

**ANALISA KONFLIK ARUS LALU LINTAS
DI PERSIMPANGAN TANPA SINYAL
PADA JAM PUNCAK**

(Study Kasus Jl. Pertempuran Helvetia By Pass - Jl. Veteran Helvetia Medan)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Ujian Sarjana

Oleh :

**Syahrul H. Sihaloho
05. 811. 0007**



**PROGRAM STUDY TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2009**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

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)29/12/23

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KONFLIK ARUS LALU LINTAS DI PERSIMPANGAN TANPA SIGNAL PADA JAM PUNCAK

(Studi Kasus : Jl. Pertempuran Helvetia By Pass – Jl. Veteran Helvetia Medan)

TUGAS AKHIR

SYAHRUL H. SIHALOHO

05 811 0007



Disetujui

Pembimbing I

(Ir. Rio Ritha Sembiring)

Pembimbing II

(Ir. Melloukey Ardan, MT)

Dekan
Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

(Ir. Hj. Haniza AS, MT)

Diketahui

Ketua Jurusan
Program Studi Sipil
Fakultas Teknik UMA

(Ir. H. Edy Hermanto, MT)

Tanggal Lulus : 21 Januari 2010

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

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)29/12/23

ABSTRAK

Volume lalu lintas Kota Medan mengalami peningkatan setiap tahunnya yang diakibatkan bertambahnya jumlah kepemilikan kendaraan. Kemacetan pada persimpangan Jl. Pertempuran - Jl. Veteran merupakan salah satu dampak dari pertumbuhan lalu lintas yang cukup tinggi dan belum berfungsinya sistem lalu lintas secara baik. Dengan memperhatikan kondisi geometri jalan, volume arus lalu lintas, hambatan samping dan lingkungan simpang yang merupakan daerah komersil, maka dicoba untuk mengatasi dengan analisa simpang baik dengan menggunakan analisa simpang tak bersinyal maupun simpang bersinyal.

Cara penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan survey di lapangan untuk mendapatkan data primer maupun data sekunder yang kemudian akan diolah dengan menggunakan analisis simpang. Perencanaan menggunakan acuan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 untuk mengolah data lalu lintas. Data lalu lintas diperoleh dari pencacahan jumlah kendaraan di lapangan yang dilakukan selama 3 hari (31 Agustus, 01 dan 02 September 2009) pada jam-jam sibuk/puncak dan disajikan dalam bentuk tabel data kendaraan dan kemudian perilaku lalu lintas simpang dapat dianalisis. Untuk simpang tak bersinyal dipakai USIG-1 dan USIG-2.

Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa simpang Jl. Pertempuran memiliki nilai Derajat Kejenuhan (ds) = 0,9556. Nilai ini jauh dari nilai derajat kejenuhan yang disarankan oleh MKJI 1997 untuk simpang tak bersinyal yaitu $ds = 0,85$. Adapun rekayasa geometri yang telah dilakukan sebagai alternatif belum dapat mencapai nilai derajat kejenuhan yang diinginkan yaitu sesuai dengan yang disarankan oleh MKJI 1997. Berdasarkan hasil analisis dan berbagai alternatif yang disajikan belum mendapatkan hasil yang optimal, maka untuk simpang tersebut harus dilakukan pemasangan lampu lalu lintas yang merupakan alternatif terbaik dalam memecahkan masalah kapasitas simpang pada persimpangan Jl. Pertempuran – Jl. Veteran Helvetia Medan.

Kata-kata kunci : Simpang tak bersinyal, Simpang bersinyal, MKJI 1997.

ABSTRACT

Volume lalulintas Kota Medan experiences of improvement [of] every its year that resulted bertambahnya amount of vehicle ownership. Jam at intersection Street of Pertempuran pin-cushion was Street of Veteran is one of impact was from growth high enough lalulintas and have not yet berfungsinya system lalulintas well. With concerned about condition of street geometry, current volume lalulintas, resistance from other side and branch environment that is commercial area, then tried to overcome by branch analysis either by using branch analysis not or branch.

Research Way taken [is] by undertaking survey at the site to get primary data and also data be next sekunder will be processed by using branch analysis. Planning uses reference Highway Capacity Manual Project 1997 (HCM)/Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 to process data lalulintas. Data lalulintas is obtained/got from pencacahan vehicle amount at the site that conducted for 3 day (31 Augusts, 01 and 02 septembers 2009) at the rushhour/top and presented in the form of tables of vehicle data and later, behavior lalulintas branch can be analysed. To digress not used USIG-1 and USIG-2.

From analysis result can be concluded that branch Street of Pertempuran have value Saturation Degree (SD) = 0,9556. This value far from assesses saturation degree that suggested by Highway Capacity Manual Project 1997 (HCM)/MKJI 1997 to digress not that is ds =0,85. As for geometry engineering that has been conducted alternatively have not yet can reach desired value of saturation degree that is matching with the one which suggested olen MKJI 1997. Base analysis result and various of alternatives that presented have not yet got optimal result, then to digress referred [as] must be done tidal light lalulintas that is best alternative in solving problem of branch capacities at intersection Street of Pertempuran – Street of Veteran Helvetia Medan.

Key Words : Branch not, Branch, MKJI 1997.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT atas rahmat, hidayah dan karunia-Nya, Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan dengan baik. Adapun Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Dalam tugas ini penulis mengetengahkan judul “**Analisa Konflik Arus Lalu Lintas di Persimpangan Tanpa Sinyal Pada Jam Puncak** . (Studi Kasus Pada Simpang Jl. Pertempuran Helvetia By Pass-Jl. Veteran Helvetia Medan)

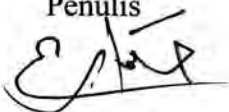
Selama menyelesaikan tugas akhir ini saya banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Yayasan Pendidikan Haji Agus Salim Universitas Medan Area.
2. Bapak Prof. Dr. A. Ya'kub Matondang. MA, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Hj. Haniza AS, MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
4. Bapak Ir.H. Edy Hermanto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil
5. Ibu Ir. Rio Ritha Sembiring, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan, saran, dan membimbing penulis selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ir. Melloukey Ardan, MT, Sebagai Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan saran, bimbingan agar Tugas Akhir ini menjadi baik serta memotivasi penulis agar cepat menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh dosen Fakultas Teknik Khususnya Dosen Teknik Sipil Universitas Medan Area yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama kuliah dan kepada seluruh staf Fakultas Teknik, terima kasih atas segala bantuannya kepada penulis.

8. Abang, kakak dan Adik Penulis, Jonson Sihaloho, SHI dan Isteri, Juskandri Sihaloho, Rita Haloho (Kak Andi) dan Suami, dan Mesriana Haloho dan Suami serta Sartika Haloho, S. Sos yang selalu memberikan motivasi dan Doa untuk kesuksesan penulis dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Keponakan Penulis Andi, Rafi, Adi, Maria, Yudi, Rahma, Listari dan Aldi.
10. Tante Juliati Habeahan, Tulang A. Indah Habeahan, Tulang A. Ramayanti Habeahan, Uda A. Ati Sihaloho, Uda A. Dina Sihaloho.
11. Nenek dan Kakek/Oppung, Alm. Op. Bendri Habeahan (Laki-laki dan Perempuan), Alm. Op. Jonson Sihaloho (Laki) dan Op. Jonson Haloho (Perempuan) yang telah mendidik dan membesarkan penulis sewaktu Sekolah Dasar.
12. Senior dan Teman-teman Penulis di Kampus, Hendra, Kak Ifda, Rampi, Gontar, Umar, Indra Fauji, Oji, Angga, Dwi W, K' Cun, Herianto, Mahmuddin, Wulan, Jho, Rajak, dan teman – teman Stambuk '05.
13. Pengurus IMS FT UMA, PEMA FT UMA, Pengurus HMI Komisariat UMA dan UKMI Ukhuwah UMA, PEMA Universitas Medan Area beserta Jajarannya yang telah berjuang bersama penulis.
14. Tersayang Nuzuliati, AmKeb yang telah banyak membantu penulis.
15. Khusus Kedua orang tuaku tersayang, Ayahanda L. B. Sihaloho dan K. Br Habeahan Terima kasih sampai akhir hayat karena telah merawat, melindungi, mengasihi, dan menyayangi, serta membimbing penulis selalu.

Penulis sadar akan kelemahan dan kekurangan yang ada dalam laporan ini. Penulis berharap kepada pembaca agar kiranya senantiasa memberikan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada teman – teman dan segenap pihak yang membantu terbentuknya Skripsi ini, semoga ini berguna bagi pembaca pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Penulis


(Syahrul H. Sihaloho)
NPM :05 811 0007



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. 1. Latar Belakang.....	1
1. 2. Maksud dan Tujuan.....	2
1. 3. Ruang Lingkup Permasalahan.....	3
1. 4. Pembatasan Masalah.....	3
1. 5 Flow Cart Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2. 1 Persimpangan Jalan.....	7
2. 1. 1. Pengertian Persimpangan Jalan.....	7
2. 1. 2. Jenis – jenis Persimpangan.....	8
2.1.2.1 Persimpangan Tanpa Pengendali.....	11
2.1.2.2 Persimpangan dengan Pengendali Ruang.....	12
2. 1.2.3 Persimpangan dengan Prioritas.....	13
2. 2. Metoda-metoda Persimpangan.....	14
2. 2. 1 Metode Persimpangan Bersinyal.....	15
2. 2. 2 Metode Persimpangan Tak Bersinyal.....	15
2. 2. 2. 1. Data Masukan.....	17
2. 2. 2. 2 Kapasitas.....	24
2. 2. 2. 3 Perilaku Lalu Lintas.....	34
2. 3. Jenis Konflik di Persimpangan.....	44
2. 3. 1. Jenis–Jenis Konflik di Persimpangan.....	45

2. 4 Perencanaan Persimpangan Bersinyal.....	53
2. 4. 1 Prinsip Dasar Pengendalian Persimpangan dengan Alat Pemberi Isyarat.....	53
2. 4. 2 Kriteria.....	53
2. 4. 3 Geometri, Pengaturan Lalu Lintas dan Kondisi Lingkungan.....	54
2. 4. 4 Lebar Pendekat dan Tipe Pendekat.....	54
2. 4. 4. 1 Lebar Pendekat.....	54
2. 4. 4. 2 Tipe Pendekat.....	54
2. 4. 5 Arus Lalu Lintas (Q).....	55
2. 4. 6 Arus Jenuh.....	55
2. 4. 6. 1 Arus Jenuh Dasar.....	56
2. 4. 6. 2 Rasio Arus Jenuh.....	56
2. 4. 6. 3 Rasio Arus Simpang.....	57
2. 4. 6. 4 Rasio Arus Fase.....	57
2. 4. 7 Penentuan Fase Sinyal dan Waktu Sinyal.....	57
2.4.7. 1 Penentuan Waktu Antara Hijau dan Waktu Hilang.....	57
2. 4. 7. 2 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian.....	58
2. 4. 7. 3 Waktu Hijau.....	59
2. 4. 7. 4 Waktu Siklus Penyesuaian.....	59
2. 5 Data Penelitian.....	60
2. 5. 1 Kondisi Geometrik.....	60
2. 5. 2 Kondisi Lingkungan.....	62
2. 5. 3 Volume Arus Lalu Lintas.....	64
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	67
3. 1. Lokasi Penelitian.....	67
3. 2. Survey Pendahuluan dan Pemilihan Lokasi.....	69
3. 2.1 Pengumpulan Data.....	69
3. 2.2 Alat Penelitian.....	72
3. 2.3 Analisa Data untuk Simpang Tak Bersinyal dengan MKJI 1997.....	73

3. 2.4 Menentukan Management Simpang dan Fase Sinyal...	73
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	74
4. 1. Analisis Persimpangan.....	74
4. 1. 1 Analisis Persimpangan Tak Bersinyal.....	74
A. Formulir USIG – I.....	74
B. Formulir USIG – II.....	76
B. 1 Kondisi Awal.....	76
B. 2 Alternatif 1: Pemasangan Rambu Larangan Berhenti.....	83
B.3 Alternatif 2 : Kombinasi Pelebaran Jalan Utama dan Pemasangan Rambu Larangan Berhenti.....	90
B. 4 Alternatif 3 : Pelebaran Jalan Utama, Pelebaran Jalan Minor dan Pemasangan Rambu Larangan Berhenti.....	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	104
5. 1. Kesimpulan.....	104
5. 2. Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA.....	106
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Nama	Halaman
Tabel 2.1	Nilai Normal Faktor k.....	22
Tabel 2.2	Nilai Normal Komposisi Lalu Lintas.....	22
Tabel 2.3	Nilai Normal Lalu Lintas Umum.....	22
Tabel 2.4	Kelas Ukuran Kota.....	23
Tabel 2.5	Tipe Lingkungan Jalan.....	23
Tabel 2.6	Bagan Alir Perhitungan Kapasitas.....	24
Tabel 2.7	Lebar Rata-rata Pendekat Minor dan Utama.....	27
Tabel 2.8	Kode Tipe Simpang.....	28
Tabel 2.9	Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang.....	28
Tabel 2.10	Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat	29
Tabel 2.11	Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama	30
Tabel 2.12	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	30
Tabel 2.13	Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Rasio Kendaraan Tak Bermotor.....	31
Tabel 2.14	Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor	33
Tabel 2.15	Data Lengan Simpang.....	61
Tabel 2.16	Penentuan Golongan Median	62
Tabel 2.17	Prosentase Kemiringan Jalan	62
Tabel 2.18	Volume Jam Puncak Simpang	66
Tabel 4.1	Hasil Pengolahan Data Pada Kondisi Awal.....	82
Tabel 4.2	Hasil Pengolahan Data Pada Kondisi Alternatif 1.....	88
Tabel 4.3	Hasil Pengolahan Data Pada Kondisi Alternatif 2.....	96
Tabel 4.4	Hasil Pengolahan Data Pada Kondisi Alternatif 3	102

DAFTAR GAMBAR

No.	Nama	Halaman
Gambar 1.1	Flow Chart Penelitian.....	6
Gambar 2.1	Persimpangan Bersinyal.....	10
Gambar 2.2	Bentuk Sinyal Waktu Tetap.....	11
Gambar 2.3	Persimpangan Dengan Prioritas.....	13
Gambar 2.4	Sketsa Data Masukan Geomtrik.....	17
Gambar 2.5	Contoh Sketsa Arus Lalu Lintas.....	18
Gambar B.1	Bagan Alir Perhitungan Kapasitas.....	24
Gambar 2.6	Lebar Rata-Rata Pendekat.....	27
Gambar 2.7	Penyesuaian Lebar Pendekat.....	29
Gambar 2.8	Grafik Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT).....	32
Gambar 2.9	Grafik Faktor Penyesuaian Belok kanan(FRT)	32
Gambar 2.10	Grafik Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (FMI).....	33
Gambar 2.11	Grafik Derajat Kejenuhan (DS) Pada Simpang Tiga Tak Bersinyal	36
Gambar 2.12	Grafik Derajat Kejenuhan (DS) Pada Simpang Empat Tak Bersinyal	37
Gambar 2.13	Grafik Tundaan Lalulintas Simpang vs Derajat Kejenuhan	38
Gambar 2.14	Grafik Tundaan Lalulintas Jalan Utama vs Derajat Kejenuhan.....	39
Gambar 2.15	Grafik Rentang Peluang Antrian Terhadap Derajat Kejenuhan....	41
Gambar 2.16	Grafik Penetapan Tundaan Lalu Lintas Rata – rata.....	43
Gambar 2.17	Titik Konflik Pada Lokasi Penelitian.....	46
Gambar 2.18	Gerakan dan Manuver Kendaraan (Pemisahan).....	47
Gambar 2.19	Gerakan dan Manuver Kendaraan (Penggabungan).....	49
Gambar 2.20	Gerakan dan Manuver Kendaraan (Penyilangan).....	50
Gambar 2.21	Gerakan dan Manuver Kendaraan (Weaving).....	52
Gambar 2.22	Kondisi Geometrik Simpang.....	62
Gambar 3.1	Peta Medan.....	67
Gambar 3.2	Peta Kecamatan Medan Barat.....	68
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian.....	68

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

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)29/12/23

Gambar 4.1 Kondisi Geometrik Simpang Eksisting.....	76
Gambar 4.2 Kondisi Geometrik Simpang Alternatif 1	83
Gambar 4.3 Kondisi Geometrik Simpang Alternatif 2	90
Gambar 4.4 Kondisi Geometrik Simpang Alternatif 3	97



DAFTAR NOTASI

C	= Kapasitas	smp/jam
Co	= Kapasitas Dasar	smp/jam
CS	= Ukuran Kota	jiwa
D	= Tundaan Simpang	det/smp
DG	= Tundaan Geometrik	kend/jam
DS	= Derajat Kejenuhan	kend/jam
DTI	= Tundaan Lalu Lintas	kend/jam
DTMA	= Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama	det/smp
DTMI	= Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor	det/smp
Emp	= Ekuivalen Mobil Penumpang	smp/jam
Emp HV	= Ekuivalen Mobil Penumpang Kendaraan Berat	smp/jam
Emp LV	= Ekuivalen Mobil Penumpang Kendaraan Ringan	smp/jam
Emp MC	= Ekuivalen Mobil Penumpang Kendaraan Ringan	smp/jam
FCS	= Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	Penduduk/jiwa
FMI	= Faktor Penyesuaian rasio Arus jalan Minor	kend/jam
FLT	= Faktor Penyesuaian Belok Kiri	kend/jam
FRSU	= Faktor Penyesuaian Kapasitas Tipe Lingkungan Jalan	kend/jam
FRT	= Faktor Penyesuaian Belok Kanan	kend/jam
FSMP	= Faktor smp	smp/jam
FW	= Faktor Penyesuaian Lebar Masuk	kend/jam
HV	= Kendaraan Berat	kend
IT	= Tipe Simpang	Lajur
K	= Faktor LHRT	kend/jam
LT	= Belok Kiri	kend/jam
LV	= Kendaraan Ringan	kend

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

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)29/12/23

MA	= Jalan Utama	
MC	= Sepeda Motor	kend
MI	= Jalan Minor	
PM	= Rasio Arus Jalan Minor	smp/jam
PLT	= Rasio Belok Kiri	kend/jam
PRT	= Rasio Belok Kanan	kend/jam
PT	= Rasio Arus Belok Terhadap Arus Total	kend/jam
PUM	= Rasio Kendaraan Bermotor	smp/jam
QLT	= Total Arus Belok Kiri	smp/jam
QP	= Peluang Antrian	%
QMI	= Total Arus Jalan Minor	smp/jam
QMV	= Arus Lalu Lintas	smp/jam
QRT	= Total Arus Belok Kanan	smp/jam
Qtot	= Total Arus	kend/jam
RT	= Belok Kanan	kend/jam
ST	= Lurus	kend/jam
WAC	= Lebar Rata-rata Pendekat Jalan Utama (A-C)	m
WB	= Lebar Rata-rata Pendekat Jalan Minor	m
W1	= Lebar Rata-rata Pendekat	m

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Transportasi adalah pergerakan arus manusia, kendaraan dan barang dari satu tempat ke tempat yang lainnya dengan menggunakan jaringan transportasi. Medan merupakan kota perdagangan dan kota pendidikan yang selalu mengalami peningkatan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan setiap tahunnya. Akibatnya terjadi peningkatan pengguna jaringan lalulintas, sehingga perlu ditunjang dengan pelayanan fasilitas-fasilitas lalulintas yang memadai, terutama pada persimpangan jalan yang potensial menimbulkan hambatan bila tidak ditangani secara teknis.

Konflik arus lalu lintas adalah hal utama yang menjadi penyebab terjadinya tingkat kecelakaan yang tinggi. Konflik yang terjadi didefinisikan sebagai aksi pelanggaran yang dilakukan oleh pengemudi dan juga dianggap sebagai kemacetan lalu lintas.

Daerah di sekitar persimpangan Jl. Pertempuran Helvetia By Pass dan Jl. Veteran Helvetia Medan termasuk kawasan bisnis, perumahan dan pendidikan, sehingga memiliki lalulintas yang kompleks dan tingkat pertumbuhan lalulintas yang cepat. Hal ini dipengaruhi dengan kurangnya fasilitas yang memadai seperti tidak adanya lampu isyarat lalulintas, tidak adanya rambu-rambu lalulintas pada simpang sehingga mengakibatkan kapasitas persimpangan tersebut kurang mampu menampung arus lalulintas yang lewat. Masalah lainnya adalah adanya parkir pada jalur pejalan kaki pada simpang dan terjadinya proses naik turun penumpang angkutan umum (angkot) di sekitar simpang jalan yang akan mengurangi

kapasitas jalan dan akan menyebabkan penurunan kecepatan bagi kendaraan yang melaluinya, adanya warung/pedagang kaki lima yang menempati jalur pejalan kaki yang menyebabkan pejalan kaki terpaksa harus menggunakan badan jalan yang tentunya akan mengurangi kapasitas jalur tersebut.

