

TUGAS AKHIR

**STUDI DAMPAK KEMACETAN LALU LINTAS AKIBAT
DUA PERSIMPANGAN DI JALAN PRAPAT PEMATANG
SIANTAR
(*Studi Kasus*)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

FETTY SEPTI LUBIS
1507210190



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Fetty Septi Lubis
NPM : 1507210190
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Dampak Kemacetan Lalu Lintas Akibat Dua
Persimpangan Di Jalan Prapat Pematang Siantar (Studi
Kasus)
Bidang Ilmu : Transportasi

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Sri Asfiati, M.T.

Sri Prapanti, S.T, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fetty Septi Lubis

NPM : 1507210190

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Dampak Kemacetan Lalu Lintas Akibat Dua
Persimpangan di Jalan Prapat Pematang Siantar

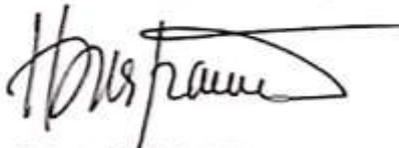
Bidang ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan,

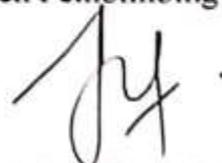
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Ir. Sri Asfiati, M.T

Dosen Pembimbing II / Penguji



Sri Prafanti, S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



Ir. Zurkiyah, M.T

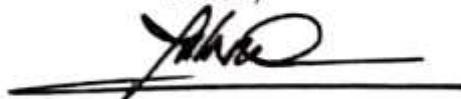
Dosen Pembanding II / Penguji



Hj. Irma Dewi, S.T, MSi

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Fetty Septi Lubis

Tempat /Tanggal Lahir: Binjai, 11- September- 1997

NPM : 1507210190

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Studi Dampak Kemacetan Lalu Lintas Akibat Dua Persimpangan di Jalan Prapat Pematang Siantar”,

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan,

Saya yang menyatakan,



Fetty Septi Lubis

ABSTRAK

STUDI DAMPAK KEMACETAN LALU LINTAS AKIBAT DUA PERSIMPANGAN DI JALAN PRAPAT PEMATANG SIANTAR (Studi Kasus)

Fetty Septi Lubis
1507210190
Ir. Sri Asfiati, M.T
Sri Prafanti, S.T., M.T

Transportasi darat adalah salah satu sarana transportasi yang dapat membantu perkembangan ekonomi masyarakat dan pembangunan, masalah yang sering terjadi pada transportasi darat adalah kemacetan pada daerah persimpangan. Untuk mengetahui sejauh mana pengaruh dan besarnya tingkat kemacetan pada persimpangan jalan, maka penulis mengadakan penelitian pengaturan lalu lintas pada persimpangan Jalan Sisingamaraja dan Jalan Prapat (Jalan Tengah Lintas Sumatera) dan Jalan Seribu Dulok dan Jalan Prapat (Jalan Tengah Lintas Sumatera). Cara penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan survei dilapangan selama 7 hari (23, 24, 25, 26, 27, 28 dan 29 Desember 2019) untuk mendapatkan data primer maupun data sekunder yang kemudian diolah dengan menggunakan manajemen simpang menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan menggunakan program KAJI (MKJI 1997) serta program Excel 2010 untuk mengolah data lalu lintas. Persimpangan jalan memiliki nilai Derajat Kejenuhan (ds) = 1,11. Nilai ini jauh dari nilai derajat kejenuhan yang disarankan oleh MKJI 1997 untuk simpang tak bersinyal yaitu $ds = 0,75$. Adapun rekayasa geometri yang telah dilakukan sebagai alternatif belum dapat mencapai nilai derajat kejenuhan yang diinginkan. Oleh karena itu kemudian dilakukan alternatif dengan melakukan pelebaran jalan utama dan pemasangan rambu larangan berhenti dan menghasilkan nilai $ds = 0,36$, sehingga melakukan pelebaran jalan utama dan pemasangan rambu larangan berhenti mungkin adalah solusi yang terbaik untuk mengurai kemacetan di persimpangan tersebut.

Kata kunci: Simpang tak bersinyal, Kemacetan, Lalulintas.

