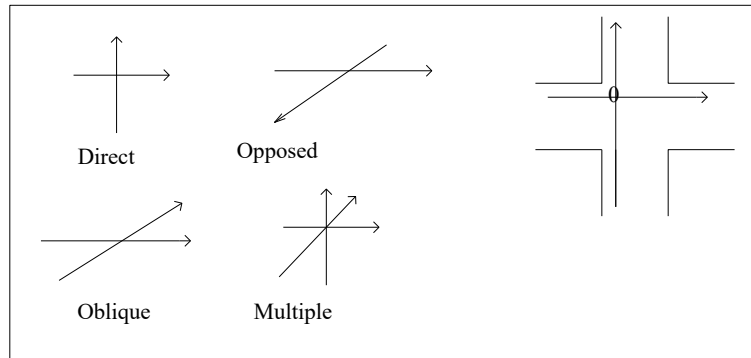
Penggabungan (*Merging*) adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari suatu jalur ke jalur yang lain.



Gambar 7. Arus Penggabungan (Pusdiklat Perhubungan Darat, 1996)

3. Persilangan (*Crossing*)

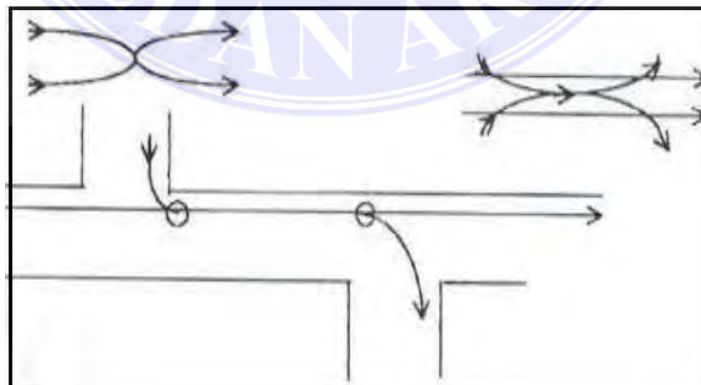
Gerakan kendaraan melakukan gerakan memotong terhadap kendaraan lain dari arah yang bersilangan pada persimpangan.



Gambar 8. Arus Persilangan (Pusdiklat Perhubungan Darat, 1996)

4. Jalinan (*Weaving*)

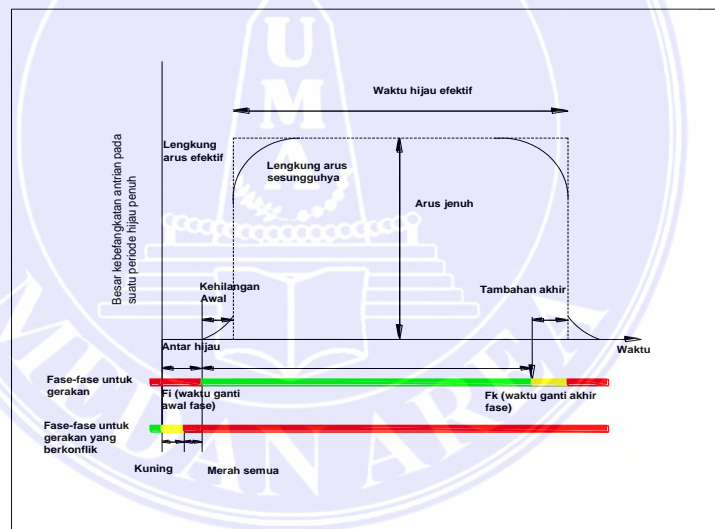
Jalinan (*Weaving*) adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan dijalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur kejalur lain misalnya pada saat kendaraan masuk kesuatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak kejalur lainnya untuk mengambil jalan keluar dari jalan raya tersebut keadaan ini juga akan menimbulkan titik konflik.



Gambar 9. Arus Jalinan (Pusdiklat Perhubungan Darat, 1996)

2.12.3 Arus Jenuh

Menurut MKJI 1997, nilai arus jenuh diasumsikan tetap selama waktu hijau. Kenyataan yang ada di lapangan, kendaraan masih berhenti saat mulai hijau dan arus kendaraan perlahan-lahan bergerak. Puncak terjadi setelah 10 sampai 15 detik dan arus akan mulai berkurang sampai waktu hijau berakhir. Pada permulaan arus kendaraan bergerak akan mengalami waktu hilang saat waktu hijau (*start lost*). Waktu hilang ini juga terjadi pada saat akhir hijau (*end gain*). Dengan demikian waktu hijau efektif didefinisikan sebagai lamanya waktu hijau yang terjadi pada waktu arus jenuh konstan dikurangi *start lost* dan *end gain*.



Gambar 10. Model dasar arus jenuh menurut MKJI (MKJI, 1997)

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

1. Arus jenuh yang disesuaikan

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Keterangan:

S = arus jenuh (smp/jam hijau),

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

F_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota,

F_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping,

F_G = faktor penyesuaian kelandaian,

F_P = faktor penyesuaian parkir,

F_{RT} = faktor penyesuaian belok kanan,

F_{LT} = faktor penyesuaian belok kiri.

2. Arus jenuh dasar

Untuk pendekatan terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (W_e):

$$S_o = 600 \times W_e$$

Keterangan:

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

W_e = lebar efektif (m).

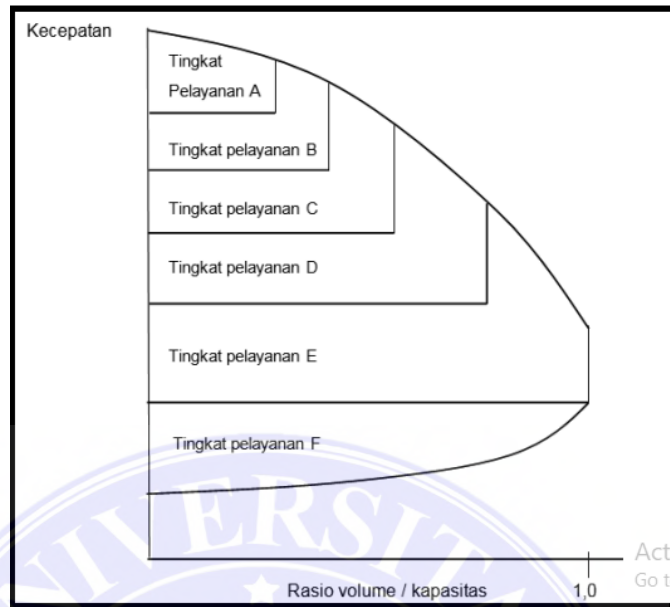
2.12.4 Rasio Arus Simpang (IFR)

Rasio arus impang adalah jumlah dari rasio arus kritis (tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus (MKJI,1997). rasio arus simpang dapat dinyatakan dengan rumus:

$$IFR = \sum(Q/S)_{CRI}$$

2.13 Tingkat Pelayanan (*Level of Services*)

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 tentang manajemen dan rekayasa analisis dampak serta manajemen kebutuhan lalu lintas mengenai pengertian tingkat pelayanan adalah ukuran kuantitatif dan kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas. Tingkat Pelayanan Jalan (*Level Of Service*) adalah gambaran kondisi operasional arus lalu lintas dan persepsi pengendara dalam terminologi kecepatan, waktu tempuh, kenyamanan, kebebasan bergerak, keamanan dan keselamatan, (Wikipedia, 2008). Hubungan antara kecepatan dan volume jalan perlu di ketahui karena kecepatan dan volume merupakan aspek penting dalam menentukan tingkat pelayanan jalan. Tingkat pelayanan (*level of service*) jalan ditentukan oleh besarnya kecepatan dan *Volume Capacity Ratio* (VCR). Tingkat pelayanan jalan juga bisa digambarkan dari hubungan antara kecepatan dan rasio volume terhadap kapasitas jalan sebagaimana terdapat pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 11. Hubungan rasio volume kapasitas terhadap kecepatan (MKJI, 1997)