Kondisi yang terjadi di atas menyebabkan terjadinya kemacetan pada persimpangan Jl. Veteran Helvetia, yaitu terjadi antrian yang cukup panjang di lengan simpang. Hal ini mengakibatkan terjadinya tundaan pada kendaraan, yang berakibat bertambahnya biaya operasional dan waktu tempuh kendaraan. Masalah ini sangat terasa terutama pada jam-jam sibuk, sehingga perlu dianalisis untuk kemudian dicari pemecahannya.

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Simpang merupakan tempat yang potensial terjadi kecelakaan, karena mengandung konflik antara kendaraan dan kendaraan atau kendaraan dengan pejalan kaki akibat penggunaan ruang bersama pada persimpangan. Oleh karena itu, studi konflik arus lalu lintas ini adalah suatu langkah untuk mengevaluasi efektifitas lalu lintas perkotaan, terutama yang terjadi pada persimpangan tanpa sinyal pada jam puncak (Peak Hour). Suatu pendekatan ilmiah tentang konflik lalu lintas, diharapkan akan menghasilkan sebuah pemecahan masalah.

1. 2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisa konflik arus lalu lintas yang terjadi di persimpangan Jalan Pertempuran Helvetia By Pass dan Jalan Veteran Helvetia Medan.

2. Mengevaluasi pergerakan yang terjadi akibat dari gerak kendaraan yang melewati persimpangan tersebut.

Sedangkan tujuan penelitian ini adalah :

1. Mencari derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian pada simpang
2. Memperoleh cara meminimalisir konflik..

1. 3. Ruang Lingkup Permasalahan

Persimpangan merupakan bagian terpenting dari sistem jalan perkotaan sebab sebagian besar dari efisiensi, kemacetan, biaya operasi dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan persimpangan.

Suatu persimpangan mencakup pergerakan yang beragam, maka sangat besar kemungkinan terjadinya konflik yang menyebabkan terjadinya kemacetan. Penyebab lain dari kemacetan yang terjadi adalah tidak adanya rambu lalu lintas/tidak berfungsinya rambu lalu lintas di persimpangan.

Masalah yang sering terjadi di persimpangan antara lain :

1. Terjadinya kemacetan lalu lintas di persimpangan
2. Tingginya tingkat kecelakaan di persimpangan

Dengan permasalahan di atas, maka perlu dilakukan penelitian terhadap persimpangan yang belum mempunyai/tidak berfungsinya rambu lalu lintas (Unsignalizing Intersection) pada jam puncak (Peak Hour).

1. 4. Pembatasan Masalah

Di dalam penulisan laporan penelitian ini, penulis memberikan batasan-batasan masalah dari konflik arus lalu lintas di persimpangan, antara lain :

1. Lokasi yang diteliti adalah persimpangan Jl. Pertempuran Helvetia By Pass dengan Jl. Veteran Helvetia, dimana pada persimpangan tersebut memiliki lampu lalu lintas namun tidak berfungsi (mati).
2. Perhitungan konflik lalu lintas ini dilakukan dengan metode MKJI 1997.
3. Penelitian ini dilakukan selama 2 jam per pagi, siang dan sore. Data ini meliputi data jumlah kendaraan yang melewati persimpangan pada jam sibuk (Peak Hour) yaitu :
 - Data volume lalu lintas
 - Data pergerakan (Manuver) yang dilakukan kendaraan pada persimpangan.
 - Data pelanggaran lalu lintas yang dilakukan oleh kendaraan
4. Periode Survei
Survei pada lokasi konflik dilaksanakan pada jam puncak. Dikarenakan konflik lalu lintas biasanya terjadi pada pagi, siang dan sore hari. Maka penelitian ini akan dilakukan pada waktu :
 - Pagi, antara pukul 07.00 s/d 09.00 Wib
 - Siang, antara pukul 12.00 s/d 14.00 Wib
 - Sore, antara pukul 16.00 s/d 18.00 Wib
5. Perhitungan Konflik yang terjadi akibat pergerakan kendaraan hanya ditinjau dari gerakan-gerakan yang dilakukan oleh kendaraan yang melewati persimpangan tersebut dengan gerakan-gerakan antara lain :
 - a. Gerakan pemisah (diverging)

Merupakan gerakan yang paling sederhana untuk dilakukan sebahagian keputusan pengemudi terbatas untuk memiliki titik untuk meninggalkan arus secara tepat, dengan demikian tidak melibatkan waktu gap yang tepat.

b. Penggabungan (Merging)

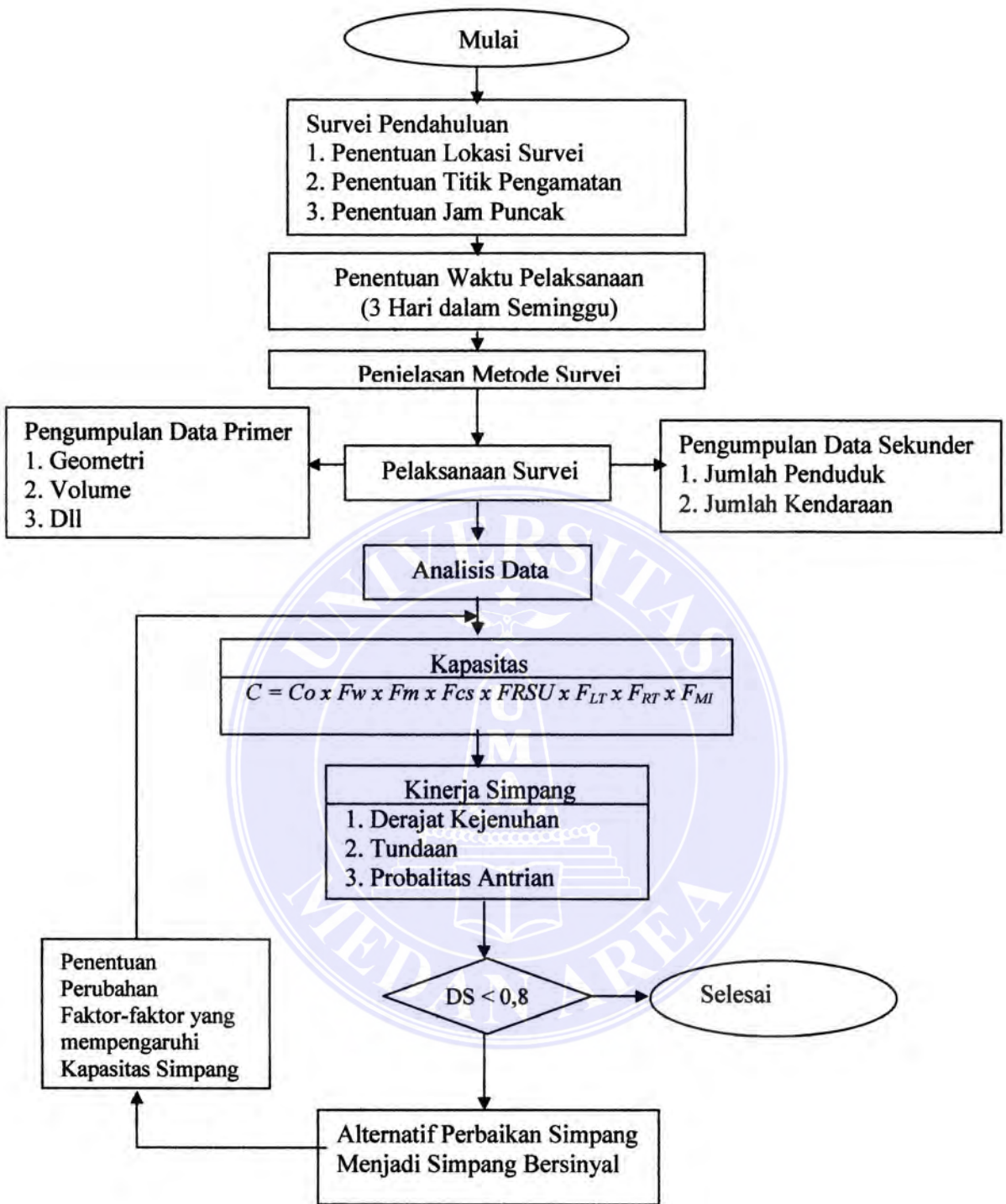
Pengemudi yang ingin melakukan gerakan penggabungan (merging) menuju arus prioritas dipaksa memiliki jarak yang tepat. Ukuran jarak untuk gerakan penggabungan sangatlah dipengaruhi oleh kecepatan relatif kecelakaan, kondisi kecepatan relatif tinggi membutuhkan jarak yang lebih besar untuk gerakan yang aman dan sebaliknya diperlukan jarak yang lebih kecil pada kecepatan relatif rendah.

c. Penyilangan (Crossing)

Gerakan penyilangan (Crossing) tanpa kontrol (yaitu tidak terdapat arus utama) sangat berbahaya sebab keduanya pengemudi harus membuat keputusan untuk memberikan hak untuk lewat lebih dahulu satu di antara keduanya.

1.5 Flow Chart Penelitian

Flow chart penelitian digunakan sebagai dasar pelaksanaan penelitian serta untuk lebih mempermudah dalam penelitian tersebut. Flow chart dapat dilihat pada Gambar I.1 di bawah ini.



Gambar 1.1 : Flow Chart Survei Penelitian

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. Persimpangan Jalan

2. 1. 1. Pengertian Persimpangan Jalan

Persimpangan merupakan bagian yang kritis dalam pergerakan lalu lintas kendaraan. Hal ini terjadi karena pada persimpangan terdapat titik-titik konflik yaitu titik konflik antara kendaraan dengan kendaraan (konflik kedua), sehingga dapat mengakibatkan tundaan, kemacetan dan kecelakaan

Persimpangan merupakan suatu tempat dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau bersilang. Persimpangan dapat juga didefinisikan sebagai suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan akan bertemu atau berpotongan, mencakup fasilitas jalur jalan dan tepi jalan dimana lalu lintas dapat bergerak di dalamnya. Dan setiap bagian jalan yang memencar dan merupakan bagian dari persimpangan itu disebut dengan lengan simpang. Pengoperasian dari persimpangan sangat tergantung pada volume lalu lintas yang melintasi persimpangan tersebut. Maka untuk mengetahui karakteristik konflik persimpangan harus dihitung pula volume lalu lintas pada persimpangan tersebut.

Menurut Ir. Sylvia Indriany, MT pada *Rekayasa Transportasi*, Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Persimpangan adalah factor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan.

Simpang merupakan tempat yang potensial terjadi kemacetan dan kecelakaan, karena di dalamnya mengandung konflik-konflik antara kendaraan dengan kendaraan dan kendaraan dengan pejalan kaki akibat penggunaan ruang bersama di dalam simpang, karena itu perlu adanya pengendalian pada persimpangan tersebut.

Masalah yang saling terkait pada persimpangan adalah :

- Volume dan kapasitas yang secara langsung mempengaruhi hambatan
- Disain geometrik dan kebebasan samping
- Kecelakaan dan keselamatan jalan, kecepatan dan lampu jalan
- Parkir, akses dan pembangunannya yang sifatnya umum
- Pejalan kaki
- Jarak antar persimpangan

Karakteristik utama dari transportasi adalah bahwa setiap pengemudi bebas untuk memilih rutenya sendiri di dalam jaringan transportasi yang ada, maka perlu disediakan persimpangan untuk menjamin aman dan efesiennya arus lalu lintas yang ingin beralih dari satu ruas jalan lainnya. Secara umum persimpangan terdiri dari dua kategori yaitu persimpangan sebidang dan persimpangan tidak sebidang (Interchange).

2. 1. 2. Jenis-jenis Persimpangan

Berdasarkan geometriknya, persimpangan dapat dibedakan atas dua jenis, antara lain :

1. Persimpangan Sebidang

Merupakan pertemuan atau perpotongan dari beberapa ruas jalan pada suatu bidang yang sama.

Persimpangan sebidang ini terdiri dari beberapa tipe yaitu :

- Persimpangan tanpa kanalisasi dan tidak ada pelebaran
- Persimpangan tanpa kanalisasi dengan pelebaran
- Persimpangan dengan kanalisasi

2. Persimpangan Tidak Sebidang

Merupakan pertemuan dua atau lebih ruas jalan dan terdapat satu atau lebih jalan lain. Berdasarkan bentuknya, persimpangan tidak sebidang dapat dilihat sebagai berikut :

a. Persimpangan Bersinyal

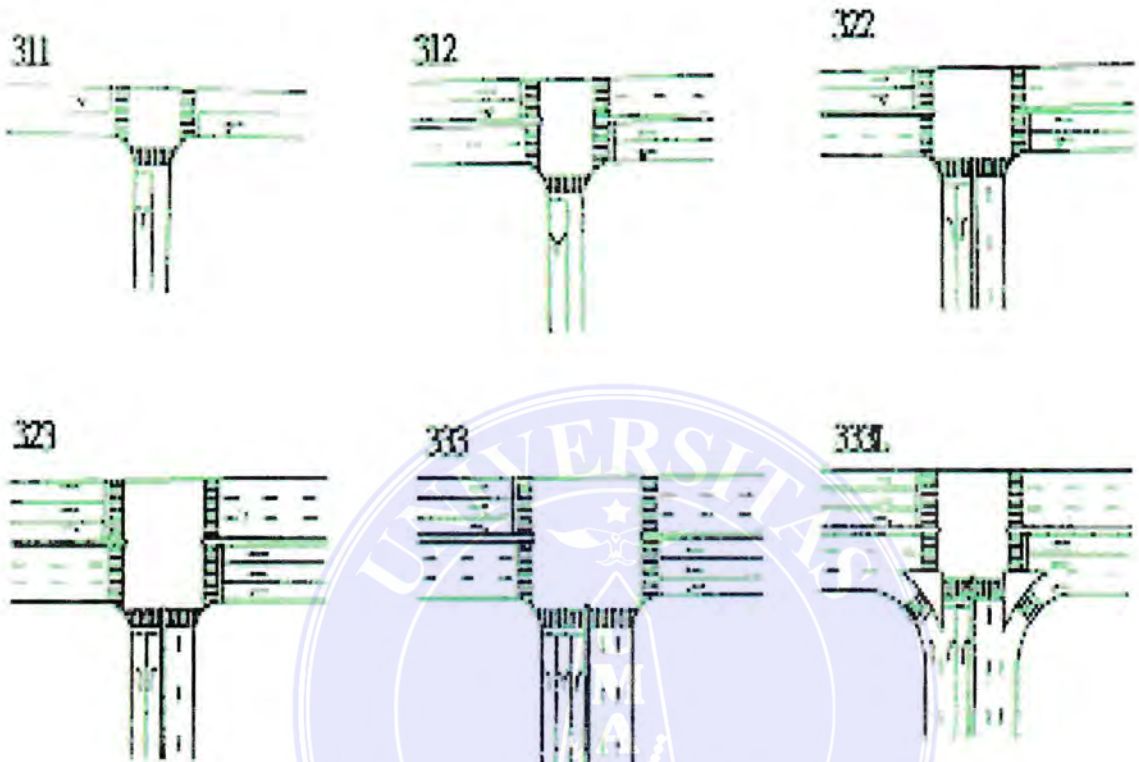
Yaitu persimpangan dengan isyarat lampu, rambu dan marka pelengkap sebagai pengatur lalu lintas. Adapun tujuannya adalah untuk memisahkan lintasan dari gerakan lalu lintas yang bertentangan dalam dimensi waktu.

Koordinasi simpang bersinyal diterapkan untuk meningkatkan tingkat pelayanan dari sebuah jalan atau jaringan jalan yang tidak maksimal karena adanya tundaan, pemberhentian, dan kehilangan kapasitas yang berlebihan.

Koordinasi simpang bersinyal bertujuan untuk mengurangi terjadinya antrian dan tundaan pada beberapa simpang bersinyal yang berdekatan secara berurutan, sehingga dapat memberikan kelancaran lalu lintas

Pada dasarnya pengkoordinasian simpang adalah upaya untuk mengatur lalu lintas dengan memilih jalur tertentu atau kendaraan jenis tertentu yang dianggap dominan agar dapat melewati simpang-simpang yang akan

dikoordinasikan dengan lancar atau hanya melewati lampu hijau, tidak terkena lampu merah seperti gambar 2.1 di bawah ini.



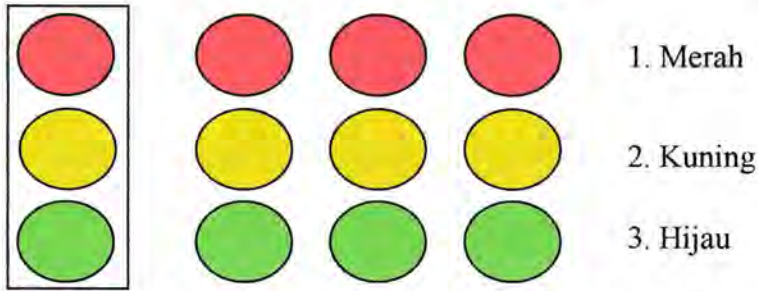
Gambar 2. 1. Persimpangan Bersinyal

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Persimpangan dengan lampu lalu lintas (Sinyal) dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Sinyal Waktu Tetap

Yaitu cara pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan jadwal waktu yang tetap tanpa memperhatikan naik turunnya (fluktuasi) arus lalu lintas dengan waktu atau sakelar biasa.



Gambar 2. 2. Bentuk Sinyal Waktu Tetap

Keterangan :

- Merah dinyatakan sebagai tanda berhenti.
- Kuning dinyatakan sebagai tanda untuk bersiap-siap untuk berhenti/hati-hati.
- Hijau dinyatakan sebagai tanda untuk jalan terus.

2. Sinyal Waktu Tidak Tetap (Vehicle Actuated Speed)

Yaitu cara pengaturan lalu lintas berdasarkan kebutuhan arus lalu lintas dengan menggunakan alat deteksi (lampu lalu lintas diatur oleh kendaraan)

b. Persimpangan Tanpa Sinyal

Yaitu persimpangan tanpa lampu lalu lintas dimana pengaturan yang dilakukan adalah prioritas arus yang diutamakan adalah dari sebelah kiri.

Persimpangan ini dibagi menjadi :

- Persimpangan tanpa pengendalian
- Persimpangan dengan pengendalian ruang
- Persimpangan dengan prioritas (Priority Intersection)

tidak diperlukan bentuk pengendalian maupun disain ulang selain general priority yang berlaku.

Pada umumnya karakteristik kinerja persimpangan ini ditentukan oleh tingkat kedatangan (*Arrival Rates*) dan sifat individu pengemudi. Syarat yang paling sederhana adalah bagaimana suatu aliran kendaraan mencari gap pada arus kendaraan yang berpotongan. Jika arus kendaraan cukup rendah akan didapat jarak yang memadai untuk menghindari konflik. Apabila konflik terjadi, prioritas hak untuk lewat diberikan kepada salah satu arus menurut perjanjian yang umum yaitu lalu lintas yang datang dari jalur kiri. Tundaan (*delay*) yang terjadi pada persimpangan tergantung pada pola fisik persimpangan yang mempengaruhi jarak pandang pengemudi, dan juga kondisi arus pada tiap lengan persimpangan. Apabila arus pada salah satu lengan lebih besar dibandingkan dengan lengan lainnya sudah tentu arus tersebut akan lebih agresif dan cenderung untuk menguasai operasi persimpangan. Dengan adanya fenomena umum bahwa volume lalu lintas mempunyai kecenderungan untuk meningkat dari tahun ketahun dengan pertumbuhan yang bersifat normal (*linear, eksponensial*), *Generated traffic* (lalu lintas bangkitan) serta *development traffic*, sementara persimpangan tetap tanpa pengendali hal ini akan memberikan kontribusi terhadap gangguan operasi persimpangan, khususnya pada kaki jalan minor yang artinya tundaan total akan meningkat.