ABSTRACT

STUDY THE IMPACT OF TRAFFIC CONGESTION DUE TO THE TWO INTERSECTIONS ON THE ROAD PRAPAT PEMATANG SIANTAR (Case Study)

Fetty Septi Lubis
1507210190
Ir. Sri Asfiati, M.T
Si Prafanti, S.T., M.T

Ground transport is one means of transport to help the economic development of society and development, problems that often occur in land transport is congestion at the junction area. To determine the extent of the influence and the level of congestion at the crossroads, the authors conducted research in traffic control at the intersection of Sisingamaraja and the Prapat (middle road across Sumatera) and the Seribu Dulok and the Prapat (middle road across Sumatera). How research is to conduct a survey in the field for 7 days (23, 24, 25, 26, 27, 28 dan 29 December 2019) to obtain primary data and secondary data were then processed using the management intersection according to the Highway Capacity Manual Indonesia (MKJI) 1997 and use the program REVIEW oF (MKJI 1997) and Excel 2010 program to process the data traffic. Crossroads has a value Degree of Saturation (ds) = 1.11. This value is far from the degree of saturation suggested by MKJI 1997 was signalized intersections that ds = 0.75. The engineering geometry that has been done as an alternative has not been able to achieve the degree of saturation is desirable, therefore then made alternative to widen the main road and the installation of signs for restrictions to stop and produce value ds = 0.36, so do the major road widening and installation of signs stop prohibition is probably the best solution to unravel congestion at the intersection.

Keyword: Deviate Not Signaly, Congestion, Traffic.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Dampak Kemacetan Lalu Lintas Akibat Dua Persimpangan di Jalan Prapat Pematang Siantar” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Sri Asfiati, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Sri Prafanti, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Zurkiyah, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji serta selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, MSc, sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Ade Faisal, M.T., MSc selaku Ketua Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
9. Teristimewa sekali kepada ayahanda tercinta Mahrizal Lubis dan ibunda tercinta Febriani, yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus dan terimakasih tidak terhingga kepada saudara perempuan saya Rany Fransiska Lubis S.Pd.I, yang telah menyayangi saya serta memberikan dukungan moril kepada saya hingga selesainya Tugas Akhir ini.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Sahabat-sahabat terbaik saya Angga Edi Pratama, Dina Anida Putri, Sri Ayu Latifah, Putri Fadillah dan serta teman-teman Teknik Sipil kelas 2015 A1 Pagi yang memberikan semangat dan masukan yang sangat berarti bagi penulis.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 16 Februari 2021

Fetty Septi Lubis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup penelitian	2
1.4. Tujuan penelitian	2
1.5. Manfaat penelitian	3
1.6. Sistematika penulisan	3
BAB 2 STUDI PUSTAKA	
2.1. Pengertian persimpangan	5
2.2. Jenis – jenis persimpangan	5
2.2.1 Jenis persimpangan berdasarkan keadaan geometrik	5
2.2.2 Jenis persimpangan berdasarkan sistem pengendalian	11
2.3. Jenis konflik yang terjadi dipersimpangan	16
2.4. Tingkat pelayanan	18
2.4.1 Perilaku lalu lintas	22
2.4.2 Derajat kejenuhan	24
2.4.3 Panjang kejenuhan	24
2.4.4 Kecepatan	24
2.4.5 Karakteristik geometrik	24