Menurut pedoman MKJI 1997 di Indonesia, tingkat pelayanan pada persimpangan di jelaskan pada tabel berikut:

Tabel 3. Tingkat Pelayanan simpang bersinyal berdasarkan MKJI 1997 (MKJI,1997)

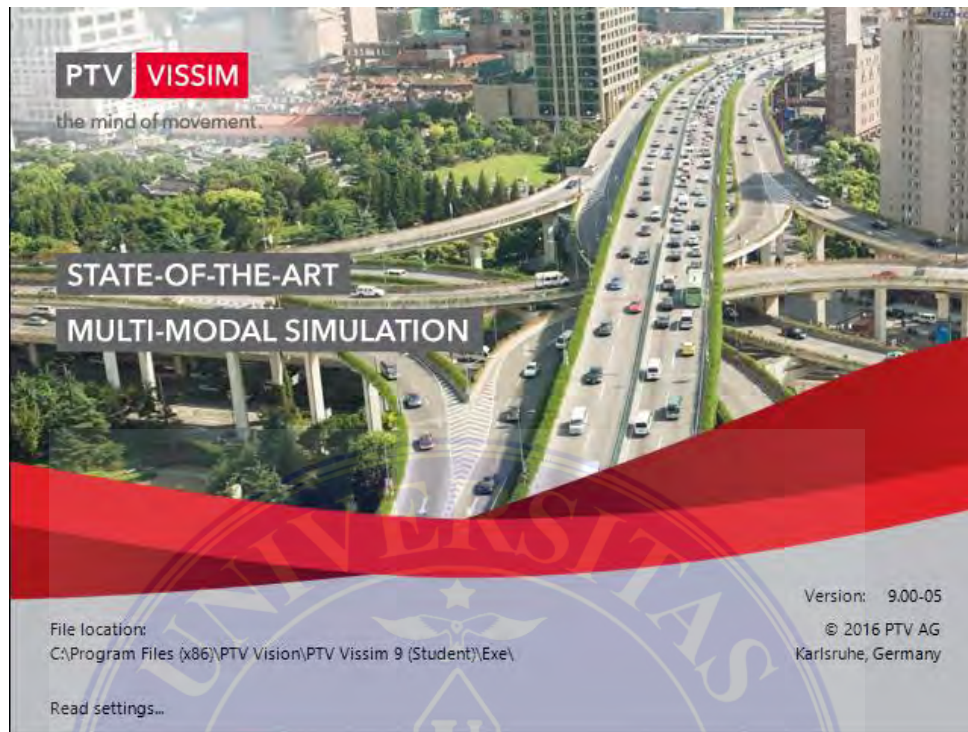
| Tingkat Pelayanan | Tundaan (detik/kend) | Load Factor |
|-------------------|----------------------|-------------|
| A | $\leq 5,0$ | 0,0 |
| B | 5,1-15,0 | $\leq 0,1$ |
| C | 15,1-25,0 | $\leq 0,3$ |
| D | 25,1-40,0 | $\leq 0,7$ |
| E | 40,1-60,0 | $\leq 1,0$ |
| F | >60 | NA |

2.14 PTV Vissim 9.0

Vissim merupakan simulasi Mikroskopis, berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk model lalu lintas perkotaan. Sehingga membuat *software* ini menjadi *software* yang berguna untuk mengevaluasi berbagai macam alternatif rekayasa transportasi dan tingkat perencanaan yang paling efektif.

Menurut PTV-AG (2011), *VISSIM* adalah perangkat lunak multimoda lalu lintas aliran mikroskopis simulasi yang dapat menganalisis operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum dengan permasalahan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas dan lain-lain, sehingga *VISSIM* menjadi perangkat yang berguna untuk evaluasi berbagai langkah alternatif berdasarkan langkah-langkah rekayasa transportasi dan perencanaan efektivitas. *VISSIM* dikembangkan oleh PTV (Planung Transport Verkehr AG) di Karlsruhe, Jerman. *VISSIM* merupakan singkatan dari “*Verkehr Stadten – SIMulationsmodell*” yang artinya “Lalu Lintas di Kota Model Simulasi”. Program ini menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan dalam tiga dimensi. Analisis hasil *software PTV VISSIM* menampilkan beberapa parameter kinerja suatu simpang dengan tiga parameter pokok yaitu panjang antrian (*Qlen*), tingkat pelayanan (*LOS*), dan tundaan simpang (*VehDelay*).

Software ini juga dapat memberi tampilan yang sangat menarik dan tampak nyata seperti di lapangan. Menurut penelitian Ibnu Ariemasto (2015), hasil yang diberikan oleh *software vissim* lebih relevan atau lebih sesuai dengan kondisi di lapangan dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan metode MKJI 1997. Hal ini perlu diperhatikan untuk kemajuan manajemen lalu lintas di Indonesia.



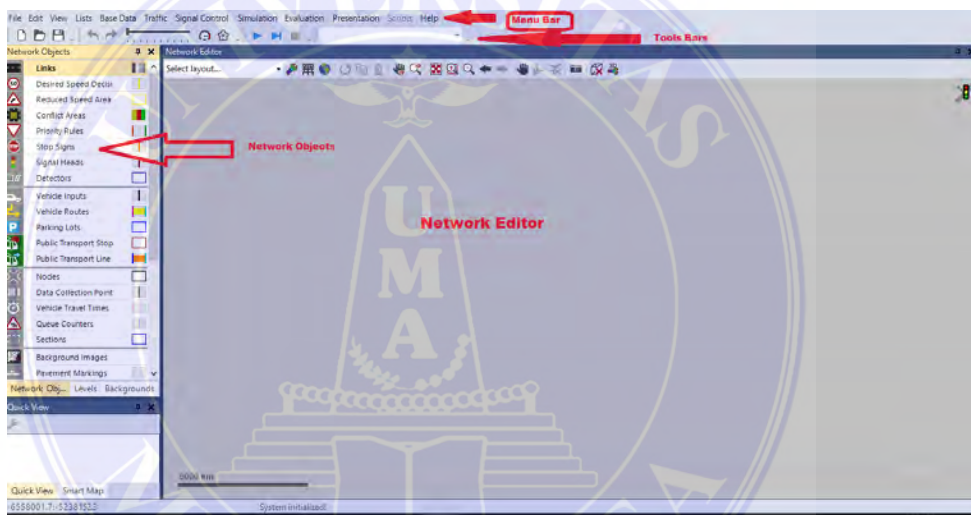
Gambar 12. Tampilan awal *software PTV Vissim (PTV Vissim,2012)*

Data-data yang ingin dimasukkan untuk dianalisis dilakukan sesuai keinginan pengguna. Beberapa kegunaan *VISSIM* dalam pemodelan adalah sebagai berikut :

1. Arteri Simulasi
 - a. Model jaringan jalan
 - b. Simulasi persimpangan terhadap semua mode kendaraan
 - c. Analisa karakteristik antrean
 - d. Desain waktu sinyal.
2. Simulasi Transportasi Publik
 - a. Semua rincian model untuk bus, BRT, Trem, LRT dan MRT
 - b. Analisa peningkatan operasi publik transportasi tertentu
 - c. Menguji dan mengoptimalkan secara standar waktu bersinyal transportasi publik menurut prioritas perencanaan.

3. Simulasi Transportasi Publik
 - a. Model pejalan kaki di lingkungan multimodal
 - b. Perencanaan evakuasi dari bangunan dan acara khusus
4. *Motorway* Simulasi
 - a. Simulasi manajemen lalu lintas aktif dan sistem transportasi cerdas
 - b. Uji dan menganalisis strategi zona kerja

2.14.1 Fitur-Fitur pada Software PTV Vissim



Gambar 13. Tampilan Software Vissim

Fitur – fitur yang terdapat dalam *Vissim* adalah sebagai berikut :

1. Studi fisibilitas dan analisis dampak lalu lintas.
2. Evaluasi dan optimasi suatu operasi lalu lintas (koordinat dan sinyal lalu lintas secara aktual).
3. Analisis operasional dan kapasitas pada suatu situasi kompleks (seperti pada terminal dan stasiun).
4. Perbandingan sederhana dari desain alternatif rambu, marka, maupun peralatan pengendali simpang.