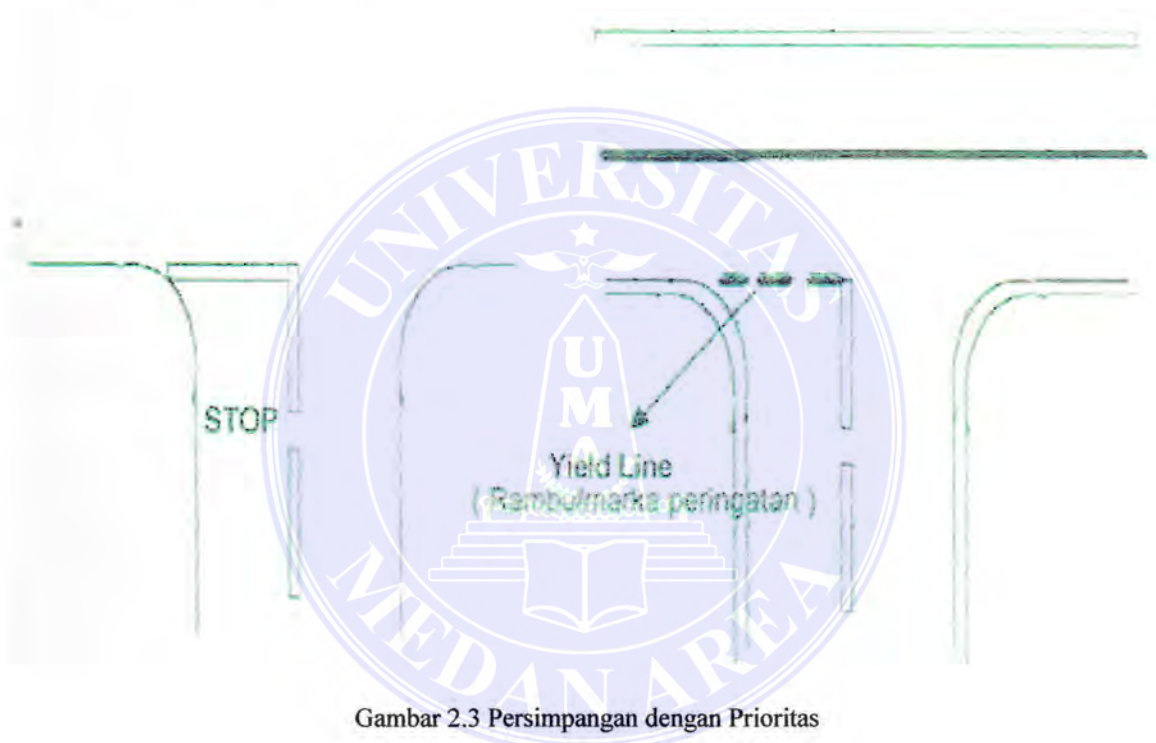
2. Persimpangan dengan Pengendali Ruang

Persimpangan jenis ini dapat diterapkan dengan penambahan suatu konstruksi pada persimpangan. Bentuk fisiknya dapat berupa marka jalan dan pulau pulau lalu lintas. Dengan pengaturan ini arah pergerakan lalu lintas dapat

dipertegas sehingga kendaraan dapat dengan mudah dan aman memasuki persimpangan menurut lajur masing-masing.

3. Persimpangan dengan Prioritas

Persimpangan dengan sistem prioritas dapat diterapkan dengan memberikan prioritas pada lengan-lengan tertentu dari persimpangan seperti dalam gambar 2.3 berikut



Gambar 2.3 Persimpangan dengan Prioritas

Sumber : MKJI, 1997

Adapun prinsip-prinsip yang digunakan didalam pengendalian persimpangan dengan sistem prioritas adalah sbb :

- a. Arus kendaraan dari jalan dengan kelas fungsi yang lebih tinggi (jalan Major) akan mendapat prioritas untuk melintas lebih dahulu.
- b. Prioritas harus terbagi dengan baik sehingga setiap kendaraan mempunyai kesempatan yang sarna untuk melintas.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

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)29/12/23

- c. Aturan - aturan yang berkaitan dengan prioritas harus dapat dipahami dengan jelas oleh semua pengemudi.
- d. Pemberian prioritas harus terorganisir dengan baik sehingga jumlah titik - titik konflik dapat diusahakan seminimal mungkin.
- e. Keputusan - keputusan yang harus diambil oleh pengemudi harus sesederhana mungkin.
- f. Jumlah hambatan total terhadap lalu lintas harus diupayakan sekecil mungkin.

Aspek yang terpenting dari kinerja persimpangan ini adalah pengaruh arus lalu lintas dari jalan minor. Kendaraan dari jalan, minor secara normal datang pada suatu tanda stop atau mengalah sebelum memasuki persimpangan, lalu harus menunggu suatu jarak antara kendaraan yang layak dari arus jalan mayor.

Tundaan yang dialami kendaraan pada jalan minor secara langsung dihubungkan dengan ukuran waktu antara kendaraan yang akan melewaati arus jalan mayor.

Tundaan yang dialami kendaraan pada jalan minor secara langsung dihubungkan dengan ukuran waktu antara kendaraan yang akan melewati arus jalan mayor. Waktu yang antara dapat diterima dihubungkan dengan volume lalu lintas jalan mayor. Apabila volume bertambah, tundaan dan antrian pada jalan minor akan semakin besar.

2. 2. Metoda –Metoda Persimpangan

Pada dasarnya setiap Negara mempunyai manual tentang pengaturan simpang yang disesuaikan dengan kondisi setempat. Namun secara umum yang

diketahui adalah Metode US-HCM, Metode Webster (RTTP no. 39), Akcelik, Australia. Sedangkan di Indonesia memiliki Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yang merupakan adopsi dari beberapa metode, tetapi disesuaikan dengan kondisi simpang di Indonesia

2. 2. 1. Metode Persimpangan Bersinyal

Prinsip-prinsip utama dalam perhitungan MKJI adalah perhitungan yang terpisah untuk setiap pendekatan. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekatan, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekatan. Untuk masing-masing pendekatan, lebar efektif (w_e) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah masuk dan keluar simpang dan distribusi gerakan membelok.

Dari sisi lalu lintas factor ekivalen mobil penumpang lebih detail dari Webster. Di dalam MKJI dibagi menurut tipe pendekatan yaitu terlawan dan terlindung. Sedangkan waktu hijau efektif dan actual walaupun mempunyai anggapan yang sama dengan Webster, tetapi dalam MKJI dipengaruhi oleh waktu tambahan akhir dan kehilangan awal yang sama, sehingga G sama dengan K

2. 2. 2. Metode Persimpangan Tidak Bersinyal

Dalam hal ini, metode yang digunakan untuk analisis dan evaluasi persimpangan dalam study kasus persimpangan Jl. Pertempuran Helvetia By Pass dengan Jl. Veteran Helvetia Medan adalah Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997).

Simpang tidak bersinyal merupakan faktor penyebab terjadinya kemacetan dan kecelakaan pada persimpangan. Dalam buku MKJI memberikan

sketsa arus lalu lintas lebih rinci dari yang diperlukan untuk analisa persimpangan tanpa sinyal. Prosedur dalam analisa persimpangan tanpa sinyal terdapat beberapa langkah yaitu :

Langkah a : Data Masukan

1. Kondisi geometrik
2. Kondisi lalu lintas
3. Kondisi lingkungan

Langkah B : Kapasitas

1. Lebar pendekat dan tipe samping
2. Kapasitas dasar
3. Faktor penyesuaian lebar pendekat
4. Faktor penyesuaian median jalan utama
5. Faktor penyesuaian ukuran kota
6. Faktor penyesuaian tipe-tipe lingkungan jalan, hambatan samping
7. Faktor penyesuaian rasio belok kiri
8. Faktor penyesuaian rasio belok kanan
9. Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor
10. Kapasitas

Langkah C : Perilaku Lalu Lintas

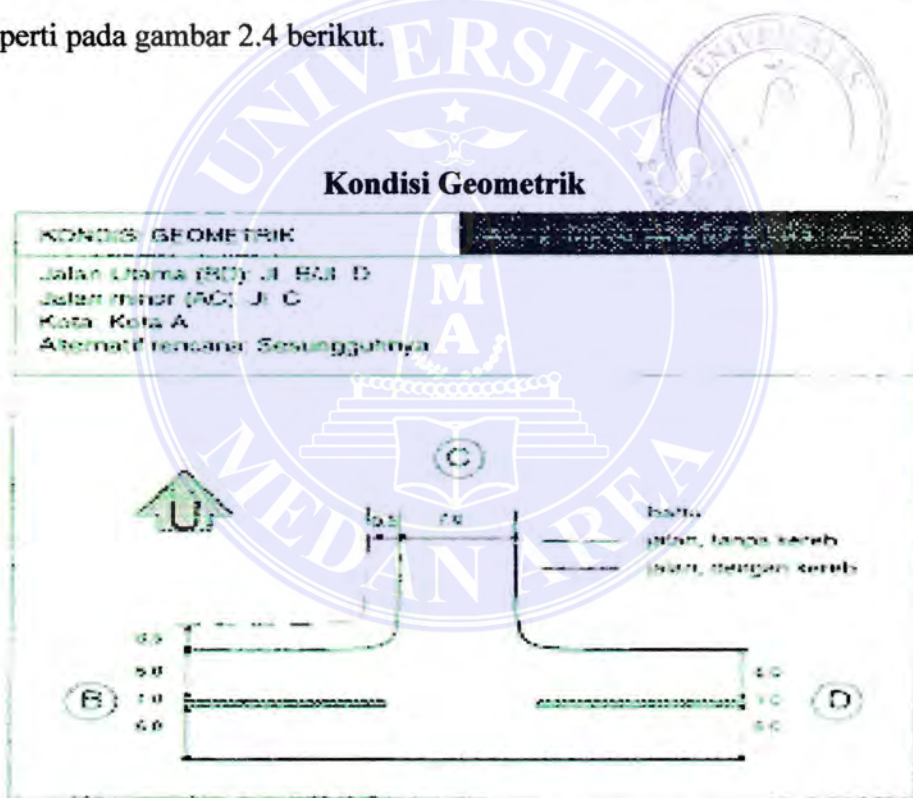
1. Derajat kejenuhan
2. Tundaan
3. Peluang Antrian
4. Penilaian Perilaku Lalu Lintas

2. 2. 2. 1. Data Masukan

a. Langkah A-1 Kondisi Geometrik

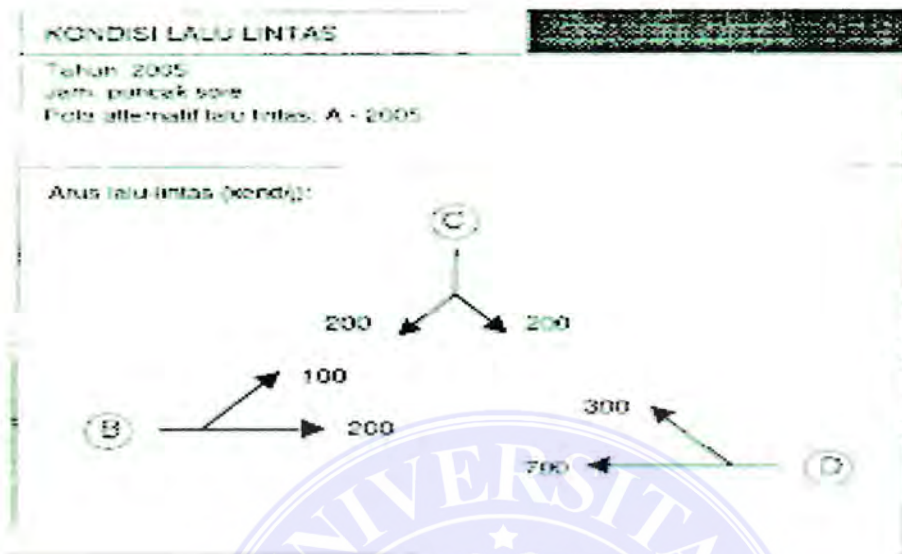
Sketsa pola geometric digambarkan pada formulir USIG-I nama jalan minor dan utama tercatat pada bagian atas sketsa sebagaimana alternative rencana untuk orientasi dengan menggunakan tanda panah sebagai penunjuk arah.

Jalan utama adalah jalan yang dipertimbangkan terpenting pada persimpangan, misalnya jalan dengan klasifikasi fungsional tertinggi seperti pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2. 4. Sketsa Data Masukan Geometrik
 Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

b. Langkah A-2 Kondisi Lalu Lintas



Gambar 2.5 Contoh sketsa arus lalu-lintas
 Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan persatuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam (QKEND), smp/jam (Qsmp) atau LHRT (Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan).

Arus lalu lintas yang digunakan dalam analisis kapasitas simpang dipakai arus lalu lintas yang paling padat per jam dari keseluruhan gerakan kendaraan. Arus kendaraan total adalah kendaraan per jam untuk masing-masing gerakan dihitung dengan % kendaraan konversi yaitu mobil penumpang.

Situasi arus lalu lintas yang memberikan situasi arus lalu lintas lebih rinci dari yang diperlukan untuk analisa simpang tidak bersinyal. Untuk alternatif pemasangan sinyal pada simpang di survey maka informasi ini sangat diperlukan

1. klasifikasi arus lalu lintas per jam masing-masing gerakan

- + klasifikasi arus lalu lintas untuk masing-masing gerakan data tersebut pada kolom 3, 5 dan 7 pada formulir USIG-I dalam satuan kend/jam. Arus lalu lintas total kend/jam masing-masing gerakan lalu lintas terdapat pada kolom 9 dan arus kendaraan tak bermotor terdapat pada kolom 12.
- + Mengkonversikan smp/jam dengan mengalikan smp tercatat pada formulir (LV : 1,0, HV : 1,3, MC : 0,5)
- + Hasilnya pada kolom 4, 6 dan 8 arus total smp/jam masing-masing gerakan lalu lintas pada kolom 10.

2. data (%) informasi keseluruhan arus lalu lintas

- + arus lalu lintas masing-masing gerakan kend/jam pada kolom 9.
- + Menghitung smp F_{smp} dari emp data komposisi arus kendaraan bermotor hasilnya pada baris 1 kolom 10.

$$F_{smp} = (emp_{LV} \times LV \% + emp_{HV} \times HV \% + emp_{MC} \times MC \%)/100 \dots \dots \dots (2. 1)$$

Dimana :

F_{smp} = Faktor smp

emp_{LV} = Ekuivalen mobil penumpang dengan kendaraan ringan

LV = Kendaraan ringan

emp_{HV} = Ekuivalen mobil penumpang dengan kendaraan berat

HV = Kendaraan berat

emp_{MC} = Ekuivalen mobil penumpang dengan sepeda motor

MC = Sepeda motor

- + Menghitung arus total smp/jam masing-masing gerakan dengan mengalikan arus dalam kend/jam (kolom 9) hasilnya pada kolom 10

3. Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan (LHRT)

- + Arus lalu lintas dikonversikan dalam LHRT melalui perkalian dengan faktor k (pada bans 1 kolom 12) hasilnya pada kolom 9.

$$QDH = k \times LHRT \dots\dots\dots(2. 2)$$

Dimana :

k = Ukuran Kota

QDH = Total

LHRT = Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan

- + Arus lalu lintas kend/jam dikonversikan menjadi smp/jam melalui perkalian dengan faktor smp (Fsmp) sebagaimana diuraikan pada rumus di atas (2. 1) hasil pada kolom 10.

4. Perhitungan Rasio Belok dan Rasio Arus Jalan Minor (Formulir USIG-I)

$$P_{LT} = \frac{A_{LT} + B_{LT} + C_{LT} + D_{LT}}{A + B + C + D} \dots\dots\dots(2. 3)$$

$$P_{RT} = \frac{A_{RT} + B_{RT} + C_{RT} + D_{RT}}{A + B + C + D} \dots\dots\dots(2. 4)$$

$$P_{MI} = \frac{A + C}{A + B + C + D} \dots\dots\dots(2. 5)$$

$$Q_{TOT} = A + B + C + D \dots\dots\dots(2. 6)$$

A, B, C dan D = Arus Lalu Lintas dalam smp/jam

- + Menghitung arus jalan minor total Q_{MI} jumlah seluruh arus pada pendekatan C dalam smp/jam. Hasilnya pada baris 10 kolom 10

- ‡ Menghitung arus jalan utama total Q_{MA} jumlah seluruh arus pada pendekat B dan D dalam smp/jam (baris 19 kolom 10)
- ‡ Menghitung arus tambah utama total masing- masing gerakan belok kiri Q_{LT} , lurus Q_{ST} , belok kanan Q_{RT} juga Q_{TOT} secara keseluruhan (hasilnya pada baris 20, 21, 22, 23, kolom 10)
- ‡ Menghitung arus rasio jalan minor P_{MI} yaitu arus jalan minor dibagi dengan arus F total (hasilnya baris 24 kolom 10)

$$P_{MI} = Q_{MI} / Q_{TOT} \dots\dots\dots(2. 7)$$

- ‡ Menghitung arus rasio arus belok kiri dan kanan total (PLT, PRT) hasilnya pada baris 20 kolom 11 dan baris 22 kolom 11

$$Q_{LT} = Q_{LT} / Q_{TOT}; P_{RT} = Q_{RT} / Q_{TOT} \dots\dots\dots(2. 8)$$

- ‡ Menghitung rasio arus kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor, kend/jam hasilnya pada baris 24 kolom 12

$$P_{UM} = Q_{UM} / Q_{TOT} \dots\dots\dots(2. 9)$$

Dimana :

- P_{UM} = Rasio Kendaraan bermotor
- Q_{MI} = Total Jalan Minor
- Q_{TOT} = Total Arus
- Q_{LT} = Total Belok Kiri
- Q_{RT} = Total Belok Kanan
- P_{RT} = Rasio Belok Kanan

5. Data lalu-lintas sering tidak ada atau kualitasnya kurang baik. Nilai normal yang diberikan pada Tabel A-2:1, 2 dan 3 di bawah dapat digunakan untuk keperluan perancangan sampai data yang lebih baik tersedia.

5. Data lalu-lintas sering tidak ada atau kualitasnya kurang baik. Nilai normal yang diberikan pada Tabel A-2:1, 2 dan 3 di bawah dapat digunakan untuk keperluan perancangan sampai data yang lebih baik tersedia.

Tabel 2. 1. Nilai Normak Faktor k

.Lingkungan jalan	Faktor k ukuran kota	
	> 1 juta	≤ 1 juta
Jalan di daerah Komersil dan jalan arteri	0,07 – 0,08	0,08 – 0,10
Jalan di daerah Permukiman	0,07 – 0,08	0,09 – 0,12

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2. 2. Nilai Normal Komposisi Lalu Lintas

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Komposisi Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (%)			Rasio Kendaraan Tak Bermotor (UM/MV)
	Kendaraan Ringan	Kendaraan Berat	Sepeda Motor	
	(LV)	(HV)	(MC)	
> 3 J	60	4,5	35,5	0,01
1 – 3 J	55,5	3,5	41	0,05
0,5 – 1 J	40	3,0	57	0,14
0,1 – 0,5 J	63	2,5	34,5	0,05
< 0,1 J	63	2,5	34,5	0,05

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2. 3. Nilai Normal Lalu Lintas Umum

Faktor	Normal
Rasio Arus Jalan Minor PM	0,25
Rasio Belok Kiri P _{LT}	0,15
Rasio Belok Kanan P _{RT}	0,15
Faktor smp F _{smp}	0,85

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

c. Langkah A-3 Kondisi Lingkungan

- a. kelas ukuran kota prakiraan jumlah penduduk dari seluruh daerah perkotaan dalam juta jiwa dapat dilihat pada table 2.4 di bawah ini.

Tabel 2. 4. Kelas Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Juta)
Sangat Kecil	< 0,1
Kecil	0,1 – 0,5
Sedang	0,5 – 1,0
Besar	1,0 – 3,0
Sangat Besar	> 3,0

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

b. Tipe lingkungan jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tat guna tanah dan aksesibilitas jalan dari aktifitas sekitar. Hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas yaitu daerah komersil seperti terlihat pada table 2.5 di bawah ini.