2.4.6	Tinjauan lingkungan	25
2.5.	Perencanaan simpang tak bersinyal	26
2.5.1	Kondisi geometrik, lalu lintas dan lingkungan	26
2.5.2	Arus lalu lintas	26
2.5.3	Lebar pendekat dan tipe simpang	26
2.5.4	Menentukan kapasitas	30
2.5.5	Perilaku lalu lintas	36
BAB 3	METODE PENELITIAN	
3.1.	Diagram alir penelitian	40
3.2.	Lokasi penelitian	41
3.3.	Metode penelitian	42
3.2.1	Metode penentuan subyek	42
3.2.2	Metode studi pustaka	42
3.4.	Pengumpulan data primer	42
3.4.1	Pengumpulan data volume lalu lintas	44
3.4.2	Pengumpulan data geomtrik persimpangan	45
3.5.	Instrumen penelitian	46
BAB 4	ANALISA DATA	
4.1.	Analisa simpang sisingamaraja	47
4.1.1.	Analisa simpang tak bersinyal	47
4.2.	Analisa simpang seribu dulok	65
4.2.1.	Analisa simpang tak bersinyal	65
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan	74
5.2.	Saran	75
	DAFTAR PUSTAKA	76
	LAMPIRAN	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan tingkat pelayanan lalu lintas	21
Tabel 2.2	Hubungan lebar pendekat dengan jumlah lajur	29
Tabel 2.3	Nilai tipe simpang	29
Tabel 2.4	Kapasitas dasar menurut tipe simpang	30
Tabel 2.5	Faktor penyesuaian lebar pendekat	31
Tabel 2.6	Faktor penyesuaian median jalan utama	32
Tabel 2.7	Faktor penyesuaian ukuran kota	32
Tabel 2.8	Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan Hambatan samping kendaraan tak bermotor	33
Tabel 2.9	Faktor penyesuaian arus jalan minor	35
Tabel 3.1	Data volume lalulintas persimpangan sisingamaraja	43
Tabel 3.2	Data volume lalulintas persimpangan seribu dulok	43
Tabel 3.3	Data geometrik persimpangan sisingamaraja	45
Tabel 3.4	Data geometrik persimpangan seribu dulok	45
Tabel 4.1	Hasil analisa data pada kondisi awal	54
Tabel 4.2	Hasil analisa data pada kondisi alternatif 1	59
Tabel 4.3	Hasil analisa data pada kondisi alternatif 2	64
Tabel 4.4	Hasil analisa data pada kondisi awal	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk – bentuk persimpangan berdasarkan geometrik (MKJI,1997)	7
Gambar 2.2	Urutan nyala lampu lalu lintas	13
Gambar 2.3	Jenis – jenis konflik pada persimpangan	17
Gambar 2.4	Titik – titik konflik pada persimpangan 4 kaki dan persimpangan 3 kaki	18
Gambar 2.5	Grafik tingkat pelayanan lalu lintas (HCM, 1985)	21
Gambar 2.6	Lebar rata – rata pendekat (MKJI, 1997)	28
Gambar 2.7	Grafik batasan nilai faktor penyesuaian lebar pendekat	31
Gambar 2.8	Grafik faktor penyesuaian belok kiri (MKJI,1997)	34
Gambar 2.9	Grafik faktor penyesuaian belok kanan (MKJI, 1997)	34
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	40
Gambar 3.2	Layout lokasi penelitian	41
Gambar 4.1	Geometrik simpang pada kondisi awal	50
Gambar 4.2	Geometrik simpang pada kondisi awal	68

DAFTAR NOTASI

Σ	= Jumlah keseluruhan
AASHTO	= American association of state highway and transportation
C	= Kapasitas (smp/jam)
C _o	= Kapasitas dasar (smp/jam)
D ₁	= Tundaan rata – rata untuk seluruh simpang
DG	= Tundaan geometrik rata - rata
DG _j	= Tundaan geometrik rata - rata untuk pendekat j (det/smp)
DS	= Derajat kejenuhan
DT	= Tundaan lalu lintas rata - rata (det/smp)
D _{total}	= Tundaan total
EEV	= Frekuensi bobot kendaraan masuk/keluar sisi jalan
EMP	= Ekuivalen kendaraan penumpang
ERP	= <i>Electronic Road Pricing</i>
F _{cs}	= Faktor penyesuaian ukuran kota, berdasarkan jumlah penduduk
F _{C_{sp}}	= Faktor penyesuaian pemisahan arah
F _{C_w}	= Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas
F _G	= Faktor kelandaian jalan
F _{LT}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F _p	= Faktor penyesuaian parker
FR	= Perhitungan arus rasio
FR _{CRLT}	= Rasio arus kritis
F _{rsu}	= Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan dan hambatan samping
F _{RT}	= Faktor penyesuaian belok kanan
F _{SF}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F _{smp}	= Faktor smp
g _i	= Tampilan waktu hijau pada fase I (det)
GR	= Rasio hijau (g/c)
HCM	= Human Capital Management
HV	= Kendaraan berat (<i>Heavy Vehicle</i>)
IFR	= Rasio arus simpang Σ (FR _{CRLT})