5. Alur perjalanan pejalan kaki di jalan dan gedung.
6. Evaluasi dan pengaturan sesuai standar menggunakan aplikasi VAP dengan kontrol sinyal seperti standar SCATS, SCOOT, dan lain – lain.

Terdapat dua bagian dalam sebuah paket *software Vissim*, yaitu :

- a. Simulasi lalu lintas secara mikroskopis.
- b. Generator pengaturan sinyal.

2.14.2 Simulasi Perilaku Berkendara

Dalam program simulasi permodelan dengan *Vissim*, model dari perilaku berkendara adalah inti dari sebuah simulasi lalu lintas. Pergerakan model kendaraan adalah elemen kunci untuk disimulasikan dan dipraktikkan secara dinamis dalam kondisi real. Dalam *Vissim* terdapat tiga model perilaku berkendara :

1. *Following Model*

Model ini diimplementasikan di simulasi *Vissim* dan bisa disesuaikan dengan para meter pada kondisi lokal pengguna *software* ini masing – masing. model ini dideskripsikan menjadi empat bagian yaitu :

1. *Free Driving* (Bebas Berkendara)

Pengendara disimulasikan berkendara dengan kecepatan yang bebas seolah-olah tidak ada halangan yang berada pada jalurnya. Objek penghambat dapat ditambahkan, seperti fase pada APILL, kendaraan yang berjalan pelan, atau kondisi dimana ada kendaraan yang akan berganti lajur.

2. *Approaching* (Mendekat)

Model ini mensimulasikan pengendara sadar akan kendaraan yang lambat di depannya, kemudian pengendara mengerem sehingga memberikan jarak antara (*gap*).

3. *Breaking* (Mengerem)

Apabila kendaraan di depannya mengurangi kecepatan secara mendadak, maka kendaraan yang ada di belakangnya juga akan melakukan hal yang sama.

4. *Following* (Mengikuti)

Pada model ini pengendara berusaha untuk menjaga jarak antara kendaraan dengan kendaraan depannya dan bersifat mengikuti kendaraan yang ada didepannya.

2. *Lane Changing*

Lane changing terbagi menjadi dua tipe yaitu :

1. *Free Lane Changing*

Ketika pengemudi menginginkan kecepatan yang tinggi dibandingkan dengan kendaraan yang ada didepannya maka kendaraan tersebut akan menyalip/mendahului. Namun dibutuhkan konsentrasi khusus agar memastikan kendaraan pada lajur lain tidak terganggu dengan kondisi menyalip ini.

2. *Necessary Lane Changing*

Terjadi ketika kendaraan membutuhkan untuk ganti lajur, dalam tujuan untuk mengikuti sebuah rute. Semakin dekat kendaraan dengan

titik kepuasan pergantian lajur, pengendara akan semakin agresif dan melakukan manuver, dan kendaraan lain harus kooperatif untuk memberikan kesempatan kendaraan yang berganti lajur.

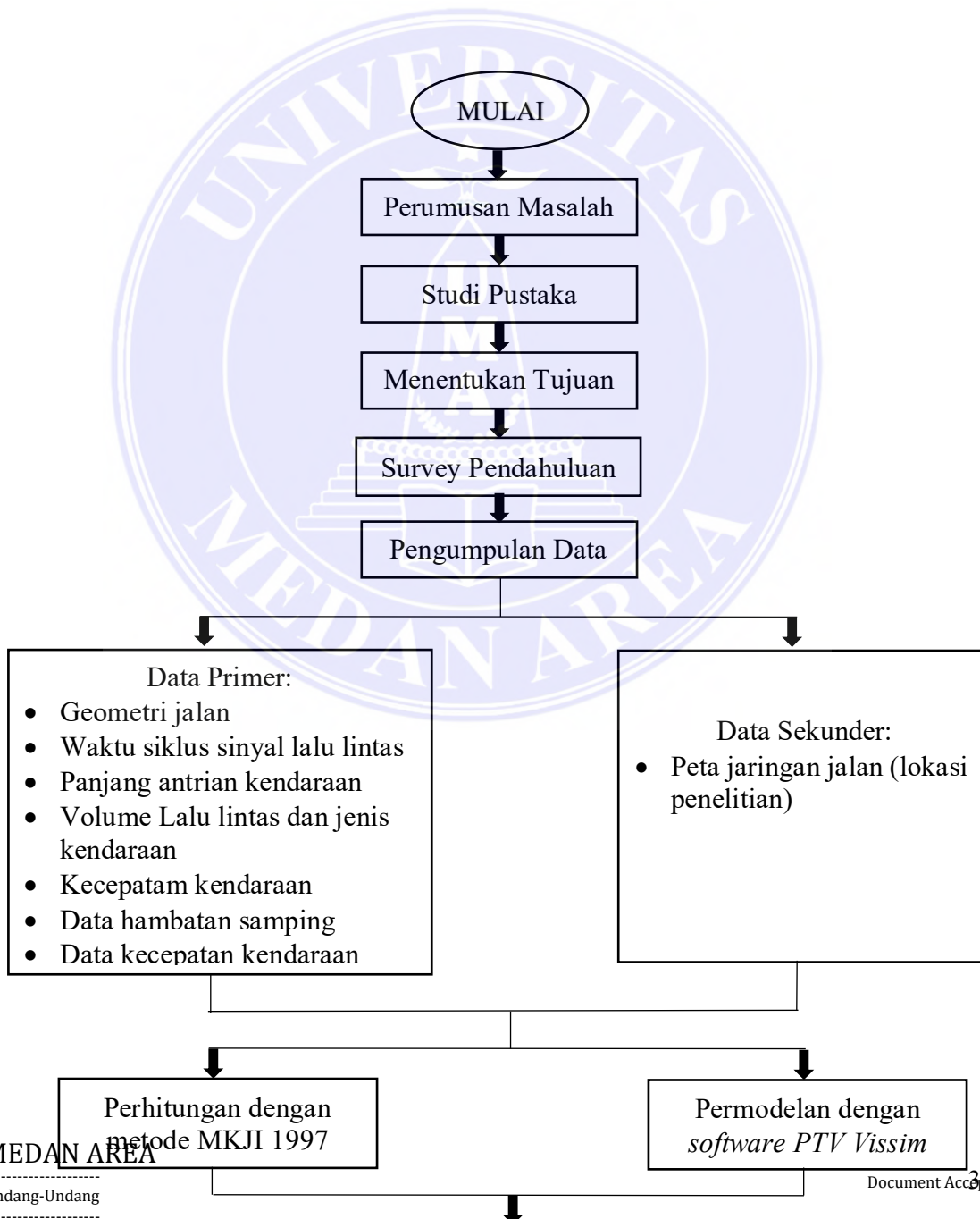


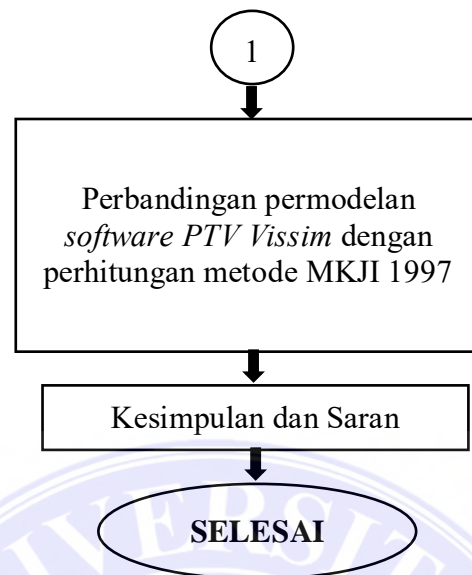
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Studi penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan penelitian yang tersaji dalam bagan alir berikut ini:





Gambar 14. Bagan Alir Penelitian

3.2 Studi Literatur

Penelitian ini diawali dengan melakukan pengumpulan bahan literatur dan data-data sekunder yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Program kerja yang akan dilakukan dalam menyelesaikan penelitian akan dijelaskan sebagai berikut:

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Kota Medan tepatnya di Simpang 4 (Empat) Aksara Medan di Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara. Simpang tersebut merupakan salah satu akses lalu lintas menuju pusat kota Medan. Kegiatan Pasar dan seringkali angkutan umum berhenti yang menggunakan ruas jalan sebagai tempat berhenti, tepatnya di Jalan Williem Iskandar menjadi salah satu faktor kemacetan.