Tabel 2. 5. Tipe Lingkungan Jalan

Tipe Lingkungan	Tata Guna Tanah
Komersil	Tata guna lahan komersil (pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Permukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung
Akses Terbatas	Terbatas (misalnya karena ada penghalang fisik jalan)

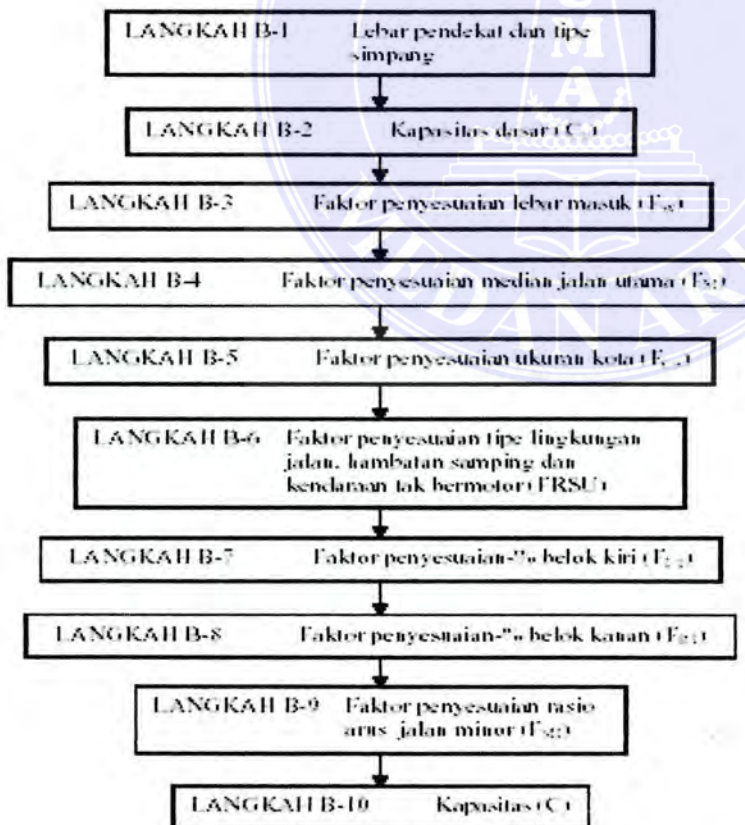
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

c. Kelas hambatan samping

Hambatan yang menunjukkan pengaruh aktifitas jalan di daerah samping pada arus lalu lintas, misalnya pejalan kaki berjalan dengan menyebrangi jalur, angkutan kota berhenti menurunkan dan menaikkan penumpang, kendaraan masuk dan keluar halaman, tempat parker diluar jalur seperti yang dapat kita lihat pada ruas Jl. Sutomo, Jl. Cemara Medan dan Jalan lainnya.

Faktor penduduk juga berpengaruh terhadap lalu lintas, karena jumlah penduduk dikaitkan dengan lokasi permukiman, yang ikut menentukan kapasitas jalan dan persimpangan. Disamping faktor penduduk, penghasilan masyarakat, letak persimpangan juga ikut mempengaruhi kapasitas lalu lintas.

2. 2. 2. 2. Kapasitas



Gambar 2.6 Bagan alir perhitungan kapasitas
Sumber : Muatan Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Perilaku lalu lintas pada simpang tidak bersinyal dalam hal aturan memberi jalan, disiplin lajur dan aturan antrian sangat sulit digambarkan dalam suatu model berhenti atau memberi jalan yang berdasarkan pada pengambilan celah, perilaku pengemudi berbeda sama sekali dengan yang di Negara Barat/atau Negara Maju, yang paling menentukan dari perilaku lalu lintas adalah rata-rata hampir dua pertiga kendaraan yang datang dari daerah minor, melintas jalan samping dengan perilaku “tidak Menunggu Celah” . Celah kritis yang tidak memaksa lewat sangat rendah yaitu sekitar dua detik.

Kapasitas untuk seluruh lengan simpang hasil perkalian kapasitas dasar (C_0) yaitu kapasitas kondisi tertentu (ideal). Faktor-faktor penyesuaian (F) dengan perhitungan pengaruh kondisi lapangan dan kebutuhan lalu lintas.

Bentuk model kapasitas dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C = C_0 \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{RSU} \times FLT \times FRT \times FMI \dots \dots \dots (2. 10)$$

Variabel untuk kapasitas adalah smp/jam(MKJI 1997)

Dimana :

C = Kapasitas

C_0 = Kapasitas dasar

F_w = Faktor penyesuaian lebar masuk

F_m = Faktor penyesuaian median jalan utama

F_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

$FRSU$ = Faktor penyesuaian ukuran jalan hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

FMI = faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

FLT = Faktor penyesuaian % belok kiri

FRT = Faktor penyesuaian % belok kanan

Data masukan dan data-data perhitungan tercatat pada formulir USIG-II.

Langkah B-1 : Lebar Pendekat Dan Tipe Simpang

Pendekat merupakan daerah lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Lebar pendekat diukur pada jarak 10 m dari garis imajiner yang menghubungkan tipe perkerasan dari jalan berpotongan, yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif untuk masing-masing pendekat.

Parameter geometrik yang diperlukan unuk analisa kapasitas tercatat pada bagian atas formulir USIG-II

a. Lebar Rata-rata Pendekat

Jalan utama minor WBD dan WAC dan lebar rata-rata pendekat W_t .

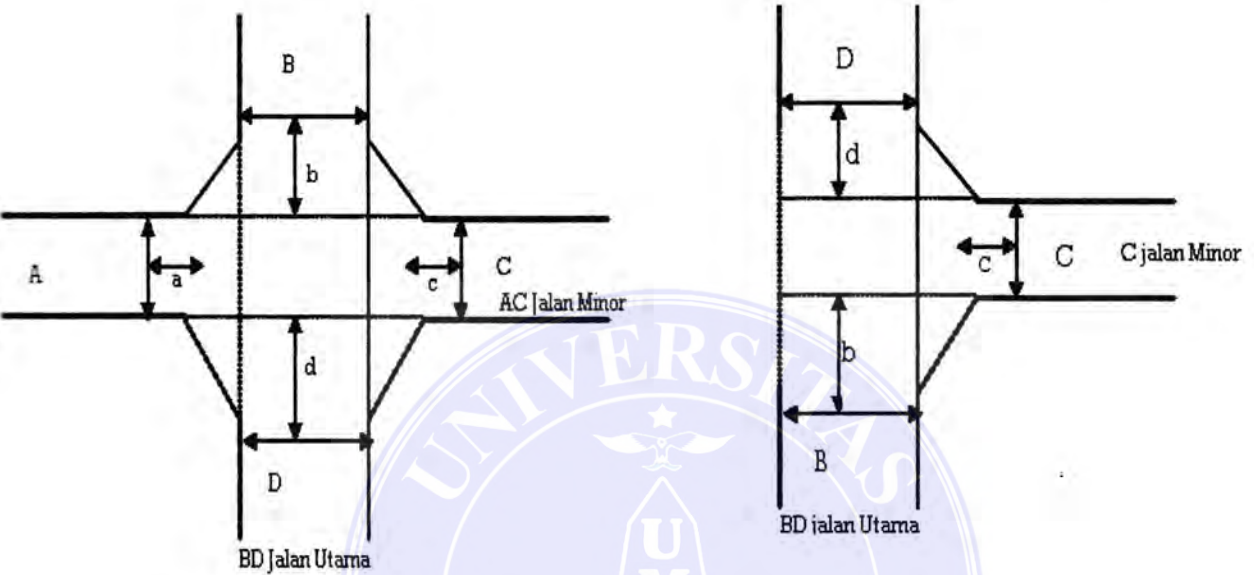
- Pendekat masing-masing minor WBD, WAC pada kolom 2, 3, 5 dan 6. lebar pendekat diukur pada jarak 10 m dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan yang berpotongan yang dianggap mewakili lebar pendekat efektif masing-masing pendekat. Untuk pendekat yang sering digunakan parker pada jarak kurang dari 20 meter dari garis imajiner yang menghubungkan tepi perkerasan dari jalan berpotongan, lebar pendekat dikurangi dua meter.
- Lebar rata-rata pendekat pada jalan utama dan jalan minor hasilnya pada kolom 4 dan 7.

$$WBD = \frac{W_B + W_C}{2}; WAC = \frac{W_A + W_C}{2} \dots\dots\dots(2. 11)$$

- Lebar rata-rata pendekat hasilnya pada kolom 8.

$$WI = \frac{(WA + WB + WC + WD)}{4} \text{ untuk empat persimpangan(2. 12a)}$$

$$WI = \frac{WA + WB + WC}{3} \text{ Untuk tiga persimpangan(2. 12b)}$$



Gambar 2.6 : Lebar rata-rata pendekat
 Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

b. Jumlah Jalur

Jumlah jalur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama, hasilnya terdapat pada kolom 9 dan 10.

Table 2. 7. Lebar Rata-rata Pendekat Minor dan Utama

Lebar Rata-Rata Pendekat Minor Dan Utama $W_{AC} \ W_{BD} (m)$	Jumlah Jalur (Total Untuk Kedua Arah)
$W_{BD} = (b + d/2)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4
$W_{AC} = (a/2 + c/2)/2 < 5,5$	2
$\geq 5,5$	4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

c. Tipe Simpang

Untuk menentukan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang dengan kode tiga angka. Dari hasil simpang IT pada kolom 11 formulir USIG-II tipe simpang 342 (Tiga simpang dengan Empat lajur minor dan dua lajur utama). Tipe simpang diambil pada tabel 2. 8.

Tabel 2. 8. Kode Tipe Simpang

Kode IT	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur jalan minor	Jumlah lajur jalan utama
3 2 2	3	2	2
3 4 4	3	4	4
3 4 2	3	4	2
4 2 2	4	2	2
4 2 4	4	2	4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Langkah B-2 : Kapasitas Jalan

➤ Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar). Nilai kapasitas dasar diambil dari tabel 2. 9 dan hasilnya pada kolom 20 pada formulir USIG-II variabel masukan adalah tipe IT (342).

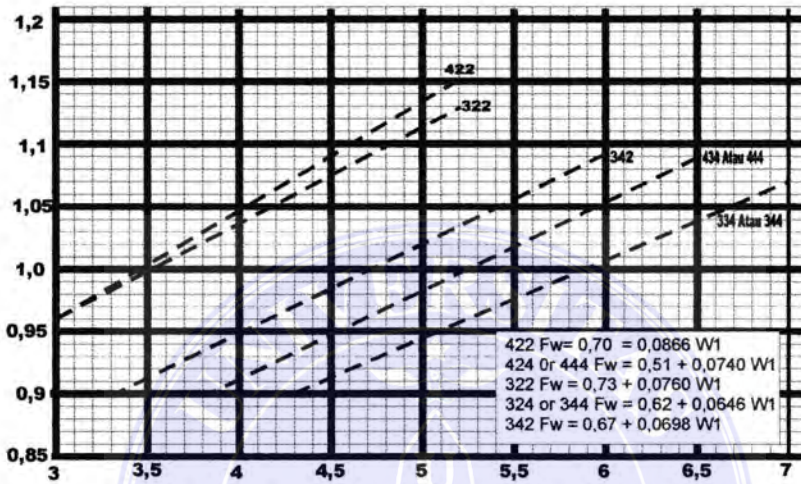
Tabel 2. 9. Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang

Tipe Simpang IT	Kapasitas Dasar (smp/jam)
3 2 2	2700
3 4 2	2900
3 2 4 atau 3 4 4	3200
4 2 2	2900
4 2 4 atau 4 4 4	3400

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Langkah B-3 : Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (Fyv)

Penyesuaian ini Fw didapat dari gambar 2. 6 tercatat pada kolom 21 variabel rata-rata pendekat (Wi) dan tipe simpang IT.



Rata-rata Lebar Pendekat Persimpangan Wi (meter)

Gambar 2. 7. Penyesuaian Lebar Pendekat
 Sumber ; Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2. 10 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat

Tipe Simpang	Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat
1	2
422:	0,7 + 0,0866 W1
424 atau 444	0,61 + 0,074 W1
322	0,076 W1
324	0,62 + 0,0646 W1
342	0,0698 W1

Sumber : Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

Langkah B-4 : Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

Pertimbangan teknik lalu lintas diperlukan untuk menentukan factor median. Median tersebut lebar jika kendaraan ringan standard dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus lalu lintas jalan utama.

Faktor penyesuaian median jalan utama diperoleh seperti pada table 2. 11 dan hasilnya pada kolom 22. penyesuaian hanya digunakan untuk jalan utama dengan 4 lajur variable masukan adalah tipe median jalan utama.

Tabel 2. 11. Faktor Penyesuaian Median Jalan utama

Uraian	tipe median	factor penyesuaian median
tidak ada median jalan utama	tidak ada	1,00
ada median jalan utama <3 m	sempit	1,05
ada median jalan utama >3 m	lebar	1,20

Sumber ; Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Langkah B-5 : Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Dapat ditentukan dengan tabel 2. 12 hasilnya pada kolom 2. 3 Variabel masukan adalah ukuran kota, CS.

Tabel 2. 12. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota, Fcs.

Ukuran Kota CS	Penduduk	Faktor Penyesuaian Kota
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

Sumber ; Simpang Tak Bersinyal MKJI 1997

Langkah B-6 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan

Hambatan samping dan kendaraan tak bermotor FRSU dihitung dengan menggunakan tabel 2. 13 di bawah dan hasilnya tercatat pada kolom 24 variabel masukan adalah tipe lingkungan jalan RE, kelas hambatan samping sf dan rasio kendaraan bermotor JMMV (dari Formulir USIG-I, baris 24 kolom 12).

Tabel 2. 13 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan	Rasio Kendaraan Tak Bermotor P_{UM}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
RE	Samping SE	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
Komersil	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/Sedang	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	Rendah						

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Berdasarkan anggapan bahwa pengaruh kendaraan bermotor terhadap kapasitas adalah sama seperti kendaraan ringan, yaitu $emp_{UM} = 1,0$

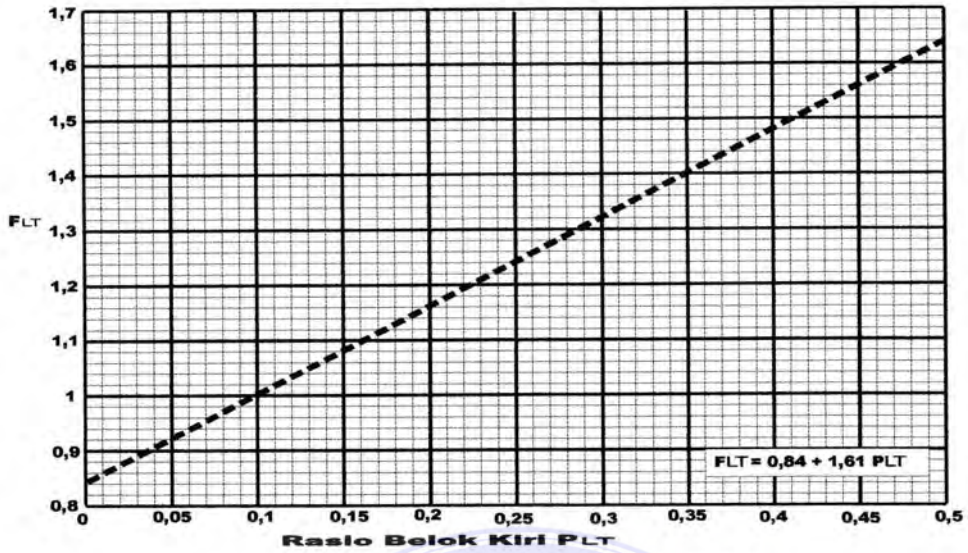
$$FRSU (PUM \text{ sesungguhnya}) = FRSU (PUM = 0) \times (1 - PUM \times emp_{UM}) \dots (2. 13)$$

Langkah B-7 : Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dari gambar 2. 8 di bawah ini.

Variabel masukan adalah belok kiri, FLT dari formulir USIG-I baris 20 kolom 11.

Batas nilai yang diberikan untuk FLT adalah rentang dasar empiris dari manual.

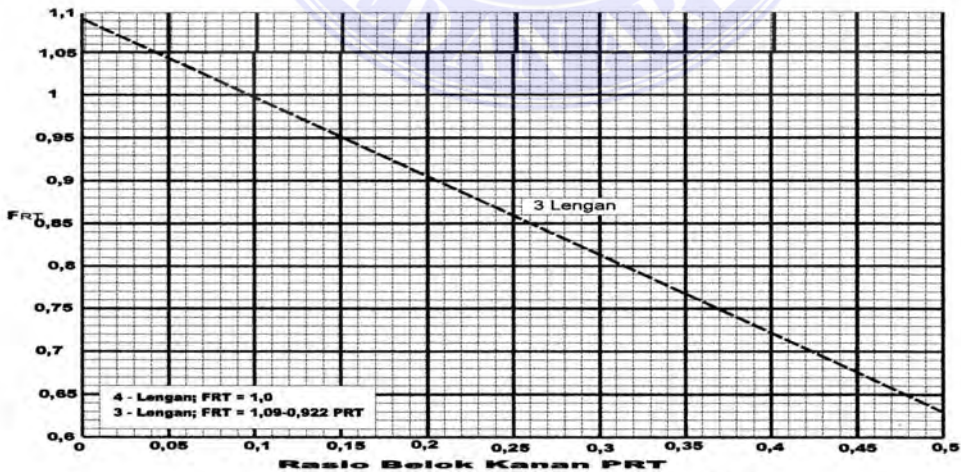


Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Gambar 2. 8 Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

Langkah B-8 : Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Faktor Penyesuaian Belok Kanan ditentukan dari gambar 2. 9 di bawah untuk simpang 3 lengan variable masukan adalah belok kanan, F_{RT} dari formulir USIG-I Baris 22 kolom 11, batas nilai yang diberikan untuk F_{RT} pada gambar adalah rentang dasar empiris dari manual



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Gambar 2. 9 Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

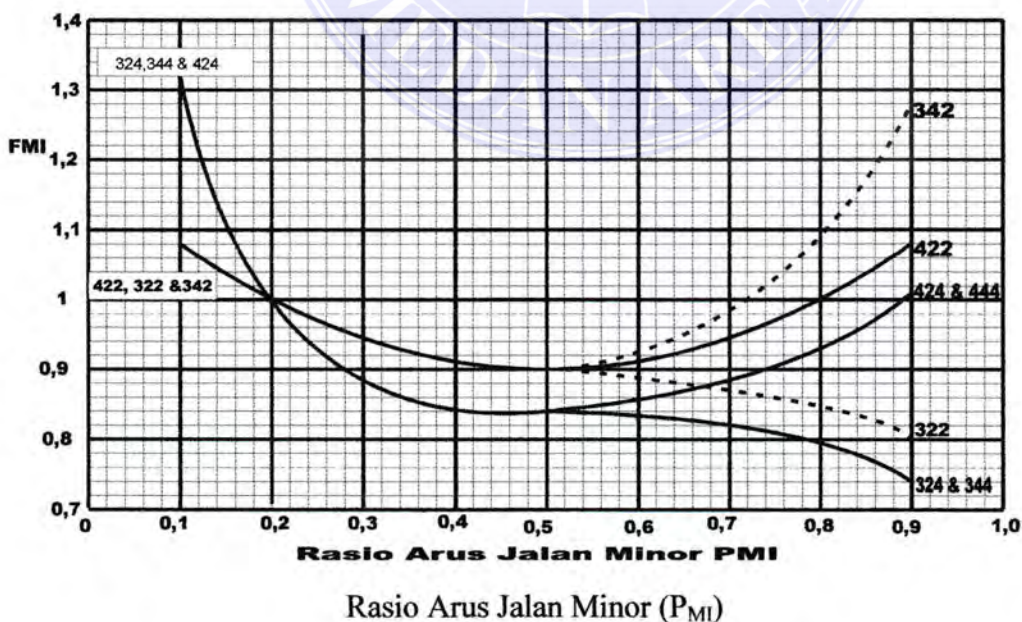
Langkah B-9 : Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor

Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor dari gambar 2. 10 variabel masukan arus jalan minor (PMI dari formulir USIG-I baris 24 kolom 10) dan tipe simpang IT (USIG-II kolom 11). Batas nilai yang diberikan untuk PMI pada gambar adalah rentang dasar dari manual. Seperti pada Tabel 2.14.

Tabel 2. 14 Penyesuaian Arus Jalan Minor ⁴

IT	F_{MI}	P_{MI}
424	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0.1 – 0.3
422	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0.1 – 0.3
444	$11,9 \times P_{MI}^2 - 11,1 \times P_{MI} + 1,11$	0.3 – 0.9
322	$1,19 \times P_{MI}^2 - 11,1 \times P_{MI} + 1,19$	0.1 – 0.5
	$- 0,595 \times P_{MI}^2 - 0,595 \times P_{MI}^3 + 0,74$	0.5 – 0.9
324	$1,19 \times P_{MI} - 1,19 \times P_{MI} + 1,19$	0.1 – 0.5
	$2,38 \times P_{MI}^2 - 2,38 \times P_{MI} + 1,49$	0.5 – 0.9
324	$16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95$	0.1 – 0.3
	$1,116 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0.3 – 0.5
344	$- 0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,69$	0.5 – 0.9

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Gambar 2. 10 Grafik Faktor penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI})

Langkah B-10 : Kapasitas

Kapasitas dihitung dengan menggunakan rumus dimana berbagai faktornya telah dihitung di atas. Hasilnya terdapat pada kolom 28.

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots(2. 14)$$

Dimana :

C = Kapasitas

C_o = Kapasitas Dasar

F_w = Faktor Penyesuaian Lebar Masuk

F_m = Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

F_{cs} = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

F_{MI} = Faktor penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor

F_{LT} = Faktor penyesuaian % belok kiri

F_{RT} = Faktor penyesuaian % belok kanan

FRSU = Faktor Penyesuaian Lingkungan Jalan Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor.