K	=	Kepadatan (kend/km)
L	=	Panjang jalan (km)
l_{EV}	=	Panjang kendaraan yang berangkat (m)
L_p	=	Jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m) atau panjang dari lajur pendek
LT	=	Belok kiri
LV	=	Kendaraan ringan (<i>Light Vehicle</i>)
MC	=	Sepeda motor (<i>Motor clcye</i>)
MKJI	=	Manual Kapasitas Jalan Indonesia
MRT	=	Mass Rapid Transit Official
PED	=	Frekuensi pejalan kaki
P_{LT}	=	Rasio volume kendaraan belok kiri terhadap volume total
P_{LTOR}	=	Rasio volume kendaraan belok kiri langsung terhadap volume total
PR	=	Rasio fase
P_{RT}	=	Rasio volume kendaraan belok kanan terhadap volume total
PSV	=	Frekuensi bobot kendaraan parkir
Q	=	Arus lalu lintas (smp/jam)
q	=	Volume lalu lintas yang melalui suatu titik
Q_{KEN}	=	Arus pada masing – masing simpang (smp/jam)
QL	=	Panjang antrian
Q_{SMP}	=	Arus total pada persimpangan (smp/jam)
RT	=	Belok kanan
S	=	Arus jenuh (smp/jam)
SFC	=	Kelas hambatan samping
S_o	=	Arus jenuh dasar
ST	=	Lurus
UM	=	Kendaraan tidak bermotor / (<i>Un Motorized</i>)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan raya merupakan bagian dari sarana transportasi darat yang memiliki peranan penting untuk menghubungkan suatu tempat ketempat lain. Keberadaan suatu ruas jalan perkotaan pada umumnya kurang mampu untuk memberikan tingkat pelayanan yang baik. Perlu adanya manajemen lalulintas yang baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Arus lalulintas yang bergerak di atas jalan dapat berjalan dengan sistem apabila kondisi fisik dan lebar jalan yang ada cukup memadai untuk mengakomodasi arus lalulintas yang terjadi.

Dalam jaringan jalan persimpangan membutuhkan perhatian yang lebih spesifik, karena masalah lalulintas paling banyak terjadi di persimpangan. Banyaknya lalulintas yang dapat dilewatkan oleh persimpangan ini tergantung oleh pengelolaan. Bagaimana menghasilkan kualitas kerja yang lebih baik bagi kelancaran arus lalulintas untuk melewati persimpangan yaitu memaksimalkan arus lalulintas yang lewat.

Pada kota besar seperti Pematangsiantar, persimpangan jalan menampung volume lalulintas yang lebih besar dari kapasitas jalan, terutama pada jam-jam sibuk. Hal tersebut mengakibatkan turunnya tingkat pelayanan persimpangan jalan ini ditandai dengan turunnya kecepatan lalulintas dan timbulnya kemacetan. Kondisi ini akan mengurangi efisiensi dari sistem transportasi.

Faktor penting lainnya yang menentukan kelancaran arus lalulintas adalah sistem pengendalian lalulintas persimpangan. Dengan demikian upaya untuk mengatasi kemacetan lalulintas adalah meningkatkan kapasitas jalan serta perbaikan pengaturan dan pengendalian lalulintas. Karena ruas jalan pada persimpangan harus digunakan bersama-sama, hal ini berkaitan pula dengan tingkat pelayanan yang diberikan suatu jalan.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang sebagaimana disajikan diatas, maka permasalahan yang diperlukan untuk kajian adalah:

1. Berapa besar kapasitas di dua persimpangan tiga tak bersinyal di Jalan Prapat Pematangsiantar ?
2. Bagaimana kinerja dua persimpangan tiga tak bersinyal di Jalan Prapat Pematangsiantar, di lihat dari sisi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian?

1.3. Ruang Lingkup penelitian

Untuk mendapatkan suatu sasaran yang lebih terarah dan jelas, dimana ruang lingkup dalam penelitian “ Jalan Prapat Pematangsiantar ” cukup luas maka perlu diadakan pembatasan ruang lingkup penelitian, sehingga penelitian ini berlaku pada kapasitas simpang yang meliputi:

1. Persimpangan yang ditinjau adalah Jalan Prapat Pematangsiantar, dengan menggunakan metode MKJI ,1997 .
2. Analisis kinerja persimpangan meliputi:
 - a. Kapasitas (C)
 - b. Derajat Kejenuhan (DS)
 - c. Tundaan (D)
 - d. Peluang Antrian QP%.