Pada segmen ini dilakukan pencatatan volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, hambatan samping, serta pencatatan data-data yang berhubungan dengan kinerja persimpangan.



Gambar 15. Lokasi Survei Persimpangan jalan Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara (*Google Earth, 2022*)

3.4 Waktu Penelitian

Pengambilan data dilakukan pada jam sibuk selama dua hari dalam seminggu. Pelaksanaan pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali dalam satu hari, yaitu pada pagi hari pukul 07.00 – 08.30 WIB, siang hari pukul 13:00 – 14:30 WIB dan sore hari pukul 17.00 – 19.00 WIB.

3.5 Rencana Penelitian

3.5.1 Perancangan dan Pelaksanaan Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan dilakukan dengan mengambil data geometrik simpang yaitu lebar kaki simpang (W_A), lebar masuk (W_{ENTRY}), lebar keluar (W_{EXIT}), dan lebar lajur belok kiri langsung (W_{LTOR}).

3.5.2 Perancangan dan Pelaksanaan Survei Lapangan

Metode pengambilan data pada penelitian ini adalah secara survei langsung dilapangan. Pengambilan data di ambil pada jam-jam jam sibuk. Proses kebutuhan data terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah Kebutuhan pengumpulan data primer ini berupa kondisi geometrik, lingkungan, dan arus lalu lintas Data sekunder yang dibutuhkan berupa sebuah peta jaringan jalan sesuai dengan lokasi penelitian.

3.5.3 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara menghitung jumlah kendaraan yang berhenti pada simpang yang akan diteliti dengan menggunakan alat *manual hand tally counter*. Data yang telah diperoleh selanjutnya dicatat dalam format pengumpulan data yang telah dibuat agar mudah untuk mengetahui data yang diperlukan untuk penelitian tersebut.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini terbagi atas dua jenis:

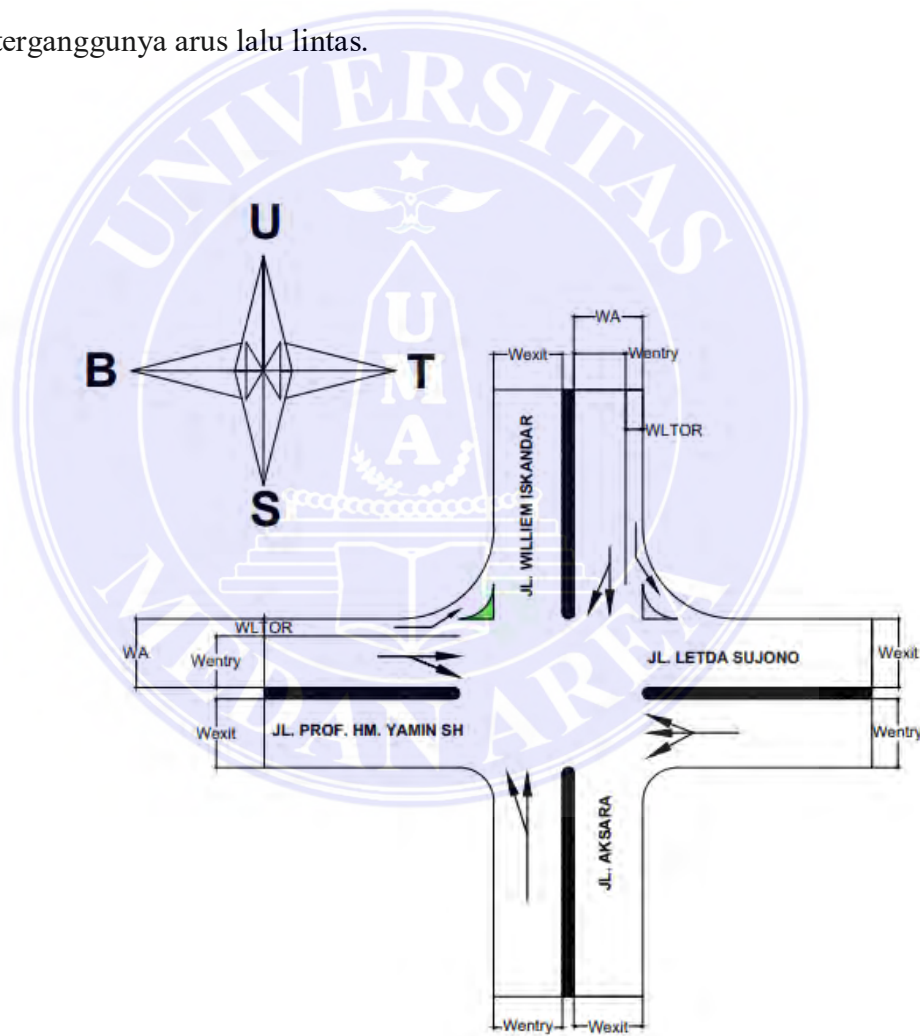
Data Primer

Data primer antara lain didapat melalui pengumpulan data yang dilakukan adalah teknik observasi yaitu suatu cara pengumpulan data melalui pengamatan dan pencatatan segala yang tampak pada objek penelitian yang pelaksanaannya dapat dilakukan secara langsung pada tempat yang akan diteliti. Adapun alat yang digunakan dalam pengamatan ini adalah peralatan manual dengan menggunakan alat *manual hand tally counter*, untuk yang

paling sederhana yaitu dengan mencatat lembar formulir survei. Data yang dikumpulkan antara lain:

a. Data Geometrik Persimpangan

Geometrik simpang yang dibutuhkan sebagai data masukan yakni lebar jalan, jumlah lajur, lebar efektif jalan dan lebar per lajur. Pelaksanaan pengukuran dilakukan saat lalu lintas sepi yaitu pada waktu dini hari, untuk menghindari terganggunya arus lalu lintas.



Gambar 16. Geometri persimpangan lokasi penelitian

Tabel 4. Kondisi Geometrik Simpang empat Aksara

| Pendekat | Utara | Timur | Selatan | Barat |
|---|--------|--------|---------|--------|
| Tipe Lingkungan | COM | COM | COM | COM |
| Hambatan Samping | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang |
| Median | Ada | Ada | Ada | Ada |
| Lebar Median (m) | 1,6 | 1,1 | 1,1 | 1,6 |
| Belok Kiri Jalan Terus | Ada | - | - | Ada |
| Lebar Pendekat (W_A) (m) | 14,25 | 6,5 | 7 | 8,5 |
| Lebar Pendekat Masuk (W_{entry}) (m) | 7,5 | 6,5 | 7 | 6 |
| Lebar Pendekat LTOR (m) | 6,75 | - | - | 2,5 |
| Lebar Pendekat Keluar (W_{exit}) (m) | 10,2 | 6,5 | 7 | 6 |

b. Data Waktu Siklus

Dengan menggunakan *stopwatch*, lamanya sinyal dicatat dengan pertama sekali melakukan waktu merah, hijau dan kuning. Pengambilan data siklus lampu lalu lintas dilakukan sebanyak tiga kali berturut-turut dalam waktu

yang berbeda. Dalam hal ini dilakukan pada saat pagi, siang dan sore tujuannya untuk mengetahui apakah ada perubahan lama waktu sinyal pada waktu tertentu.

c. Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan diperlukan untuk kebutuhan analisis pemodelan menggunakan software *PTV vissim 9.0* metode pengambilan data kecepatan kendaraan menggunakan cara manual dengan menentukan titik awal penentuan kendaraan yang akan diteliti dengan jarak 50 meter sampai kendaraan berhenti pada saat lampu merah. Pengambilan data kecepatan kendaraan hanya menggunakan beberapa sample kendaraan yaitu kendaraan berat (HV), kendaraan ringan (LV), dan sepeda motor (MC).

d. Panjang Antrian

Data panjang antrian di lapangan dibutuhkan sebagai data perbandingan panjang antrian pada kedua metode analisis dengan panjang antrian pada kondisi kenyataan. Pengambilan data panjang antrian kendaraan dilakukan selama lampu merah menyala sampai lampu merah selesai. Panjang antrian diukur dari garis penyebrangan (*zebracross*) sampai kendaraan yang terakhir datang selama lampu merah menyala dengan menggunakan meteran.

e. Volume Lalu Lintas

Survei yang dilakukan pada penelitian ini adalah volume terklasifikasi dengan metode *manual traffic counts*. Pelaksanaan survei dilakukan dengan menempatkan surveior pada suatu titik tetap di tepi jalan, sehingga dapat dengan jelas mengamati kendaraan yang lewat pada titik yang ditentukan.

Pelaksanaan pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali dalam satu hari, yaitu pada pagi hari pukul 07.00 – 08.30 WIB, siang hari pukul 13:00 – 14:30 WIB dan sore hari pukul 17.00 – 19.00 WIB.

Adapun klasifikasi kendaraan dibagi menjadi 6 bagian yaitu :

1. Kelas 1 : Sepeda motor, sekuter, becak mesin;
2. Kelas 2 : Sedan, jeep, station wagon;
3. Kelas 3 : Pick up;
4. Kelas 4 : Mikro bis, mobil hantaran;
5. Kelas 5 : Truck 2 as;
6. Kelas 6 : Kendaraan tak bermotor.

Adapun klasifikasi diatas dipersempit lagi untuk memudahkan didalam perhitungan dengan metode (MKJI, 1997) yaitu :

1. Kendaraan berat (HV) : Kelas 5;
2. Kendaraan ringan (LV) : Kelas 2, 3, 4;
3. Sepeda Motor (MC) : Kelas 1.

1. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari beberapa instansi terkait dan dari beberapa penelitian tentang ruas jalan yang diteliti sebelumnya.

3.3.4 Analisa Data

Data-data yang terkumpul kemudian di analisa untuk mendapatkan performa dari persimpangan jalan dalam melayani lalu lintas yang ada, meliputi :

a. Kapasitas (C)

Kapasitas merupakan kemampuan dimana simpang dapat menampung arus lalu lintas maksimum persatuan waktu dinyatakan dalam smp/jam.

b. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan menunjukkan perbandingan kemampuan persimpangan dalam melayani lalu lintas terhadap kebutuhan lalu lintas yang ada.

c. Panjang Antrian

Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat. Dari nilai derajat jenuh dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ_1) yang merupakan sisa dari fase hijau terdahulu.

d. Angka Henti (NS)

Angka henti kendaraan merupakan jumlah berapa kali kendaraan berhenti di persimpangan.

e. Tundaan

Tundaan merupakan indikator utama kinerja simpang secara keseluruhan.

3.6 Pelaksanaan Survei Lalu Lintas

3.6.1 Perhitungan Arus Lalu Lintas

Formulir data yang dibuat akan berisi hal sebagai berikut: arah pergerakan kendaraan berdasarkan asal tujuan yang meliputi belok ke kanan, belok ke kiri, lurus, dan berdasarkan jenis kendaraan. Perhitungan tiap jenis kendaraan selama periode

pengamatan dalam interval 15 menit serta volume tersebar dihitung 4x15 menit selama periode pagi dan sore.

3.6.2 Klasifikasi Jenis Kendaraan

Jenis kendaraan yang diamati disesuaikan dengan metode perhitungan MKJI 1997. Kendaraan dikelompokkan dalam empat kategori, yaitu:

1. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle/LV*),
2. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle/HV*),
3. Sepeda Motor (*Motorcycle*),
4. Kendaraan Tak Bermotor (*UnMotorized/UM*)

3.6.1 Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan untuk mendapatkan data survei lalu lintas adalah sebagai berikut :

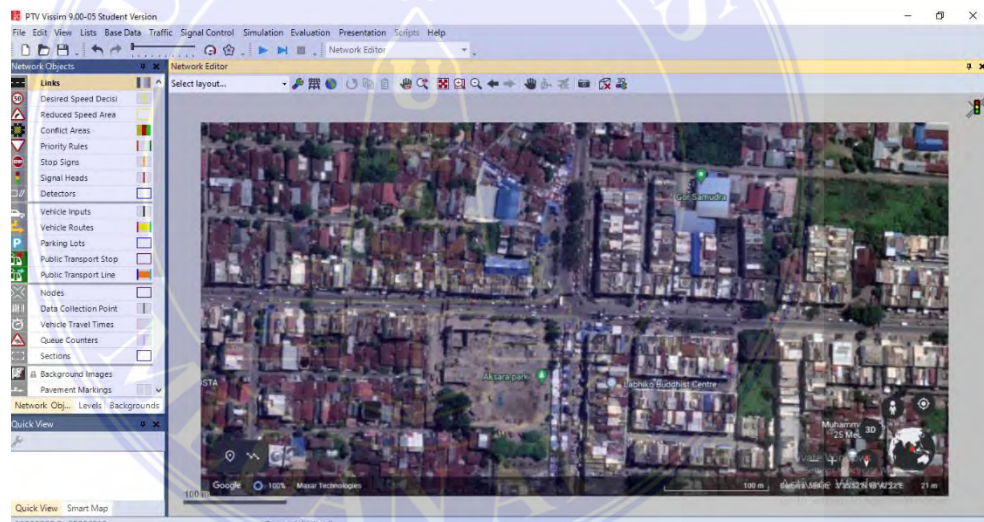
1. Kamera, digunakan untuk merekam dan mengambil gambar arus lalu lintas yang terjadi pada masing-masing lengan simpang.
2. *manual hand tally counter*, digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang berhenti di simpang pada saat lampu lalu lintas berhenti.
3. Alat ukur panjang atau meteran, digunakan untuk mendapatkan data geometik simpang dan untuk mengukur panjang antrian di lapangan.
4. *Stopwatch*, digunakan untuk menghitung waktu siklus persimpangan pada kondisi *existing*.
5. Alat tulis dan formulir data, digunakan untuk mencatat data yang akan diperoleh.

3.7 Permodelan dengan Software PVT VISSIM

Pemodelan simulasi yang dilakukan melalui *software VISSIM student version* membutuhkan data-data input seperti data geometrik, data arus lalu lintas jam puncak, kecepatan kendaraan dan peta satelit lokasi penelitian. Hasil output yang dihasilkan berupa suatu kinerja atau operasional simpang. Berikut beberapa tahapan-tahapan pokok yang diringkas dalam pemodelan *VISSIM* :

1. Peta Jaringan Jalan (*Input Background*)

Memasukan gambar peta jaringan sesuai dengan lokasi penelitian pada pemodelan yaitu simpang aksara Kota Medan.