2. 2. 3 Perilaku Lalulintas

Perilaku lalulintas adalah ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional fasilitas lalulintas. Perilaku lalulintas pada umumnya dinyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan dan tundaan peluang antrian.

Langkah C-1 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalulintas terhadap kapasitas. Jika yang diukur adalah kejenuhan suatu simpang maka derajat kejenuhan di sini merupakan

perbandingan dari total arus lalulintas (smp/jam) terhadap besarnya kapasitas pada suatu persimpangan (smp/jam).

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$DS = \frac{QTOT}{C} \quad (2.15)$$

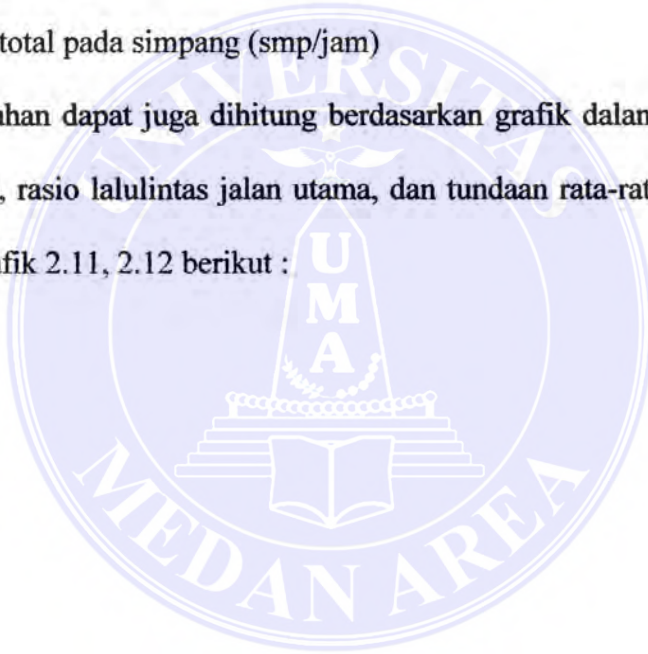
Dimana :

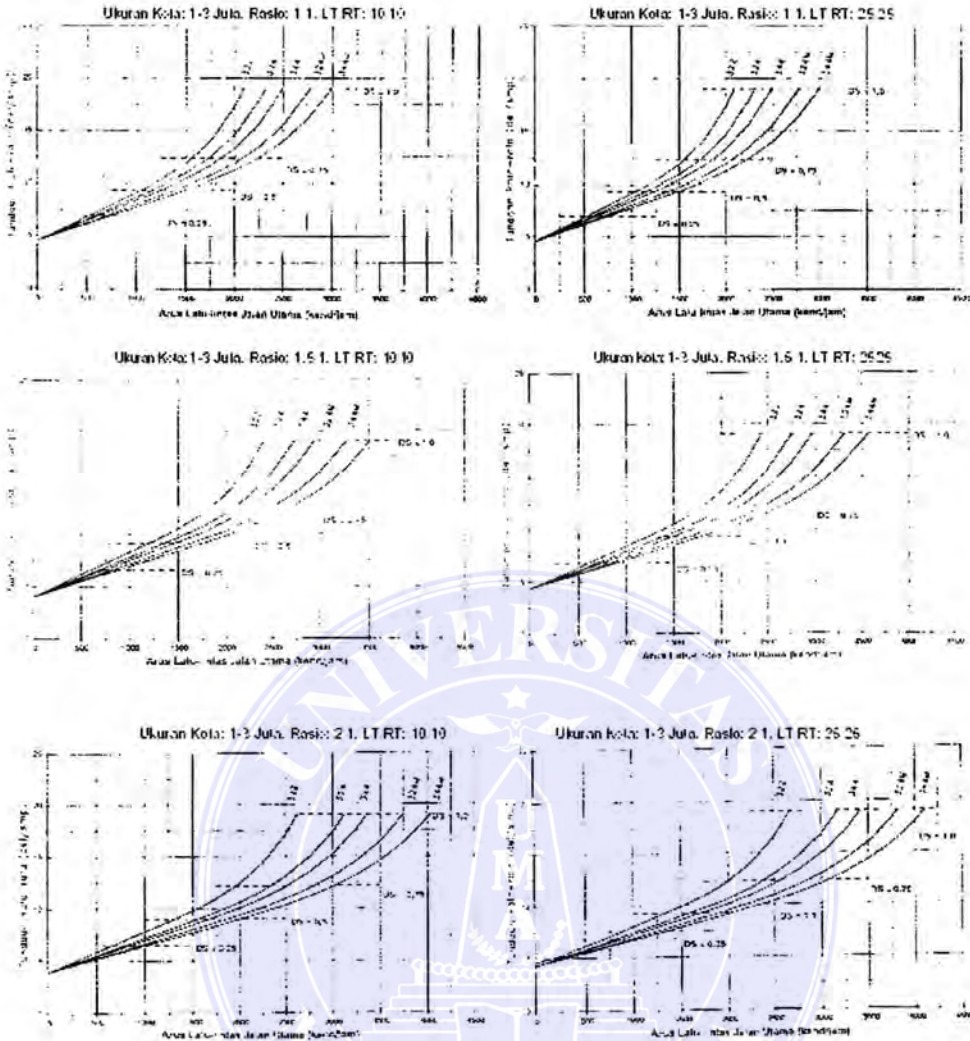
DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

QTOT = jumlah arus total pada simpang (smp/jam)

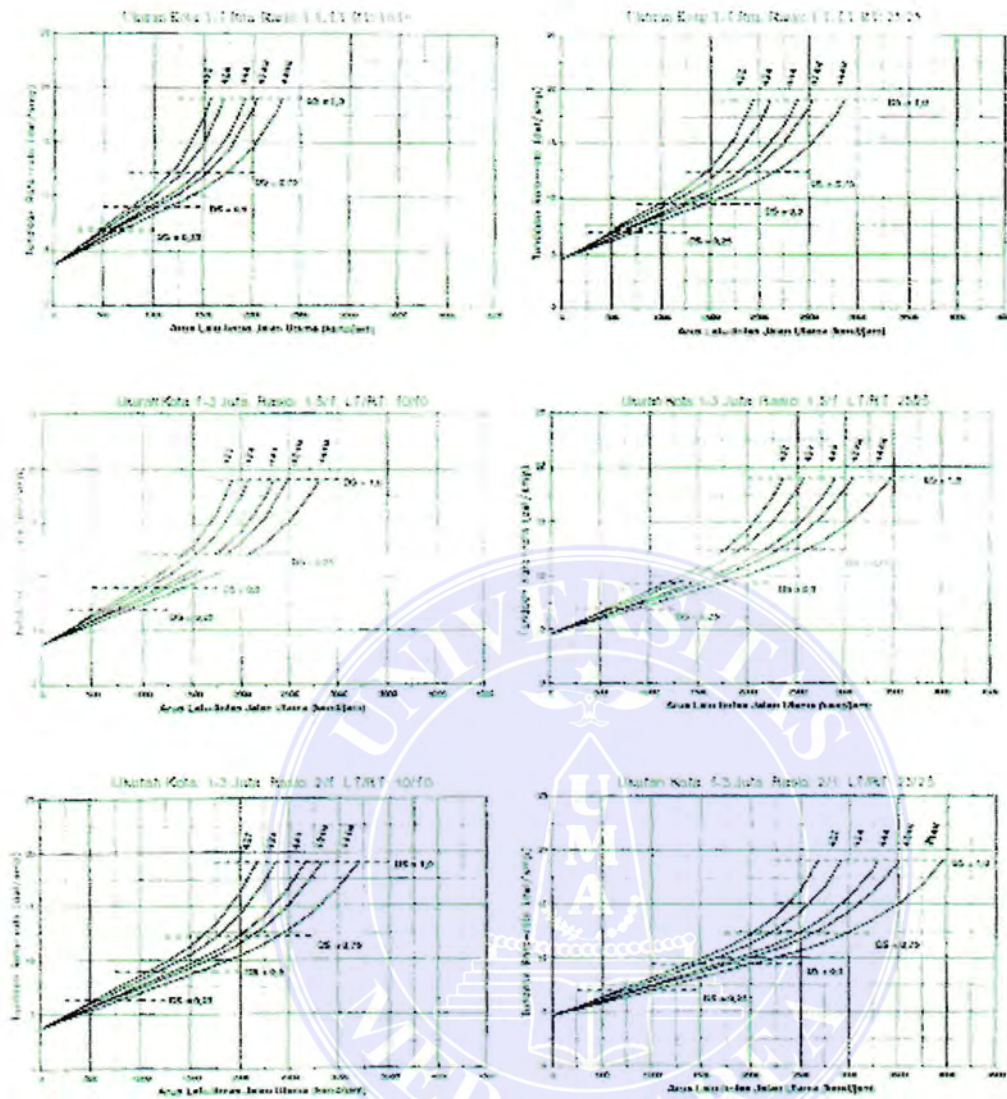
Derajat kejenuhan dapat juga dihitung berdasarkan grafik dalam variabel masukan ukuran kota, rasio lalulintas jalan utama, dan tundaan rata-rata. Hal ini dapat dilihat pada Grafik 2.11, 2.12 berikut :





Sumber : MKJI 1997

Gambar 2.11: Grafik Derajat Kejenuhan DS pada Simpang Tiga Tak Bersinyal



Gambar 2.12: Grafik Derajat Kejenuhan DS pada Simpang Empat Tak Bersinyal

Sumber : MKJI 1997

Pada analisa perencanaan dan operasional untuk meningkatkan kapasitas simpang tak bersinyal yang sudah ada, maka perlu perbaikan kecil pada geometric simpang agar dapat memperhatikan perilaku lalu lintas yang diinginkan.

Langkah C-2 Tundaan

1. Tundaan lalulintas simpang (DT1)

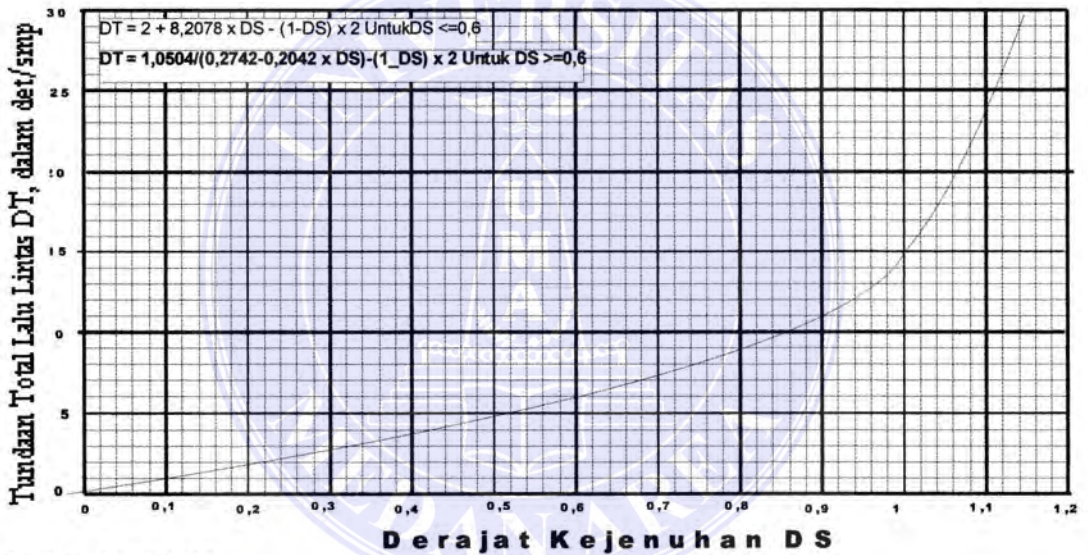
Tundaan lalulintas simpang adalah tundaan lalulintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. DT1 ditentukan dari kurva empiris antara DT1 dan DS1 dengan rumus :

untuk DS = 0,6

$$DT = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots (2.16)$$

untuk DS >= 0,6

$$DT = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \dots\dots\dots (2.17)$$



Sumber : MKJI 1997

Gambar 2.13 Grafik Tundaan Lalulintas Simpang VS Derajat Kejenuhan

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan dari formulir USIG-II, kolom 31.

Masukkan hasilnya dalam formulir USIG-II kolom. 32.

2. Tundaan lalulintas jalan utama (DTMA)

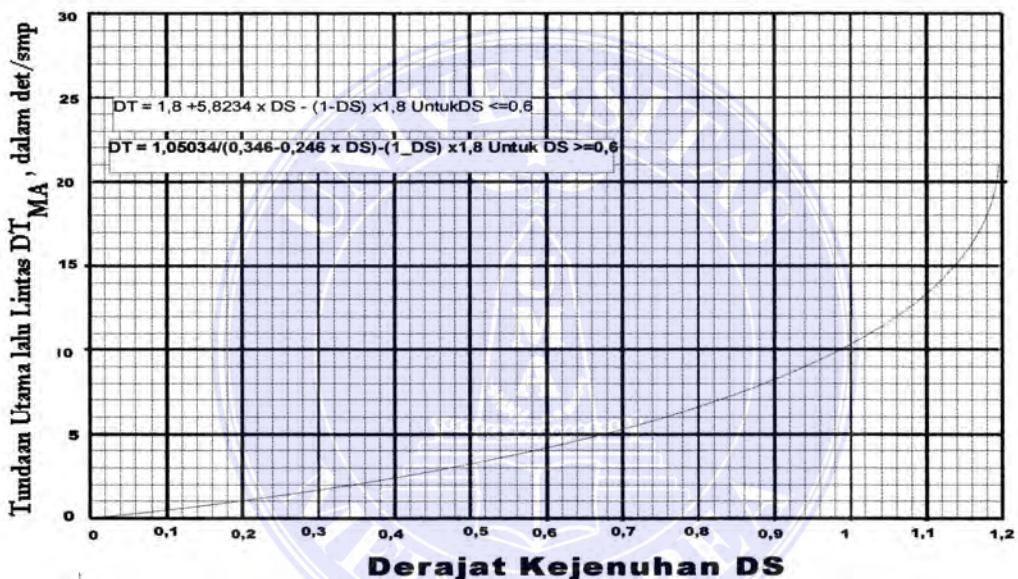
Tundaan lalulintas jalan utama adalah tundaan lalulintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. DTMA ditentukan dari kurva empiris antara DTMA dan DS :

untuk DS = 0,6

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 \cdot DS - (1 - DS) \cdot 1,8 \dots \dots \dots (2.18)$$

untuk DS= 0

$$DTMA = 1,05034 / (0,346 - 0,24 \cdot DS) - (1 - DS) \cdot 1,8 \dots \dots (2.19)$$



Sumber : MKJI 1997

Gambar 2.14 Grafik Tundaan Lalulintas Jalan Utama VS Derajat Kejenuhan

Dari gambar kurva empiris antara DTMI dan DS, dari gambar kurva empiris MKJI 1997 hal 41 Variabel derajat kejenuhan dari formulir USIG-II, kolom 31 hasilnya masuk ke dalam formulir USIG – II kolom 33.

3. Penentuan tundaan lalulintas jalan minor (DTMI)

Tundaan lalulintas jalan minor rata-rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundan jalan utama rata-rata :

$$DTMI = (QTOT \times DT1) - (QMA \times DTMA) / QMI \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana :

DTMI = Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor

DT1 = Tundaan lalu Lintas Simpang

DTMA = Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama

Variable masukan yaitu arus total QTot (Smp/jam) dari formulir USIG-I kolom 10 baris 23, tundaan lalu lintas utama QMA dari formulir USIG-I kolom 10 baris 19, tundaan lalu lintas jalan utama DTMA dari formulir USIG-II kolom 33 dan arus jalan minor QMI dari formulir USIG-I kolom 10 baris 10 hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 34.

4. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor masuk simpang.

Untuk DS < 1,0 :

$$DS = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4 \dots \dots \dots (2.21)$$

Untuk DS = 1,0 : DG = 4

Dimana :

DG = Tundaan geometrik simpang

DS = Derajat kejenuhan

PT = Rasio belok total,

Hasilnya dimasukkan pada formulir USIG-II kolom 35

5. Tundaan simpang (D)

Tundaan Simpang dihitung dengan rumus :

$$D = DG + DT1 \text{ (det/smp)} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

DG = Tundaan geometrik simpang

DT1 = Tundaan lalulintas simpang

Masukkan hasilnya dalam Form USIG-II Kolom 36.

Langkah C-3: Peluang Antrian

Rentang-nilai peluang antrian ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan, lihat Gambar 2.15.

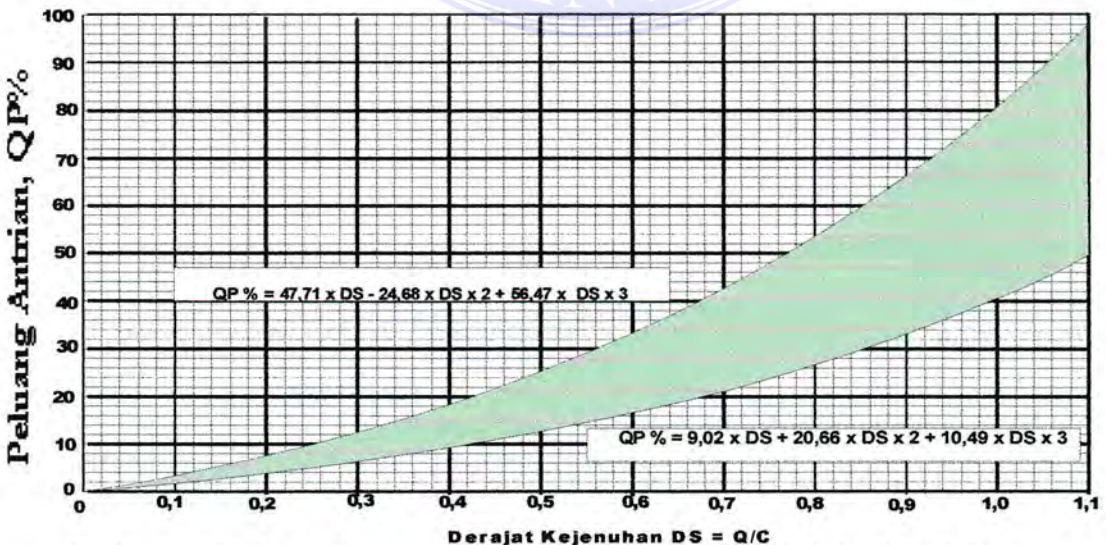
Dengan Rumus :

$$\text{Batas bawah QP \%} = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \dots\dots\dots (2.23)$$

$$\text{Batas atas QP \%} = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 - 56,47 \times DS^3 \dots\dots\dots (2.24)$$

Variabel masukan adalah derajat kejenuhan dari LANGKAH C-1.

Hasilnya dicatat pada Formulir USIG-II, Kolom 35.



Gambar 2.15 Grafik Rentang peluang antrian (QP%) terhadap derajat kejenuhan (DS).

Langkah C-4: Penilaian Perilaku Lalu-Lintas

Manual ini terutama direncanakan untuk memperkirakan kapasitas dan perilaku lalu-lintas pada kondisi tertentu berkaitan dengan rencana geometrik jalan, lalu-lintas dan lingkungan. Karena hasilnya biasanya tidak dapat diperkirakan sebelumnya, mungkin diperlukan beberapa perbaikan dengan pengetahuan para ahli lalu-lintas, terutama kondisi geometrik, untuk memperoleh perilaku lalu-lintas yang diinginkan berkaitan dengan kapasitas dan tundaan dan sebagainya. Sasaran yang dipilih diisikan dalam Formulir USIG-II, Kolom 38.

Cara yang paling cepat untuk menilai hasil adalah dengan melihat derajat kejenuhan (DS) untuk kondisi yang diamati, dan membandingkannya dengan pertumbuhan lalu-lintas tahunan dan "umur" fungsional yang diinginkan dari simpang tersebut. Jika nilai DS yang diperoleh terlalu tinggi (> 0,75), pengguna manual mungkin ingin merubah anggapan yang berkaitan dengan lebar pendekat dan sebagainya, dan membuat perhitungan yang baru. Hal ini akan membutuhkan formulir yang baru dengan soal yang baru. Penilaian tentang perhitungan ini dimasukkan dalam Formulir USIG-II, Kolom 39.

6. Tundaan

1) Tundaan lalu-lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang sebagai berikut (berdasarkan pada Akcelik 1988), dan masukkan hasilnya pada Kolom 13:

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \dots\dots\dots (2.25)$$

dimana:

DT = Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)
 UNIVERSITAS MEDAN AREA

c = waktu siklus yang disesuaikan (det) dari Form SIG-IV

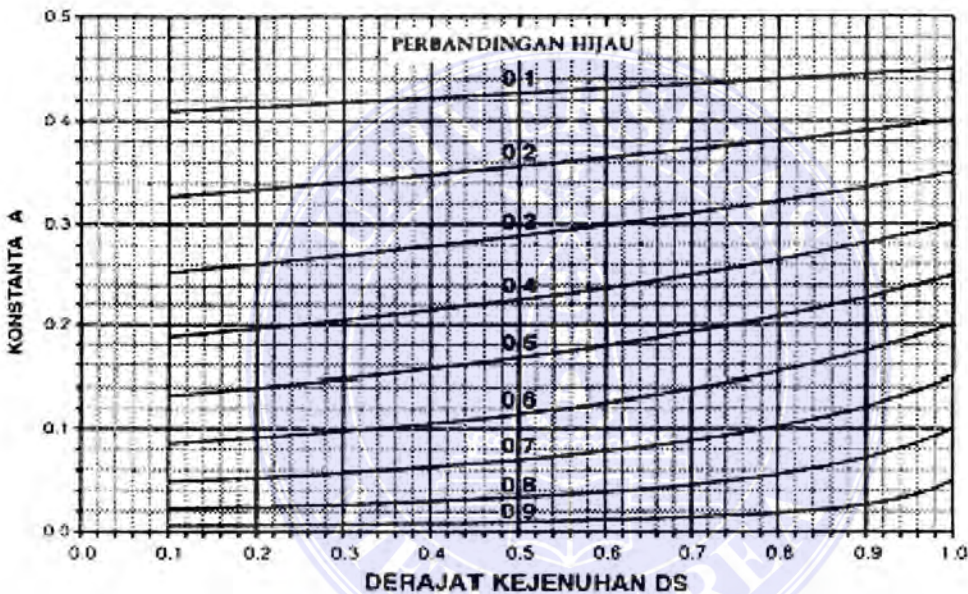
$$A = \frac{0,5x(1 - GR)^2}{1 - GR \times DS} \text{ lihat Gambar E-4:1 dibawah.}$$

GR = rasio hijau (g/c) dari Kolom 5

DS = derajat kejenuhan dari Kolom 4

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dari Kolom 6

C = kapasitas (smp/jam) dari Kolom 3



Gambar 2.16 Penetapan tundaan lalu-lintas rata-rata (DT)

2) Tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/atau ketika dihentikan oleh lampu merah:

$$DG_j = (1 - PSV) \times PT \times 6 + (PSV \times 4) \dots \dots \dots (2.26)$$

Dimana :

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

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

PT = Rasio kendaraan berbelok pada pendekatan dari Formulir SIG-IV

Masukkan hasil tundaan geometri rata-rata pada Kolom (14)

3) Tundaan geometrik gerakan lalu-lintas dengan belok kiri langsung (LTOR) sebagai berikut:

- Masukkan arus total dari gerakan LTOR dalam smp/jam pada Kolom 2 (dari Formulir SIG-II, gerakan terlindung) pada baris khusus untuk keperluan ini.
- Masukkan tundaan geometrik rata-rata = 6 detik pada Kolom 14.

4) Hitung tundaan rata-rata (det/smp) sebagai jumlah dari Kolom 13 dan 14 dan masukkan hasilnya pada Kolom 15.

5) Tundaan total dalam detik dengan mengalikan tundaan rata-rata (Kolom 15) dengan arus lalu-lintas (Kolom 2), dan masukkan hasilnya pada Kolom 16.

6) Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D1) dengan membagi jumlah nilai tundaan pada Kolom 16 dengan arus total (QTOT) dalam smp/jam yang dicatat dibagian bawah Kolom 2 pada Formulir SIG-V:

$$D_1 = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{TOT}} \dots\dots\dots (2.27)$$

Masukkan nilai tersebut kedalam kotak paling bawah pada Kolom 16.

- Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekatan demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan.

2. 3. Konflik Di Persimpangan

Suatu persimpangan jalan yang umum dengan jalur tunggal dan jalan keluar ditunjukkan pada gambar 2.13 dari diagram dapat diketahui tempat-tempat

yang sering terjadi konflik-konflik dan tabrakan kendaraan. Jumlah konflik yang

terjadi di setiap jamnya pada masing-masing pertemuan jalan dapat langsung diketahui dengan cara menghitung volume aliran untuk seluruh gerakan kendaraan. Masing-masing titik kemungkinan menjadi tempat terjadinya kecelakaan dan tingkat maksimum kecelakaannya berkaitan dengan kecepatan relative suatu kendaraan. Apabila ada pejalan kaki yang menyeberang jalan pada pertemuan jalan tersebut, konflik langsung kendaraan dan pejalan kaki akan meningkat frekuensinya saat pejalan kaki menyeberang jalur pendekat. 24 titik konflik kendaraan/pejalan kaki terjadi pada pertemuan jalan tersebut dengan mengabaikan gerakan diagonal yang dilakukan oleh pejalan kaki.

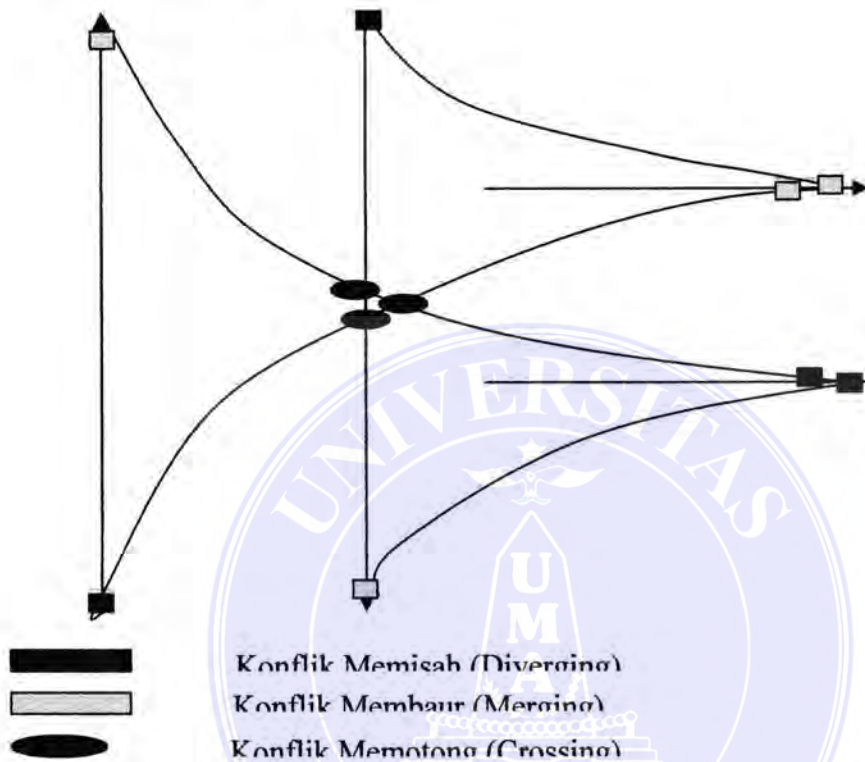
Suatu operasi yang paling sederhana ialah hanya melibatkan satu maneuver penggabungan, pemisahan atau penyilangan dan hal ini merupakan hal yang diinginkan yang memungkinkan untuk menghindari gerakan yang banyak dan berkombinasi yang kesemuanya ini agar diperoleh pengoperasian yang sederhana. Biasanya terdapat batas pemisah dari aliran yang paling disenangi (prioritas) dan kemudian gerakan yang terkontrol dibuat terhadap dan dari sebuah aliran sekunder. Keputusan untuk menerima atau menolak sebuah gap diserahkan kepada pengemudi dari aliran yang bukan prioritas.

2. 3. 1. Jenis Konflik di Persimpangan

a. Pemisahan

Gerakan pemisahan (*diverging*) merupakan gerakan yang paling sederhana untuk dilakukan sebagaimana keputusan pengemudi terbatas untuk memilih titik untuk meninggalkan arus secara cepat, dengan demikian tidak melibatkan pemilihan waktu gap yang tepat. Peringatan dini yang cukup dari

titik meninggalkan arus harus diberikan untuk mempermudah pengemudi mengatur kecepatannya secara bertahap sesuai dengan yang dibutuhkan untuk keluar dari dengan tepat.



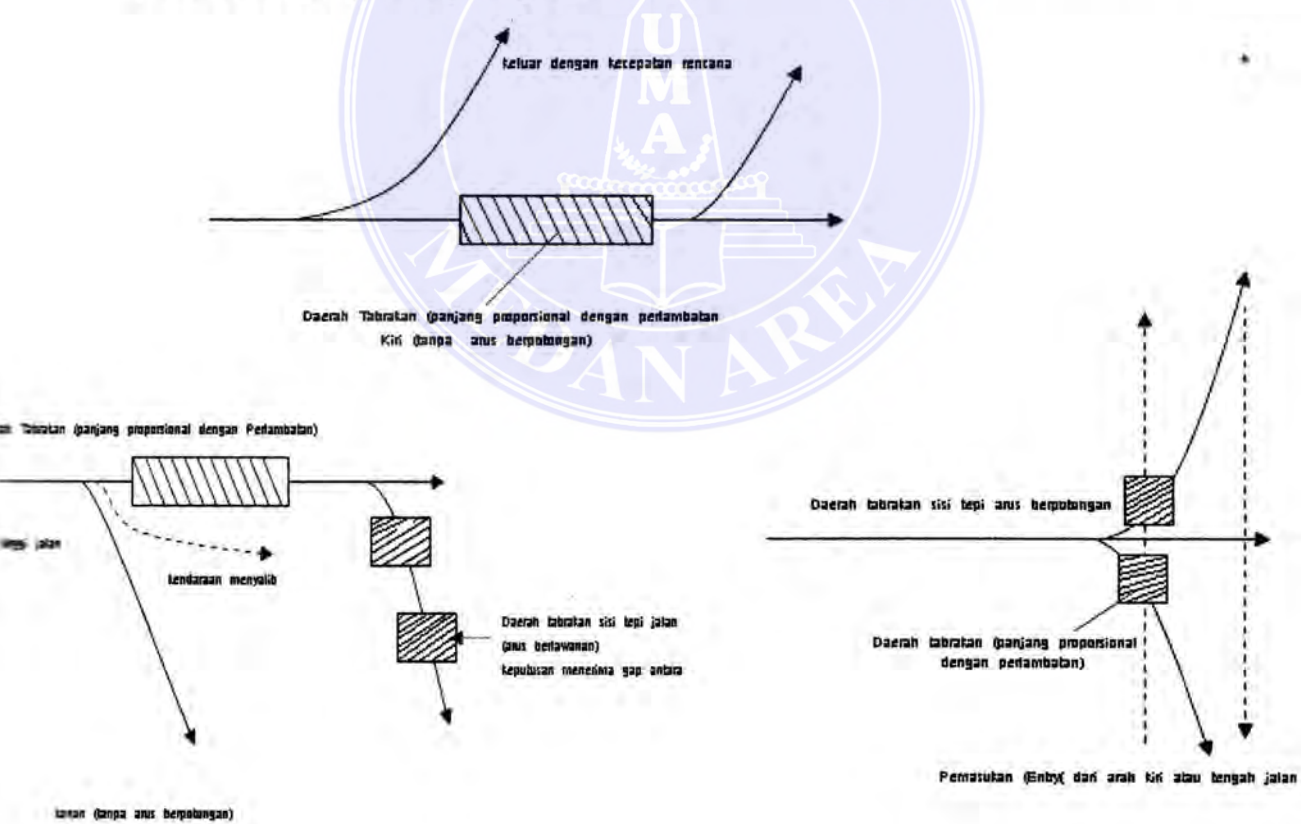
Sumber :Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas (F.D. Hobbs)

Gambar 2. 17 : Titik Konflik Pada Lokasi Penelitian

Peringatan dini yang cukup dari titik meninggalkan arus harus diberikan untuk mempermudah pengemudi mengatur kecepatannya secara bertahap sesuai dengan yang dibutuhkan untuk keluar dari dengan tepat. Jumlah pengurangan kecepatan akan mempengaruhi ukuran daerah tabrakan yang meningkat saat pengurangan kecepatan dimulai. Perencanaan yang memungkinkan gerakan meninggalkan arus tanpa pengurangan kecepatan tidak akan menimbulkan titik konflik dan daerah potensial kecelakaan.

Dengan menggunakan aturan jalur kiri, gerakan pemisahan ke arah kiri

dihubungkan dengan tabrakan dari bagian belakang, akan tetapi hal ini biasanya lebih aman daripada gerakan pemisahan ke arah kanan yang dapat menimbulkan tabrakan dari arah samping maupun belakang oleh kendaraan yang mengikutinya atau tabrakan sisi dan depan yang diakibatkan kendaraan dari depan. Gerakan pemisahan ke arah kanan biasanya menimbulkan gerakan memotong arus yang berlawanan tergantung pada pemilihan gap kecuali bila jalan tersebut berjalur searah atau berupa pemisahan dengan perbedaan ketinggian. Kendaraan seringkali terhenti atau bergerak perlahan pada daerah kecelakaan sehingga berpengaruh mengurangi kapasitas karena keterbatasan ruang pada jalur yang ditematinya. Gerakan-gerakan dasar dan daerah kecelakaan ditunjukkan pada gambar 2. 18



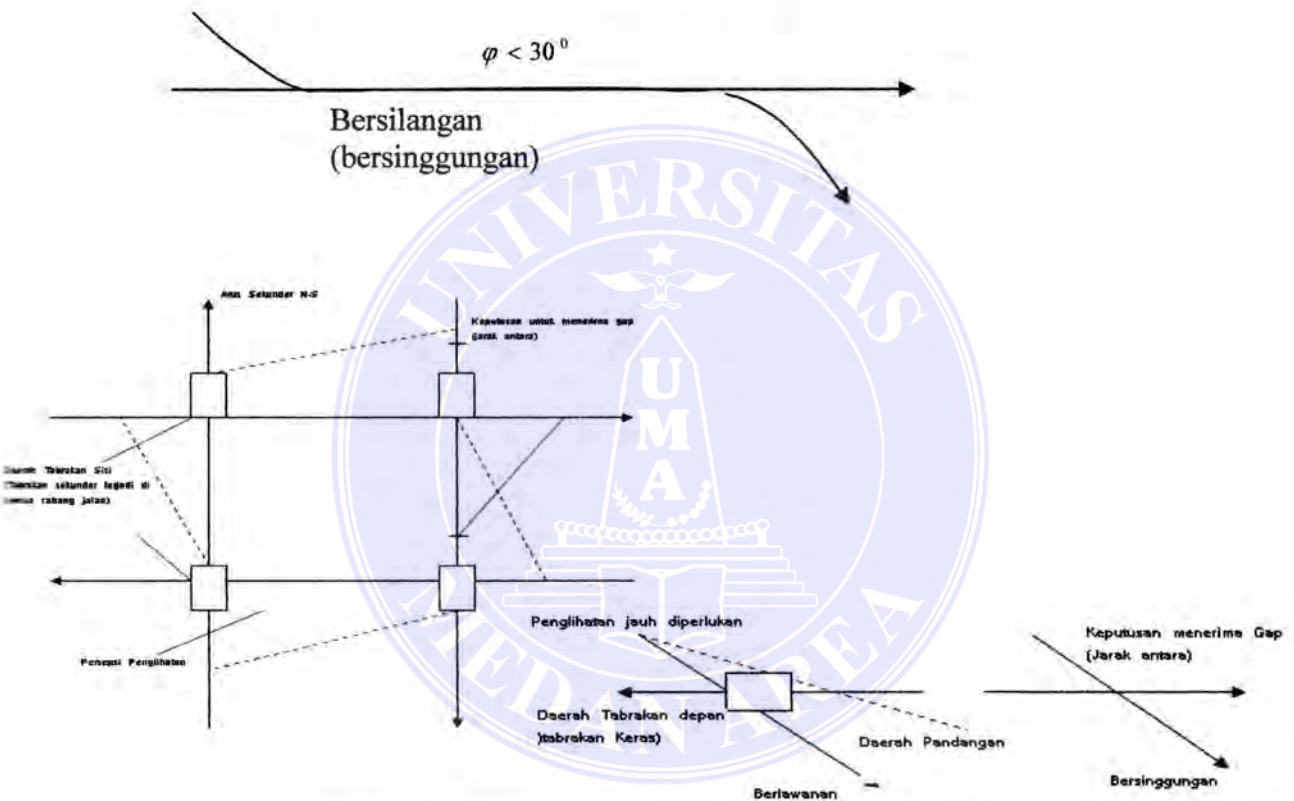
Gambar 2. 18 : Gerakan Dan Manuver Kendaraan (Pemisahan)

Sumber : Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas (F. D. HOBBS).

b. Penggabungan

Pengemudi yang ingin melakukan gerakan penggabungan (merging) menuju suatu arus prioritas dipaksa untuk memilih gap yang tepat. Persyaratan kritis ialah bahwa interval waktu dan jarak diantara kedatangan kendaraannya pada titik gabung, disesuaikan dengan kecepatannya sendiri dan kendaraan yang datang berikutnya pada arus utama. Keputusan dan kombinasi yang diperlukan untuk menggabung dari tepi jalan akan lebih mudah disbanding dengan yang dilakukan pada posisi tengah jalan. Gerakan yang terakhir ini, pada kasus pertemuan jalan sebidang biasanya dilakukan segera setelah arus di depannya memotong dan oleh sebab itu dilakukan dari kendaraan terhenti atau pada kecepatan rendah (yaitu pada kondisi relative tinggi). Daerah tabrakan timbul di belakang kendaraan yang melakukan gerakan penggabungan dan di depan kendaraan yang datang seperti terlihat pada gambar 2. 19. Ukuran gap untuk gerakan penggabungan sangat dipengaruhi oleh kecepatan relatif kendaraan, kondisi kecepatan relatif tinggi membutuhkan gap yang lebih besar untuk gerakan yang aman dan sebaliknya diperlukan gap yang lebih kecil pada kecepatan relatif rendah. Pada saat kecepatan nol dan kecepatan absolute tidak terlalu besar, banyak gap kecil yang terbentuk pada arus yang digunakan oleh sebagian pengemudi. Untuk operasi kecepatan yang sangat tinggi, daerah maneuver harus direncanakan untuk gerakan penggabungan yang memerlukan jarak yang lebih panjang.

penyilangan yang pertama dari suatu jalan berjalur ganda dan aliran dua arah (dari sisi samping) akan lebih mudah untuk dinilai, karena kemampuan penglihatan yang memadai, disbanding dengan arus yang jauh. Daerah tabrakan, terlihat pada gambar 2. 20 timbul pada seluruh titik pengurangan kecepatan. Meskipun daerah tabrakan utama sangat kecil, namun berakibat tidak baik karena kondisi kecepatan yang relatif tinggi.



Gambar 2. 20 : gerakan dan manuver kendaraan (Penyilangan)
 Sumber : Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas (F. D. HOBBS).

d. Menyaliap – nyalip berpindah-pindah jalur (Weaving)

Gerakan Menyaliap – nyalip berpindah-pindah jalur (weaving) dapat dianggap kasus yang khusus dari gerakan penyilangan tetapi titik kejadian sebenarnya bersifat fleksibel , seperti gerakan menyaliap pada pertemuan jalan garis sudut kecil (kurang dari 30 derajat). Gerakan Menyaliap

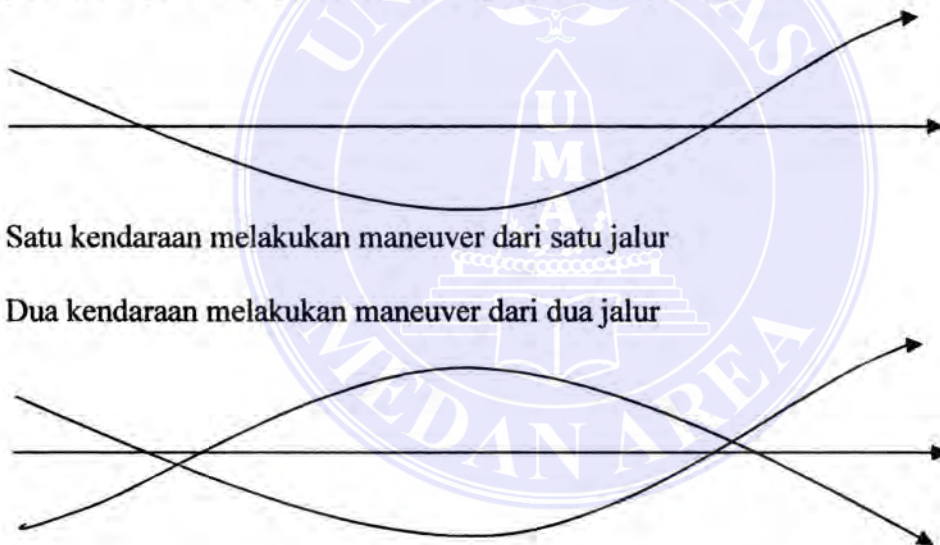
– nyalip berpindah-pindah jalur ini harus diperlakukan secara terpisah dari gerakan penyilangan bukan tegak lurus (oblique crossing) secara langsung. Sebagaimana dari pengertian kata gerakan Menyalip – nyalip berpindah-pindah jalur yang berarti menyalip kendaraan-kendaraan yang lain pada jalur-jalur yang berbeda, secara kontiniu berpindah dari jalur ke jalur yang disebelahnya meskipun kecepatannya biasanya berkurang, tanpa melakukan pemberhentian. Ukuran gap sekali lagi merupakan hal yang penting tetapi dengan implikasi gerakan yang kontiniu meskipun pada volume yang tinggi, hanya menimbulkan ukuran gap yang kecil.