Gambar 17. Tampilan Peta Jaringan Jalan Pada Lokasi Penelitian (*PTV Vissim 9.0, 2022*)

2. Jaringan Jalan (*Link and Connector*)

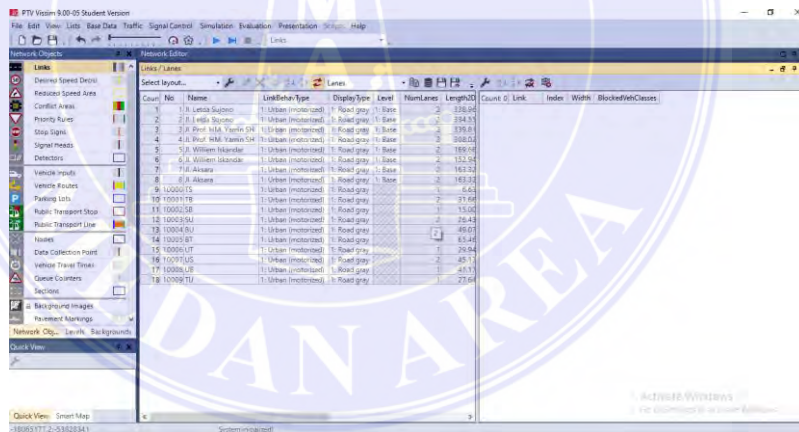
Membuat jaringan jalan yaitu *link* dan *connector* jalan sesuai dengan keadaan dilapangan.



Gambar 18. Jaringan Jalan (PTV Vissim 9.0, 2022)

3. Rute perjalanan (Vehicle Routes)

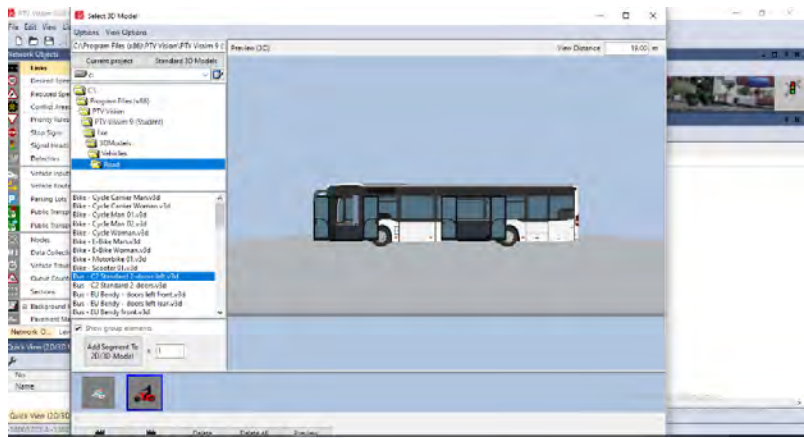
Membuat rute perjalanan dengan arus pergerakan kendaraan atau lalu lintas yang akan lewat berasal dari utara, timur, selatan dan barat.



Gambar 19. Rute Perjalanan (PTV Vissim 9.0, 2022)

4. Jenis Kendaraan (2D/3D Models)

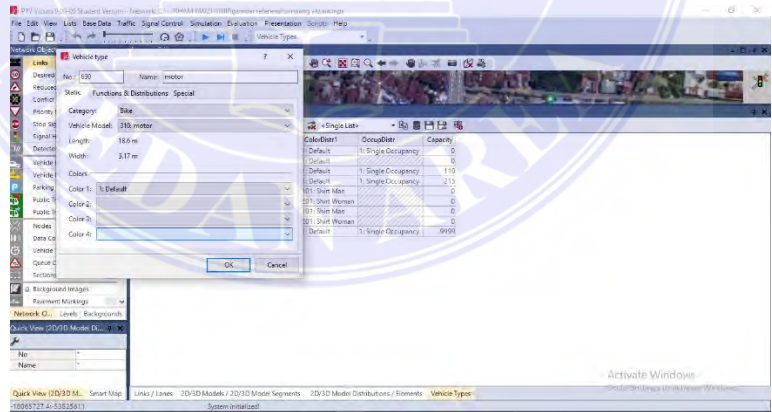
Memasukan jenis kendaraan ke dalam program VISSIM di sesuaikan dengan jenis masing-masing berdasarkan hasil pengambilan data survei lapangan kemudian di kelompokkan sesuai jenisnya.



Gambar 20. Memasukkan jenis kendaraan (PTV Vissim 9.0, 2022)

5. Tipe kendaraan (*Vehicle Types*)

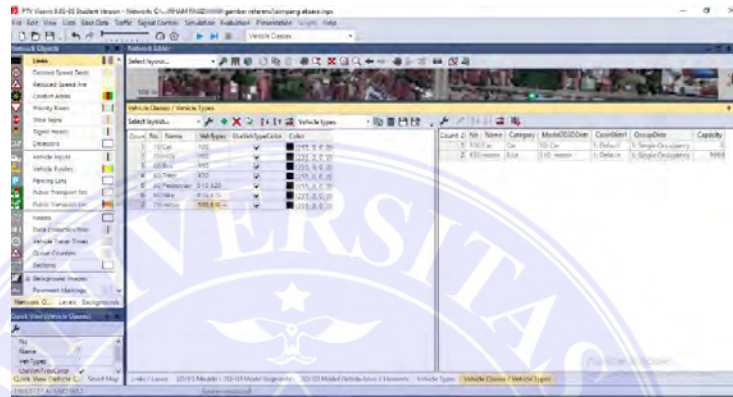
Pada pengisian *Vehicle Types* disesuaikan dengan yang sudah ditentukan. Beberapa parameter yang terdapat pada menu ini yaitu: kategori kendaraan, *vehicle 12 models, color, acceleration/deceleration, capacity, occupancy* dan lainnya.



Gambar 21. *Vehicle Types* (PTV Vissim 9.0, 2022)

6. Kelas kendaraan (*Vehicle Classes*)

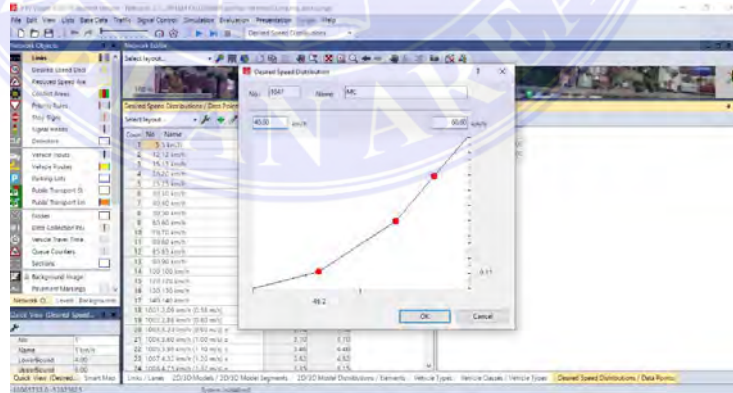
Setelah menggabungkan kendaraan berdasarkan karakteristik mengemudi teknis serupa berdasarkan jenis kendaraan (*vehicle types*), kemudian diklarifikasikan jenis kendaraan.



Gambar 22. *Vehicle Classes* (PTV Vissim 9.0, 2022)

7. Data kecepatan kendaraan (*Desired Speed Distribution*)

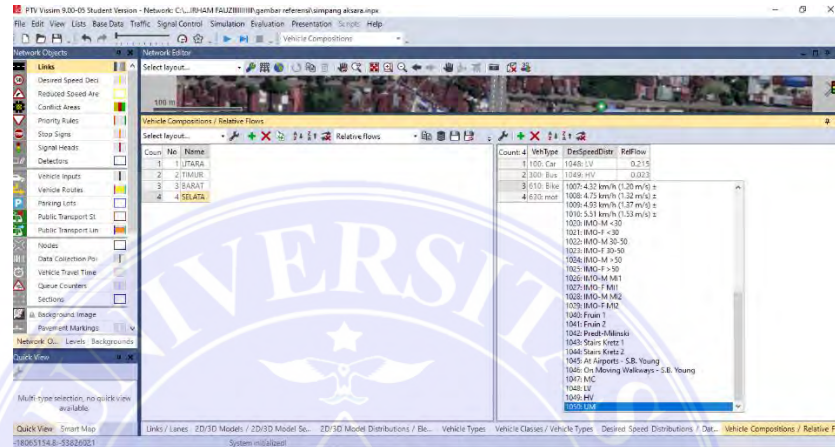
Data dari hasil survei kecepatan kendaraan di *input* ke dalam *Desired Speed Distribution*.