Suatu contoh Menyalip – nyalip berpindah-pindah jalur adalah yang terjadi pada bundaran dan diantara jalur penghubung masuk dan keluar pertemuan jalan tidak sebidang (tidak sama ketinggiannya). Sebuah contoh khusus timbul pada suatu lintas perkotaan yang jalan lokal masuk ke salah satu sisi jalan utama. Masuk dan keluar diantara lintasan, memotong gap pada persimpangan yang tidak tegak lurus dapat dianggap sebagai gerakan sebuah gunting.

Dahulu ahli perencanaan Inggris tidak menaruh prioritas pada bundaran dan dua buah keputusan yang berkaitan dibutuhkan, seorang pengemudi mengambil prioritas dari pengemudi lainnya. Tetapi pengemudi yang masuk bundaran sekarang harus memberikan prioritas kepada kendaraan yang berada di sisi kanannya. Karena gerakan Menyalip – nyalip berpindah-pindah jalur dilakukan pada kecepatan relatif rendah, maka kecelakaan yang terjadi biasanya tidak terlalu parah disbanding dengan gerakan penyilangan, namun tetap dibutuhkan kerapian di dalam merencanakan kebutuhan pejalan

kaki dan pengendara sepeda motor. Mereka itu mungkin tidak terlihat karena terhalang pilar-pilar kaca kendaraan depan dan tetap tersembunyi untuk waktu yang lama disebabkan karena jalur belokan dan kecepatan relatif satu dengan yang lain.

Bundaran yang kecil lebih banyak dipakai pada prinsip penyilangan bukan tegak lurus disbanding dengan gerakan Menyalip – nyalip berpindah-pindah jalur dan tiidak diragukan lagi bahwa bundaran tersebut menimbulkan lebih banyak kondisi yang tidak baik dengan kontrol arah yang lebih buruk disbanding dengan kanalisasi secara tradisional lainnya atau pertemuan jalan berupa bundaran. Seperti terlihat pada gambar 2.21 di bawah



Gambar 2. 21 Gerakan dan manuver kendaraan (Penyilangan)

Sumber : Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas (F. D. HOBBS).

Dapat diketahui dari penjelasan terdahulu mengenai daerah tabrakan, bahwa kendaraan harus dianggap tidak semata-mata terbatas dalam batasan fisik saja tetapi sebagai objek dengan daerah pengaruh yang berasal dari sisi-sisinya. Ukuran daerah tersebut tergantung karakteristik pribadi pengemudi serta pengaruh sifat kondisi pengoperasian. Seandainya seluruh

peubah benar-benar dievaluasi, maka daerah pengaruh tersebut dapat dipetakan dengan menggunakan berbagai nilai interval kontur, tergantung pada situasi, tipe kendaraan dan kecepatan.

2.4 Perencanaan Simpang Bersinyal

2.4.1 Prinsip Dasar Pengendalian Persimpangan Dengan Alat Pemberi

Isyarat

Lalulintas pada suatu persimpangan yang diatur dengan alat pemberi isyarat lalulintas harus mematuhi aturan yang disampaikan oleh isyarat lampu tersebut. Keberhasilan dari pengaturan ini dengan alat pemberi isyarat lalulintas ditentukan dengan berkurangnya penundaan waktu untuk melalui persimpangan (waktu antri yang minimal) dan berkurangnya angka kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan.

2.4.2 Kriteria

Kriteria bahwa suatu persimpangan sudah harus dipasang alat pemberi isyarat lalulintas adalah :

1. Arus minimal lalulintas yang menggunakan persimpangan rata-rata 750 kendaraan perjam selama 8 jam dalam sehari.
2. Waktu menunggu rata-rata kendaraan dipersimpangan telah melampaui 30 detik.
3. Pada daerah tersebut dipasang suatu sistem pengendalian lalulintas terpadu (Area Traffic Control /ATC)

2.4.3 Geometri, Pengaturan Lalulintas dan Kondisi Lingkungan

Perhitungan geometri dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Masing-masing pendekat dapat digunakan untuk belok kiri langsung (LTOR) atau tanpa belok kiri langsung.

2.4.4 Lebar Pendekat dan Tipe Pendekat

2.4.4.1 Lebar Pendekat (W)

Lebar pendekat adalah lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur dibagian tersempit disebelah hulu (m).

$$WA = WMASUK + WLTOR \dots\dots\dots(3.16)$$

Dengan :

WMASUK = Lebar masuk (m)

WA = Lebar pendekat (m)

WLTOR = Lebar Belok Kiri Langsung (m)

2.4.4.2 Tipe Pendekat

Pendekat adalah daerah dari lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melalui garis henti. Terdapat dua tipe pendekat yaitu tipe pendekat terlindung dan tipe pendekat terlawan. Sedangkan tipe pendekat yang direncanakan untuk pertemuan sebidang bercabang empat (simpang empat) ini adalah tipe pendekat terlindung.

2.4.5 Arus Lalulintas (Q)

Arus lalulintas adalah jumlah unsur lalulintas yang melalui titik tidak terganggu di hulu, pendekatan persatuan waktu. Perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode. Biasanya arus lalulintas dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$QMV = (QLV \times empLV) + (QHV \times empHV) + (QMC \times empMC).....(3.17)$$

Dengan :

- QMV = Arus kendaraan bermotor total (smp/jam)
- QLV, QHV, QMC = Arus lalulintas tiap tipe kendaraan (kend/jam)
- empLV, empHV, empMC = Nilai emp untuk tiap tipe kendaraan

2.4.6 Arus Jenuh (S)

Arus jenuh adalah keberangkatan antrian didalam suatu pendekatan selama kondisi yang ditentukan. Nilai arus jenuh yang disesuaikan dihitung dengan persamaan :

$$S = So \times FCS \times FSF \times FP \times FRT \times FLT(3.18)$$

Dengan :

- So = Arus Jenuh Dasar
- FCS = Faktor penyesuaian hambatan samping
- FSF = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan,hambatan samping dan kendaraan tak bermotor
- FP = Faktor penyesuaian parkir

FLT = Faktor penyesuaian belok kiri

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

2.4.6.1 Arus Jenuh Dasar (So)

Arus jenuh dasar adalah besarnya keberangkatan antrian didalam pendekat selama kondisi ideal (mp/jam hijau). Untuk pendekat tipe P (arus terlindung) arus jenuh dasar dihitung dengan persamaan :

$$So = 600 \times We \text{ smp/jam hijau} \dots\dots\dots (3.19)$$

Dengan :

So = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

We = Lebar efektif (m)

2.4.6.2 Rasio Arus Jenuh

Rasio arus jenuh adalah rasio arus terhadap arus jenuh dari suatu pendekat, yang nilainya dapat dicari dengan menggunakan persamaan 3.20 berikut (MKJI 1997, hal 2-58) :

$$FR = Q / S \dots\dots\dots(3.20)$$

Dengan :

FR = Rasio arus jenuh

Q = Arus lalulintas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

2.4.6.3 Rasio Arus Simpang

Rasio arus simpang adalah jumlah dari rasio arus kritis (tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus, yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan 3.21 berikut (MKJI 1997, hal 2-58) :

$$IFR = \Sigma (FR \text{ crit}) \dots \dots \dots (3.21)$$

2.4.6.4 Rasio Arus Fase

Rasio arus fase adalah rasio arus kritis dibagi dengan rasio arus simpang, yang nilainya dicari dengan persamaan 3.22 berikut (MKJI 1997, hal 2-58) :

$$PR = FR \text{ crit} / IFR \dots \dots \dots (3.22)$$

Dengan :

- PR = Rasio fase
- FR crit = Rasio arus kritis
- IFR = Rasio arus simpang

2.4.7 Penentuan Face Sinyal dan Waktu Sinyal

2.4.7.1 Penentuan Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Di dalam analisis operasional dan perencanaan sinyal, MKJI 1997 menyarankan suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk pengosongan dan waktu hilang. Waktu merah semua (all red) diperlukan untuk pengosongan pada akhir fase.

Titik konflik kritis pada masing-masing fase (i) titik yang menghasilkan untuk waktu merah semua (all red) terbesar yang nilainya dicari dengan menggunakan persamaan 3.23 berikut (MKJI 1997, hal. 2-44) :

$$\text{Merah semua } i = \left[\frac{(L_{EV} + l_{ev})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]_{MAX}$$

Dengan :

LEV , LAV = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

IEV = Panjang kendaraan yang berangkat dengan nilai

5 m (untuk LV atau HV)

2 m (untuk MC atau UM)

VEV , VAV = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det), dengan nilai :

VAV= kecepatan kendaraan yang datang, 10 m/det (kendaraan bermotor)

VEV = Kecepatan kendaraan yang berangkat, 10 m/det (kendaraan bermotor)

3 m/det (kendaraan tak bermotor)

1,2 m/det (pejalan kaki)

IEV = Panjang kendaraan berangkat : 5 m (LV atau HV)

2 m (MC atau UM)

Waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu antar hijau dengan menggunakan persamaan 3.24 berikut (MKJI 1997, hal. 2-44) :

$$LTI = \Sigma (\text{merah semua} + \text{kuning}) i = \Sigma IGi \dots\dots\dots (3.24)$$

2.4.7.2 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (cua)

Waktu siklus sebelum penyesuaian digunakan untuk pengendalian waktu tetap, yang besarnya dihitung dengan rumus 3.25 berikut (MKJI 1997, hal. 2-59) :

$$Cua = (1.5 \times LTI + 5) / (1-IFR) \dots\dots\dots (3.25)$$

Dengan :

Cua = waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det)

IFR = Rasio arus simpang Σ (FRcrit)

2.4.7.3 Waktu Hijau (g)

Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekatan. Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu hijau untuk masing-masing fase dapat dihitung dengan persamaan 3.26 berikut (MKJI 1997, hal. 2-60) :

$$g = (cua - LTI) \times PR_i \dots\dots\dots (3.26)$$

Dengan :

g = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det)

PR i = Rasio fase FRcrit / Σ (FRcrit)

2.4.7.4 Waktu Siklus Penyesuaian (c)

Waktu siklus yang disesuaikan berdasar pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan ditambah dengan waktu hilang. Waktu siklus yang diperoleh dapat dihitung dengan persamaan

3.27 berikut (MKJI 1997, hal. 2-60) :

$$c = \Sigma g + LTI \dots\dots\dots (3.27)$$

Dengan :

C = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

Σg = Σ Tampilan waktu hijau (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det)

2.5 Data Penelitian

Data penelitian adalah data yang akan digunakan untuk proses perhitungan simpang. Data penelitian terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.

Data primer meliputi kondisi geometrik, kondisi lingkungan, volume lalu lintas yang diperoleh melalui survei langsung di lokasi. Data sekunder meliputi jumlah penduduk di Kota Medan yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS).

2.5.1 Kondisi Geometri

Bentuk geometri simpang adalah simetris dengan lebar jalan utama yaitu Lengan Utara dan Selatan berbeda dengan lebar jalan minor yaitu Lengan Timur. Simpang ini tidak dilengkapi dengan fasilitas berupa rambu lalu lintas yang berguna untuk meningkatkan kapasitas simpang, lampu lalu lintas, garis penyeberangan, fasilitas untuk pejalan kaki.

Jumlah lajur total untuk kedua arah yaitu arah masuk dan arah keluar bagi masing-masing lengan pada jalan utama dan jalan minor secara teoritis telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan MKJI 1997, halaman (3 – 32) yaitu terdiri atas 2 lajur untuk rerata dari pendekatan jalan minor dan pendekatan jalan utama yang berlawanan $< 5,5$ m.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

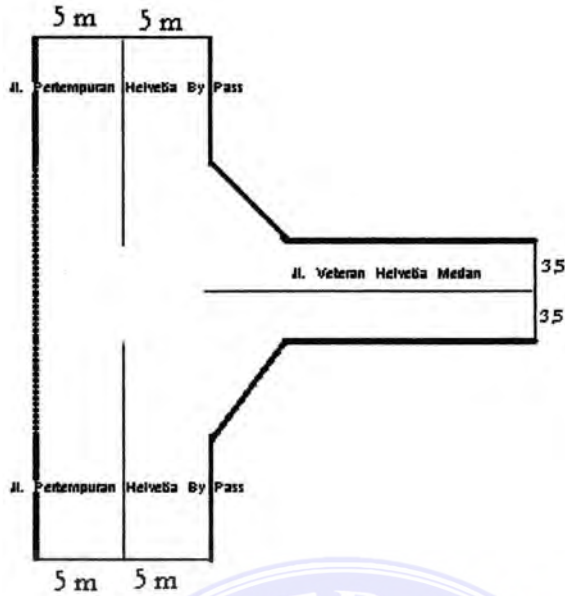
Survei yang dilakukan meliputi pengukuran lebar tiap lengan simpang, penentuan lebar pendekatan, pengukuran bahu jalan, pengukuran kemiringan jalan dan pencatatan fasilitas lain seperti pada tabel 2.15 berikut.

Tabel 2.15 Data Lengan Simpang

Jalan	Lebar Jalan (m)	Lebar Pendekat (m)	Marka Jalan	Median	Bahu Jalan (m)
Jl. Pertempuran (Utara)	10	5	-	-	1
Jl. Pertempuran (Selatan)	10	5	-	-	1
Jl. Veteran	7	3,5	-	-	1,5

Sumber: Data Lapangan Simpang Jl. Pertempuran Helvetia By Pass-Jl. Veteran Helvetia

Pekerjaan pengukuran kemiringan jalan dilakukan dengan cara mengukur jarak horizontal pada masing-masing lengan dengan jarak 10 meter dari sumbu simpang dengan menggunakan meteran. Untuk mengukur ketinggian digunakan selang yang diisi air lalu diukur beda tingginya. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai ketinggian : LU = + 2,30 cm, LS = - 3,30 cm, LT = + 1,2 cm dan LB = - 0,70 cm. Kemiringan masing-masing lengan diperoleh dengan membagi nilai vertikal ini dengan nilai horisontal 10 meter. Diperoleh nilai kemiringan : LU = 0,23 %, LS = 0,33 %, LT = 0,12 % dan LB = 0,07 %. Nilai G dapat dilihat pada tabel 2.16.



Gambar 2.22 Kondisi geometrik simpang

Tabel 2.16 Penentuan Golongan Median

Golongan Median	Lereng Melintang
Datar (D)	0 – 9,9 %
Perbukitan (B)	10 – 24,9 %
Pegunungan (g)	≥ 25 %

Tabel 2.17 Persentase Kemiringan Jalan

Jalan	% Grade
Jl. Pertempuran (Utara)	0,23
Jl. Pertempuran (Selatan)	0,33
Jl. Veteran	0,12

Sumber: Data Lapangan Simpang Jl. Pertempuran – Jl. Veteran

2.5.2 Kondisi Lingkungan

Tiga faktor yang ditinjau untuk menentukan kondisi lingkungan simpang

Jl. Pertempuran – Jl. Veteran yaitu tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan ukuran kota.

1. Tipe Lingkungan Jalan

Dilihat dari tata letak simpang, simpang ini berada pada kawasan bisnis, pendidikan dan perumahan. Lengan timur merupakan kawasan perumahan, pendidikan. Ini dapat dilihat dari bangunan-bangunan yang berdiri sebagian besar adalah kompleks perumahan dan Sekolah sehingga lalulintas yang terjadi tergolong tinggi. Berdasarkan MKJI 1997 tipe lingkungan jalan ini digolongkan tipe lingkungan jalan minor, pada lengan timur terdapat bangunan toko permanen serta terdapat perkantoran dan gudang yang memiliki tingkat lalulintas yang cukup tinggi.

Lengan Selatan dan Utara adalah merupakan daerah pendidikan yang memiliki tingkat lalulintas yang tinggi, juga terdapat Gudang, serta perumahan dan toko-toko permanen yang juga memiliki tingkat lalulintas yang tinggi.

Berdasarkan MKJI 1997 tipe lingkungan jalan ini digolongkan tipe lingkungan jalan komersial.

2. Hambatan Samping

Hambatan samping terbesar terjadi pada jalan utama yang merupakan jalur yang dilalui lalulintas dengan kondisi yang kompleks. Hambatan samping ini berupa :

- a. Kendaraan parkir pada badan jalan.
- b. Kendaraan yang keluar masuk area parkir.
- c. Calon penumpang yang menggunakan angkutan umum.
- d. Angkutan umum yang menaikan dan menurunkan penumpang pada daerah simpang.

Berdasarkan MKJI 1997 tipe hambatan samping digolongkan tipe hambatan samping tinggi. Hambatan samping pada lengan selatan adalah angkutan-angkutan umum yang menaik dan menurunkan penumpang, Hambatan samping pada lengan Timur berupa para pejalan kaki dalam kondisi yang rendah. Berdasarkan MKJI 1997 tipe hambatan samping digolongkan tipe hambatan samping rendah.

3. Ukuran Kota

Data jumlah penduduk Kota Medan Pada Tahun 2007 yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik adalah 2.270.970 jiwa. Berdasarkan MKJI 1997 untuk ukuran kota dengan jumlah penduduk sebanyak ini digolongkan kedalam ukuran kelas kota besar.

2.5.3 Volume Arus Lalulintas

Survei lalulintas dilakukan pada jam-jam sibuk dengan menggunakan lembar kerja sehingga didapatkan volume lalulintas selama satu jam puncak dari seluruh hasil survei volume lalulintas untuk masing-masing lengan persimpangan. Pencacahan kendaraan dilakukan selama tiga hari berturut-turut pada hari Senin, Selasa, dan Rabu tanggal 31 Agustus, 01, 02 - September 2009 untuk periode jam sibuk Pagi pukul 07.00 – 09.00 WIB, periode jam sibuk Siang pukul 12.00 – 14.00 WIB, periode jam sibuk Sore Pukul 16.00 – 18.00 WIB.

Komposisi lalulintas kendaraan yang disurvei pada simpang dikelompokkan atas 4 jenis, yaitu:

1. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicles*, HV)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

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)29/12/23

Kendaraan berat yang melewati simpang antara lain : Bus besar, Truk Minyak, Truk Angkutan.

2. Kendaraan Ringan (*Light vehicles, LV*)

Kendaraan ringan yang melalui simpang antara lain: Bus Angkutan, Pick up, colt, kijang, sedan, jeep.

3. Sepeda Motor (*Motor cycles, MC*)

Kendaraan yang dikategorikan sepeda motor yang melewati simpang adalah sepeda motor dan scoter.

4. Kendaraan Tak Bermotor (*Unmototorized, UM*)

Kendaraan yang dikatrgorikan tak bermotor yang melewati simpang adalah sepeda, gerobak dorong dan becak.

Dalam menentukan arus lalulintas puncak untuk periode jam puncak pagi, siang dan sore, data perolehan dari pencacahan pada tiap lengan dijumlah untuk waktu setiap satu jam dengan periode penjumlahan setiap 15 menit sesuai dengan tipe kendaraan bermotor tanpa mengikutkan kendaraan tak bermotor (UM). Penjumlahan sesuai dengan tipe kendaraan ini dalam satuan kend/jam, belum bias digunakan untuk menentukan arus lalulinyas jam puncak.

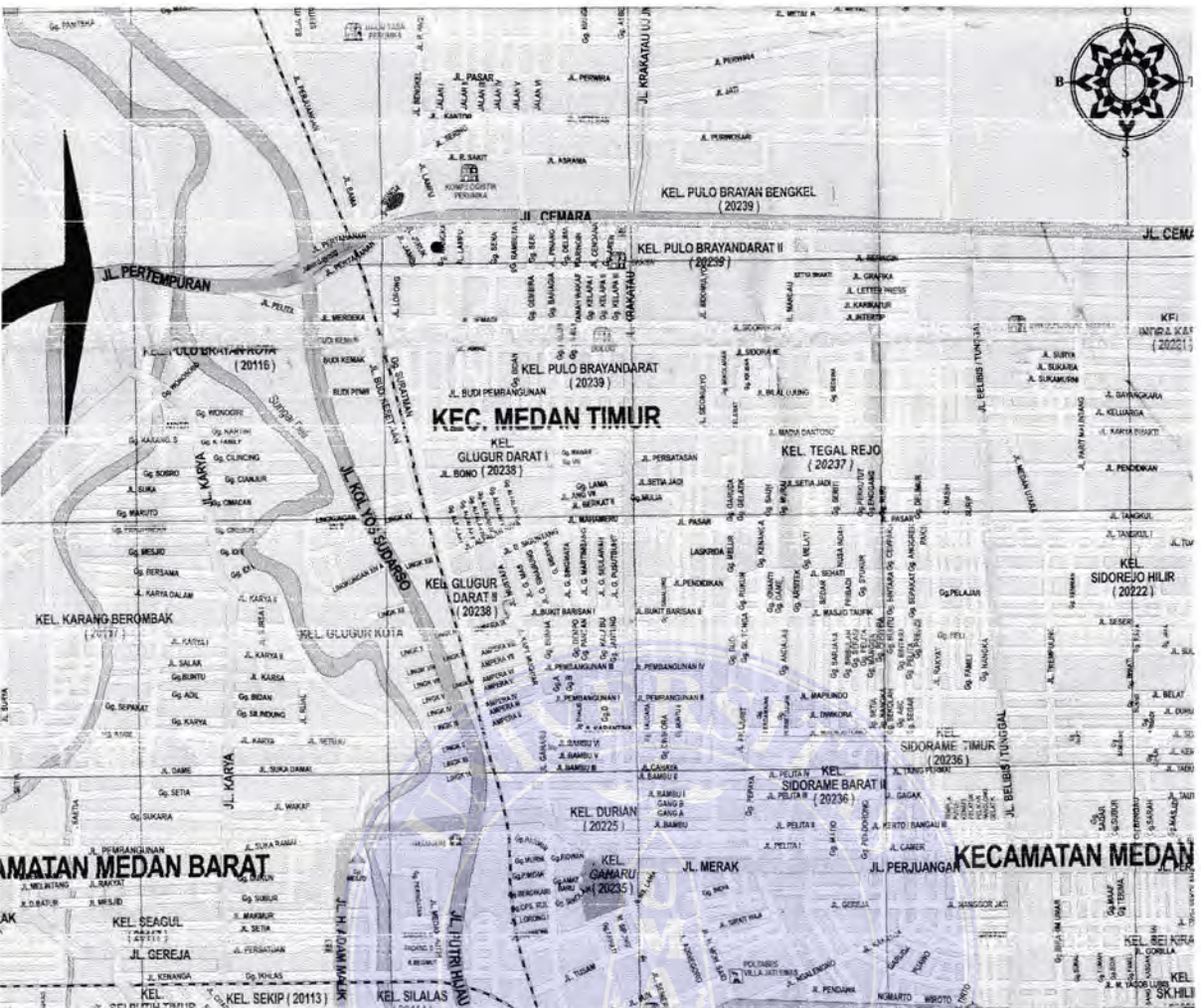
Langkah yang berikutnya adalah merubah satuan kend/jam menjadi smp/jam dengan cara mengalikan jumlah kendaraan dengan faktor konversi berdasarkan tipe kendaraan. Hasil yang diperoleh dijumlahkan tanpa mengikutkan kendaraan tak bermotor. Jumlah total smp/jam tiap lengan inilah yang digunakan untuk menentukan jam puncak untuk periode jam sibuk pagi, siang dan sore. Data dapat dilihat pada Tabel 2.18 Volume Jam Puncak Simpang di bawah ini.

Tabel 2.18 Volume Jam Puncak Simpang

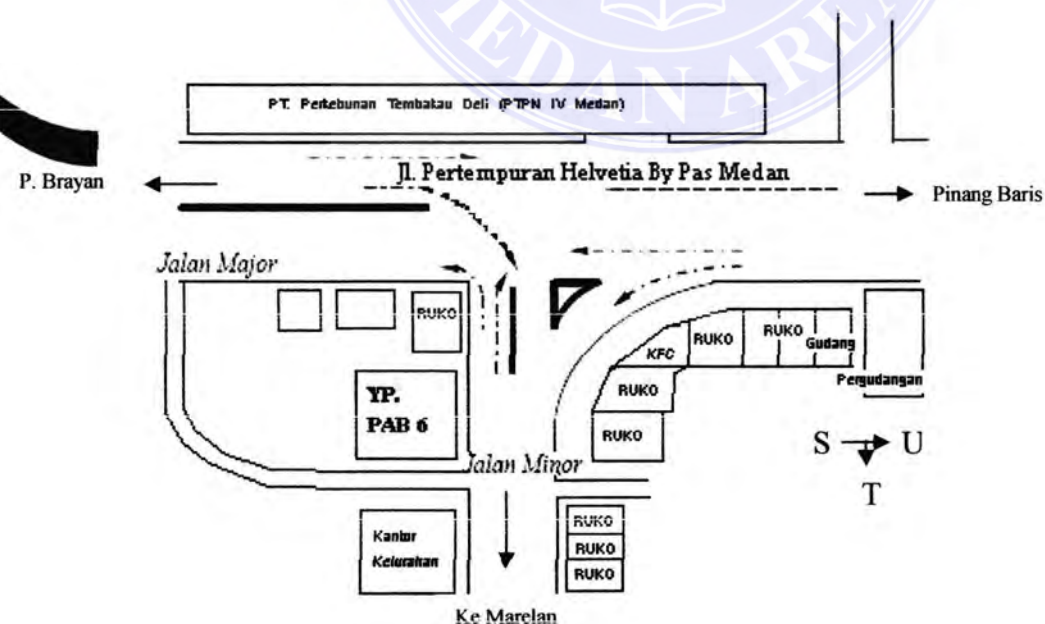
Periode Waktu (WIB)	Jumlah Volume Simpang (smp/jam)		
	Senin, 31/08/2009	Selasa, 01/09/2009	Rabu, 02/09/2009
07.00 – 08.00	1766	1210	1362
07.15 – 08.15	1730	1223	1383
07.30 – 08.30	1627	1064	1258
07.45 – 08.45	1541	949	1248
08.00 – 09.00	1610	1006	1360
12.00 – 13.00	946	1086	1274
12.15 – 13.15	1045	1210	1363
12.30 – 13.30	1059	1199	1365
12.45 – 13.45	1078	1233	1336
13.00 – 14.00	1173	1331	1454
16.00 – 17.00	1168	1480	1521
16.15 – 17.15	1046	1283	1374
16.30 – 17.30	1298	1215	1105
16.45 – 17.45	1118	1323	1056
17.00 – 18.00	1650	1302	1273
PUNCAK	1766	1480	1521

Sumber: Perhitungan Data Lapangan Simpang Jl. Pertempuran – Jl. Veteran

Dari hasil survei yang dilakukan, didapatkan volume kendaraan pada simpang Jl. Pertempuran – Jl. Veteran yang tertinggi adalah pada pukul 07.00 – 08.00 WIB pagi, yaitu 1766 smp/jam. Data volume ini akan menjadi acuan yang dipakai dalam melakukan analisis simpang Jl. Pertempuran – Jl. Veteran.



Gambar 3.2 Peta Kecamatan Medan Barat
 Sumber : [www. Google.com/Medan.ku](http://www.Google.com/Medan.ku).



Gambar 3.3 : Lokasi Penelitian

Sumber : *Data Lapangan Simpang Jl. Pertempuran – Jl. Veteran*

3.2 Survei Pendahuluan dan Pemilihan Lokasi

Mengamati beberapa persimpangan yang ada secara visual (kondisi geometrik, komposisi kendaraan, dan fasilitas jalan), dan akhirnya dipilih simpang Jl. Pertempuran Helvetia By Pass dan Jl. Veteran Helvetia Medan karena pada simpang tersebut sering terjadi permasalahan yang menyangkut perilaku lalulintas.

3.2.1 Pengumpulan Data

Data primer atau data yang diambil dari lapangan meliputi kondisi geometrik, kondisi lingkungan, hambatan samping, volume lalulintas. Data sekunder meliputi jumlah penduduk di Kota Medan Khususnya yang menyangkut pada daerah penelitian, data pertumbuhan jumlah kendaraan dari Biro Pusat Statistik (BPS).

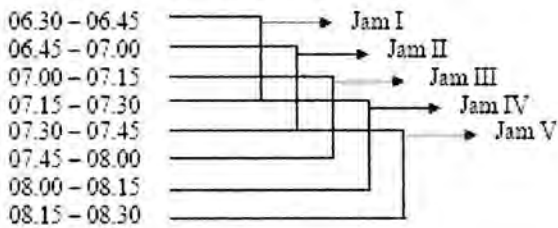
Data primer didapat dengan cara observasi atau pengamatan di lokasi penelitian, yaitu meliputi :

- a. Pengamatan pengukuran geometrik simpang dilakukan dengan mencatat jumlah lajur dan arah, menentukan kode pendekat (timur, utara dan selatan) dan tipe pendekat (terlindung atau terlawan), ada tidaknya median jalan, menentikan kelandaian jalan, mengukur lebar pendekat, lebar lajur belok kiri langsung, lebar bahu dan median (jika ada), lebar masuk dan keluar pendekat. Pengukuran dilakukan pada malam hari agar tidak mengganggu kelancaran arus lalulintas.
- b. Pengamatan kondisi lingkungan adalah menetapkan simpang tersebut sebagai lahan komersial, lahan pemukiman atau daerah dengan akses terbatas.

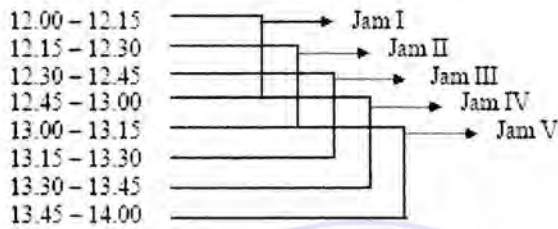
- c. Pengamatan dan pencacahan hambatan samping dilakukan pada sisi terbaik pendekat dengan mencatat semua pergerakan oleh unsur-unsur pejalan kaki, kendaraan yang keluar masuk halaman di sisi pendekat.
- d. Survei volume lalulintas dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor jumlah kendaraan, arah gerakan, waktu pengamatan dan periode jam sibuk. Setiap pencatat mencatat semua kendaraan yang melewati (sesuai klasifikasinya) baik untuk gerak lurus, belok kiri serta mengisikannya ke dalam formulir pencacahan yang disediakan. Waktu pengamatan dibagi per 15 menit untuk pagi, siang dan sore hari. Kondisi cuaca saat pengamatan dicatat apakah cuacanya cerah, turun hujan atau kondisi lainnya. Pencacahan volume lalulintas dilakukan pada jam-jam sibuk anggapan selama 3 hari.
- e. Penentuan jam-jam sibuk anggapan di sini berdasarkan fungsi dari Jl. Pertempuran Helvetia By Pass dan Jl. Veteran Helvetia Medan. Jalan ini merupakan jalur yang sering digunakan oleh masyarakat untuk melakukan aktifitas kerja bagi para pegawai maupun aktifitas sekolah bagi para pelajar, dan Kendaraan Perusahaan melintas sehingga diambil 3 hari yaitu hari Senin, Selasa, Rabu.

Penelitian dilakukan pada jam-jam sibuk/puncak yaitu pada :

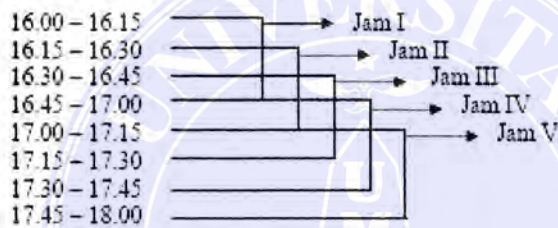
- Pagi : Pukul 06.30 – 08.30 WIB



- Siang : Pukul 12.00 – 14.00 WIB



- Sore : Pukul 16.00 – 18.00 WIB



Volume lalu lintas dicatat per 15 menit agar mendapatkan data yang lebih akurat yang kemudian diolah untuk menjadi volume lalu lintas tiap jam. Untuk menentukan jam puncak yaitu dengan memilih volume lalu lintas tiap jam yang terbesar. Setelah didapatkan data volume lalu lintas untuk tiap jam (smp/jam) dan periode pengamatan (pagi, siang, sore) masing-masing untuk hari Senin, Selasa, Rabu, maka selanjutnya adalah dengan menjumlahkan volume lalu lintas setiap masing-masing gerakan pada setiap lengan simpang. Untuk menentukan jam puncak yaitu dengan memilih volume lalu lintas terbanyak pada setiap periode (pagi, siang, sore).

- f. Surveyor yang dibutuhkan untuk survey pencacahan volume arus lalu lintas dan jenis kendaraan terdiri dari :

- Untuk tiap lengan pada simpang ada 2 atau 3 (tiga) surveyor yang mencatat volume arus lalu lintas tiap-tiap surveyor mencatat kendaraan LV, HV, dan MC.
- Jumlah surveyor yang mencatat hambatan samping untuk tiap-tiap lengan simpang ada 1 orang.

Data sekunder didapat dengan menginventarisasi data yang merujuk pada data dari instansi terkait meliputi data pertumbuhan jumlah penduduk di kota Medan, data pertumbuhan jumlah kendaraan dari Biro Pusat Statistik (BPS).

3.2.2 Alat Penelitian

Dalam pengambilan data digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan penelitian sebagai berikut ;

a. *Stopwatch*

Digunakan sebagai pencatat waktu tundaan lalu lintas.

b. *Hand counter* atau pencacah digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang melewati persimpangan berdasarkan jenis kendaraan pada masing- masing lengan per periode.

c. *Rol meter*

Digunakan sebagai alat untuk mengukur lebar jalan pada tiap-tiap lengan dipersimpangan.

d. Formulir - formulir penelitian dan alat tulis

Sebagai alat pencatat hasil dari data-data primer yang ada pada waktu pengamatan berlangsung.

3.2.3 Analisis Data untuk Simpang Tak Bersinyal dengan MKJI 1997

Data primer dan data sekunder yang diperoleh dari lapangan merupakan masukan untuk perhitungan simpang tak bersinyal dengan MKJI 1997. Analisis data untuk Simpang Tak Bersinyal dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) ini bertujuan untuk mengetahui kinerja simpang apakah masih layak atau tidak. Apabila dari hasil analisis menunjukkan kinerja simpang sudah tidak layak lagi, maka perlu adanya pemecahan masalah.

Akhir dari analisis ini bertujuan untuk merencanakan pola serta ukuran yang sesuai dan memenuhi sasaran yang diharapkan untuk kondisi lingkungan tertentu.

3.2.4 Menentukan Manajemen Simpang dan Fase Sinyal

Manajemen dibuat berdasarkan hasil perencanaan lampu lalu lintas serta pengaruh sinyal terhadap kapasitas, derajat kejenuhan, perilaku lalu lintas (panjang antrian, angka henti, rasio kendaraan berhenti dan tundaan).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan diambil kesimpulan:

1. Berdasarkan geometrik, simpang tersebut terletak pada daerah padat penduduk, yang mana daerah tersebut merupakan wilayah Pendidikan, Permukiman Penduduk, Perdagangan dan Bisnis dan simpang tersebut merupakan salah satu akses jalan utama Medan – Aceh. Sehingga Simpang tersebut pada jam puncak sering mengalami Arus jenuh.
2. Alternatif I : Kinerja simpang untuk kondisi simpang tak bersinyal pada keadaan eksisting menunjukkan nilai derajat kejenuhan $DS = 0,9556$, setelah dilakukan kombinasi Pemasangan Rambu larangan berhenti pada simpang tak bersinyal ini menghasilkan $DS = 0,89$, serta menghasilkan antrian dan tundaan yang tinggi.
3. Alternatif II : Kinerja simpang untuk kondisi simpang tak bersinyal pada keadaan eksisting menunjukkan nilai derajat kejenuhan $DS = 0,9556$, setelah dilakukan kombinasi Kombinasi pelebaran jalan utama dan pemasangan rambu larangan berhenti pada simpang tak bersinyal ini menghasilkan $DS = 0,901$, serta menghasilkan antrian dan tundaan yang tinggi.
4. Alternatif III : Kinerja simpang untuk kondisi simpang tak bersinyal pada keadaan eksisting menunjukkan nilai derajat kejenuhan $DS = 0,9556$, setelah dilakukan kombinasi pelebaran jalan utama, pelebaran jalan minor dan pemasangan rambu larangan berhenti pada simpang tak bersinyal ini

menghasilkan $DS = 0,9164$, serta menghasilkan antrian dan tundaan yang tinggi.

Nilai ketiga Alternatif ini lebih besar dari nilai yang disarankan oleh MKJI 1997 yaitu $DS = 0,85$, sehingga alternatif pemecahan masalah dengan analisa konflik simpang tak bersinyal yang dilaksanakan pada tugas/penelitian ini untuk mendapatkan kapasitas yang memadai bagi arus lalulintas pada jam puncak belum optimal.

5.2 Saran

Dari penelitian dapat diberikan beberapa saran:

1. Penambahan lebar pada pendekat Jl. Pertempuran Utara – Jl. Veteran Helvetia harus direncanakan ulang agar dapat menampung jumlah kendaraan.
2. Simpang tersebut lewat jenuh, perlu pertimbangan dalam merencanakan, mendesaian atau melakukan perubahan pada simpangan tersebut.
3. Perlu adanya analisis simpang bersinyal yang tepat sesuai dengan MKJI 1997.
4. Perlu adanya studi lanjutan analisis yang lebih luas dengan mengkoordinasikan simpang yang diteliti ini dengan simpang lain yang ada di sekitar simpang yang diteliti.
5. Pemasangan lampu lalulintas sesuai dengan yang direncanakan.
6. Pemasangan Rambu Lalu lintas dan marka jalan ditempatkan pada tempat yang dapat terlihat oleh pengemudi atau pengguna jalan.
7. Diharapkan analisis- analisis simpang tak bersinyal dan bersinyal dapat dilakukan secara bertahap, agar dapat mengetahui apakah keadaan eksisting pada Simpang tersebut masih dalam kondisi yang aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Muntadar, 2008, *Analisa Konflik Arus Lalu Lintas Di Persimpangan Tanpa Sinyal Pada Jam Puncak*, Tugas Akhir, PSTS, FT, UMA, Medan
- BPS Medan, 2007, *Jumlah Pertumbuhan Penduduk Kota MEDAN*, PEMKO Medan Sumatera Utara.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1997, *Standard Geometrik Jalan Perkotaan*, RSNI T – 14 - 2004, Direktorat Jendral Bina Marga Indonesia.
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota, 1999, *Rekayasa Lalu Lintas : Pedoman Perencanaan dan Pengoperasian Lalu Lintas di Wilayah Perkotaan*, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Dirjend Bina Marga Indonesia, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum
- Fatimah Nurul Binti Abdul Latif, 2008, *Analisis Persimpangan Tanpa Lampu Isyarat Bagi Simpang Tiga*, Tugas Akhir, Fakultas Kejuruan Awam, UTM, Malaysia.
- Hobbs, F. D., 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Edisi ke-2 (Terjemahan), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Jotin Khisty, C., dan Kent Lall, B., 2005, *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi (jilid 1)*, Edisi Ketiga (terjemahan), Erlangga, Jakarta.
- Ma'soem Dadang Muhammad, 2008, *Persimpangan Jalan Pada Persimpangan Jalan*, Makalah Jurnal, Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan.
- Morlok Edward K, 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Oglesby, C. H., Hicks, R. G. 1982. *Teknik Jalan Raya*, Edisi ke-4 (terjemahan), Erlangga, Jakarta.
- Setiawan Rudi, ST. MT, 2008, *Simulasi Manajemen Lalu Lintas Untuk Mengurangi Kemacetan di Perumahan Jemur Andayani*, Makalah Simposium XI, JTS, FTSP, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Setiawan Rudy, Tedjokusuma Sukanto, Hengky dan Harjono Tonni, 2008, *Program Perhitungan Persimpangan Bersinyal Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*, Makalah, JTS, FTSP, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

Wisnhukoro, 2008, *Analisis Simpang Empat Tak Bersinyal Dengan Menggunakan Manajemen Lalu Lintas*, Tugas Akhir, JTS, FTSP, UII, Yogyakarta.