Gambar 23. Distribusi kecepatan (PTV Vissim 9.0, 2022)

8. Komposisi kendaraan (*Vehicle Compositions*)

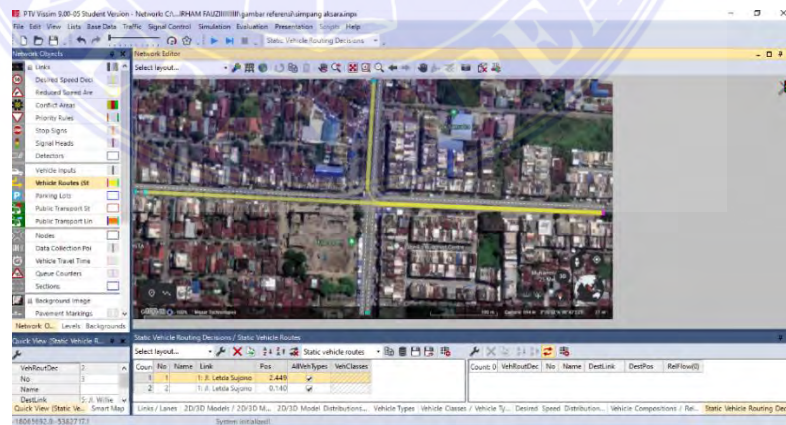
Tipe kendaraan, data kecepatan dan rasio belok di input ke dalam *Vehicle Compositions*.



Gambar 24. Komposisi kendaraan (*PTV Vissim 9.0, 2022*)

9. Memasukan rute kendaraan (*Vehicle rute*)

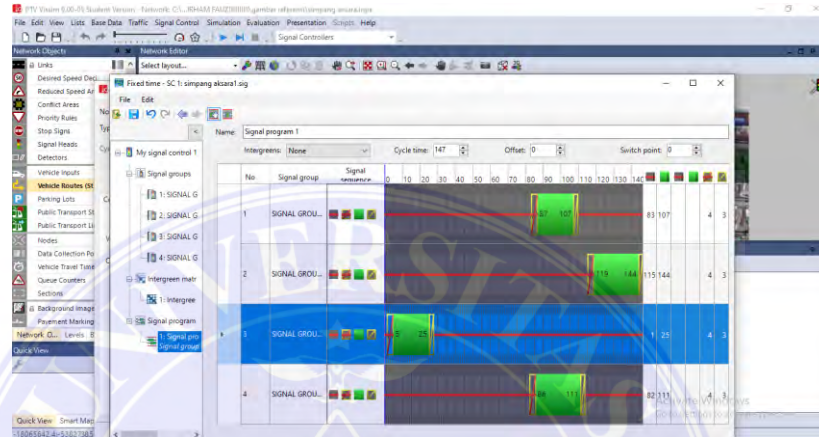
Pada setiap lengan dari volume kendaraan memasukkan data rute kendaraan pada jam sibuk yang sudah di dapatkan berdasarkan hasil survei.



Gambar 25. Rute kendaraan (*PTV Vissim 9.0, 2022*)

10. Pengaturan waktu siklus (*Signal Controllers*)

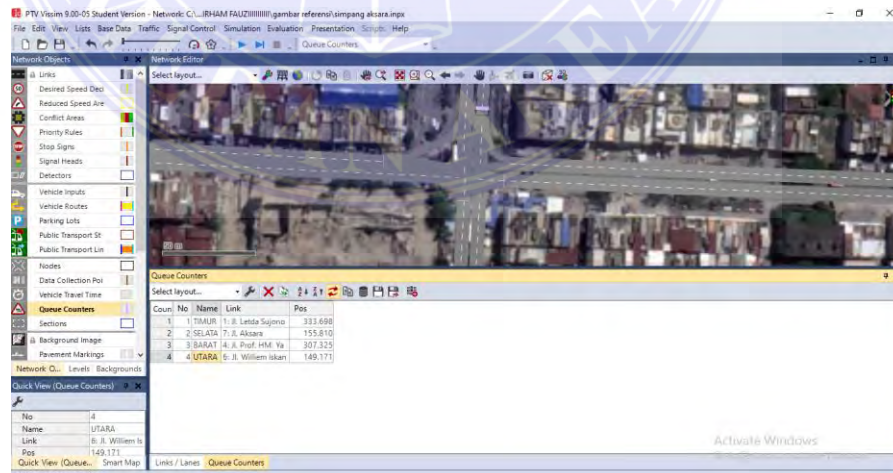
Memasukan data waktu siklus seperti waktu hijau, kuning dan merah pada kondisi eksisting.



Gambar 26. Waktu siklus (*PTV Vissim 9.0, 2022*)

11. Menghitung antrian kendaraan (*Queue Counters*)

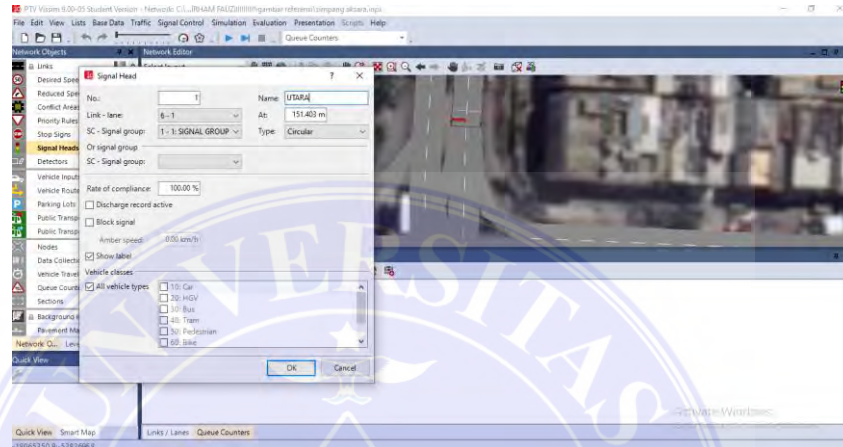
Pada setiap ujung simpang diberikan tanda berhenti kendaraan agar pada saat APPIL dihidupkan kendaraan berhenti tepat di garis yang sudah dibuat.



Gambar 27. Antrian kendaraan (*PTV Vissim 9.0, 2022*)

12. Memasukkan lampu lalu lintas/APPIL pada jalan (*Signal Heads*)

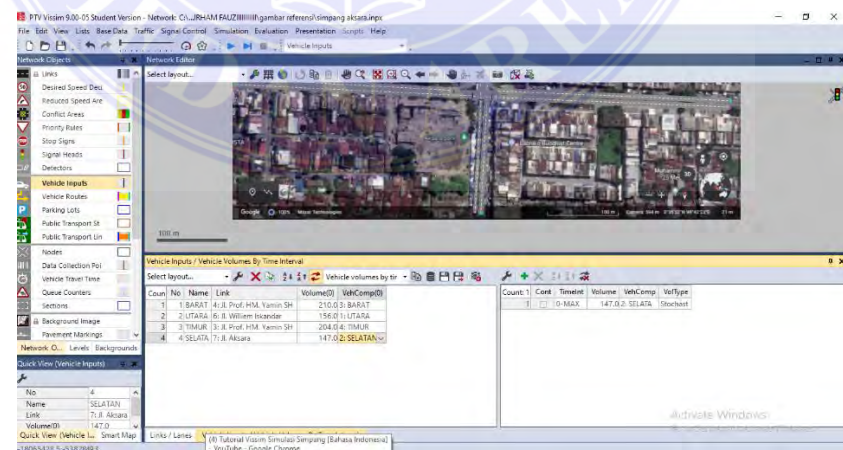
Pada setiap lengan simpang diberikan lampu lintas/APPIL dengan arah utara, selatan, barat, dan timur.



Gambar 28. Lampu APPIL (*PTV Vissim 9.0, 2022*)

13. Memasukkan volume lalu lintas (*Vehicle Input*)

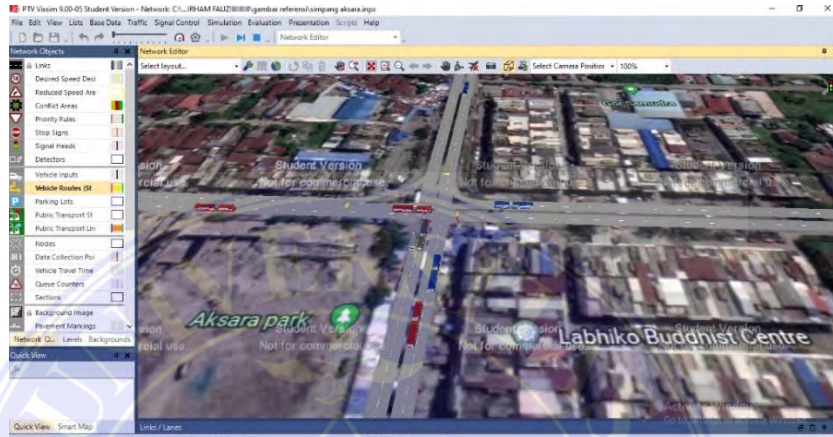
Pada setiap lengan dari volume jam puncak yang sudah di dapatkan berdasarkan hasil survei.



Gambar 29. Memasukkan nilai volume kendaraan (*PTV Vissim 9.0, 2022*)

14. Menjalankan proses analisis (*Simulations*)

Setelah semua keperluan data untuk di input sudah selesai maka dijalankan proses simulasi sebagai berikut.



Gambar 30. Proses simulasi (*PTV Vissim 9.0, 2022*)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil evaluasi kinerja simpang empat bersinyal Jalan Williem Iskandar, Jalan Letda Sujono, Jalan Prof. HM. Yamin Sh dan Jalan Aksara.. Dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis kinerja simpang melalui pemodelan *PTV VISSIM* pada kondisi eksisting menunjukkan tingkat pelayanan (*LOS_D*), sedangkan untuk hasil analisis kinerja simpang dengan metode MKJI 1997 di dapat rata-rata tingkat pelayanan (*LOS_E*) dan panjang antrian rata-rata (QL) 70,7 m.
2. Dari hasil data volume lalu lintas tersebut dapat dilihat arus lalu lintas terbesar pada saat jam sibuk pagi terjadi pada pendekat arah utara sebesar 1130 smp dan untuk arus lalu lintas pada saat jam siang terjadi pada pendekat arah utara sebesar 559 smp, sedangkan untuk arus lalu lintas pada jam sibuk sore terjadi pada pendekat arah utara sebesar 1272 smp. Kecepatan kendaraan rata-rata kendaraan ringan (LV) sebesar 36,5 km/jam, kendaraan berat (HV) 26,25 km/jam dan sepeda motor memiliki kecepatan rata-rata 40 km/jam. Panjang Antrian rata-rata pada saat survei dilapangan yaitu 104,6 meter dari arah pendekat utara, 74,8 untuk arah pendekat selatan 89,5 arah pendeket timur dan 93,4 untuk arah pendekat barat, sedangkan dalam proses perhitungan dengan menggunakan metode MKJI 1997 di dapat panjang antrian dari arah pendekat utara sebesar 96 meter, arah selatan 59 meter, arah timur sebesar 89 meter dan

dari arah pendekat barat sebesar 71 meter. Dan dari permodelan menggunakan *software Vissim 9.0* didapat nilai panjang antrian rata-rata dari arah pendekat utara yaitu 215,799 meter, arah pendekat selatan 254,551 meter arah pendekat timur 131,836 dan arah pendekat barat sebesar 232,408 meter. Hasil tundaan rata-rata dengan menggunakan metode MKJI 1997 adalah 41,7 detik untuk pendekat utara, 36,3 detik untuk pendekat Selatan, 45,5 detik untuk pendekat timur, dan 48,6 detik untuk pendekat barat. Sedangkan untuk tundaan rata-rata dengan menggunakan *Software VISSIM 9.0* adalah 41 detik untuk pendekat utara, 27 detik untuk pendekat Selatan 32 detik untuk pendekat timur, dan 29 detik untuk pendekat arah barat.

3. Dapat dilihat besarnya nilai $DS > 0,85$ pada jalan Williem Iskandar dan Jalan HM Yamin pada jam sibuk sore, di simpulkan bahwa kapasitas simpang tersebut cukup kecil dari pada arus lalu lintas yang ditampung, sehingga mengakibatkan nilai derajat kejenuhan cukup tinggi dan berakibat penumpukan/tundaan yang tinggi pula oleh karnanyaperlu adanya peningkatan kinerja simpang agar meminimalisir kemacetan diwaktu jam-jam sibuk.

5.2 Saran

4. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan *Software PTV VISSIM full version* atau berlisensi, supaya nilai yang dihasilkan lebih baik dan lebih akurat dari *Software PTV VISSIM student version* agar memudahkan daam penelitian.
5. Evaluasi sangatlah penting terutama dari pihak instansi pemerintah dalam meningkatkan kinerja lalu lintas, terkait kondisi simpang empat Aksara kota Medan dikarenakan pada jam-jam sibuk terjadi tundaan yang cukup besar.
6. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan peraturan yang lebih baru selain Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 mengingat peraturan harus menyesuaikan dengan kondisi dan teknologi pada saat ini dan perlunya pembaharuan.
7. Penelitian dapat dilanjutkan dan dikembangkan dengan mempertimbangkan adanya pengaruh hambatan samping dari arah sekitar jalan Letda Sudjono dan dari arah jalan Aksara, misalnya dengan memperhitungkan adanya penyempitan jalan akibat angkot yang berhenti di bahu jalan dan ababila hujan dari arah jalan Letda Sudjono sering tergenang air yang cukup dalam yang dapat menyulitkan kendaraan sepeda motor yang mengakibatkan penumpukan dijalan tersebut sehingga dapat memberi solusi atas kepadatan lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu, S. (2000). *Manajemen Transportasi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Bimaputra, A., Bemby, W.G.W., Wahyudi, K., Wicaksono, Y.I., (2017), *Analisis Kinerja dan Ruas Jalan di Kawasan Pahlawan*, Kota Bandung.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta, Indonesia.
- Gundayaini, Y. (2013). *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Akibat Penerapan 4 In 1 (Simpang Surya Sumantri-Dr Djunjunan)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Haas, C., & Klutz, J. (1992). *PTV GRUP : PTV VISSIM*. Karlsruhe, Germany.
- Muhammad, R. (2018). *Analisa Pengaruh Pasar Tradisional Terhadap Kinerja Persimpangan Jalan Williem Iskandar-Jalan AR Hakim*. Medan: Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara.
- Munawar, A. (2006). *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. NA: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Narimawati, U. (2008). *Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif: Teori dan Aplikasi*. Agung Media. Bandung.
- Nindita, F. A. (2020). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus : Simpang Ngabean Yogyakarta)*. Yogyakarta: Universitas Adma Jaya .
- Peraturan Menteri Nomor 96. (2005). *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Peraturan Menteri Perhubungan. (2014). *Spesifikasi Teknis rambu Lalu Lintas*. Jakarta: Peraturan Menteri Republik Indonesia.
- Prima J., R., Tsaqif , I. N., & Dika, P. (2019). *Aplikasi PErmodelan Lalu Lintas: PVT VISSIM 9.0, Modelling Basic Using Traffic Flow Simulation*. Yogyakarta.
- Rahman, A., (2016). *Perencanaan Simpang Empat Bersinyal Pasar Lemabang Kota Palembang Dengan Program Simulasi Vissim*. Kota Palembang.

- Risdianto. (2014). *Rekayasa Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi* . Yogyakarta.
- Soedirdjo, & Titi Liliani. (2002). *Rekayasa lalu Lintas* . Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Depdiknas.
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- Undang-Undang Nomor 22. (2009). *Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta.