1.4. Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui Besarnya kapasitas dua persimpangan tiga tak bersinyal di Jalan Prapat Pematangsiantar?
2. Untuk mengetahui tingkat kinerja simpang tiga tak bersinyal di Jalan Prapat Pematangsiantar yang meliputi:
 - a. Kapasitas

- b. Derajat kejenuhan
- c. Tundaan (*Delay*)
- d. Peluan gantrian.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian adalah untuk:

1. Sebagai penerapan ilmu yang diperoleh di perkuliahan dengan kondisi sesungguhnya di lapangan.
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian – penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan masalah simpang tiga tak bersinyal.
3. Bagi Pemda Kota Prapat Pematangsiantar dan para perencana sebagai bahan masukan untuk penetapan system prioritas batas berhenti kendaraan, pembuatan dan perbaharuan marka dan rambu yang relevan dan jelas serta bahan pertimbangan untuk penanganan simpang tak bersinyal.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan mengawali penulisan dengan menguraikan latar belakang masalah yang di bahas, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang dasar – dasar umum tentang persimpangan, jenis-jenis persimpangan, titik konflik pada persimpangan, kondisi dan karakteristik lalulintas, pengaturan lalulintas di persimpangan, kapasitas dan tingkat pelayanan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah – langkah pemecahan masalah yang akan dibahas, meliputi lokasi studi, persiapan, survei perhitungan lalulintas, dan kondisi pengaturan persimpangan.

BAB 4 ANALISA DATA

Bab ini berisikan tentang data yang telah dikumpulkan, lalu di analisa, sehingga dapat diperoleh kesimpulan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian akhir dari penelitian tugas akhir yang menguraikan kesimpulan dari hasil analisis serta saran untuk tugas akhir dan saran-saran yang berkaitan dengan studi ini dan rekomendasi untuk di terapkan dilokasi studi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Persimpangan

Persimpangan adalah suatu tempat dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau bersilangan, termasuk didalamnya fasilitas jalan kendaraan dan pejalan kaki, untuk pergerakan lalu lintas yang menerus atau membelok.

Persimpangan mempunyai peranan yang penting dalam menyalurkan arus lalu lintas. Untuk daerah perkotaan, persimpangan ini mengontrol kemampuan dari ruas-ruas jalan dalam menampung arus lalu lintas.

2.2. Jenis-Jenis Persimpangan

Jenis simpang dan bentuk pengendaliannya ditentukan oleh tingkat konflik yang harus diatasi. Tujuan pembuatan persimpangan adalah mengurangi potensi konflik di antara kendaraan (termasuk pejalan kaki) dan sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan atau dengan kata lain untuk mengatasi konflik-konflik potensial antara kendaraan bermotor, pejalan kaki, sepeda dan fasilitas angkutan lainnya agar pada saat melewati persimpangan didapatkan tingkat kemudahan dan kenyamanan.

2.2.1. Jenis Persimpangan Berdasarkan Keadaan Geometrik

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sistem jalan. Pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalulintas dan pertimbangan lingkungan (MKJI, 1997).

2.2.1.1. Persimpangan sebidang

Persimpangan sebidang (*intersection at grade*) adalah persimpangan di mana dua jalan raya atau lebih bergabung, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya. Jumlah jalan simpang sebidang seharusnya tidak boleh melebihi dari 4 buah, sebab demi kesederhanaan dalam perancangan dan pengoperasian. Hal ini untuk membatasi jumlah titik konflik dan membantu pengemudi untuk mengamati keadaan. Jika terdapat volume lalu lintas belok kiri dan kanan yang besar, maka perlu penambahan jalur yang dapat diperoleh dengan cara pelebaran (*Widening*), yaitu salah satu bentuk pelebaran jalan, baik pada arus yang mendekat, arus prioritas maupun arus memotong dibutuhkan perencanaan yang lebih lengkap.

Ada empat elemen dasar yang umumnya dipertimbangkan dalam merancang persimpangan sebidang:

- a) Faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi, waktu pengambilan keputusan dan waktu reaksi.
- b) Pertimbangan lalu lintas, seperti kapasitas dan pergerakan membelok, kecepatan kendaraan, dan ukuran serta penyebaran kendaraan.
- c) Elemen-elemen fisik, seperti karakteristik dan penggunaan dua fasilitas yang saling berdampingan, jarak pandang dan fitur-fitur geometris.
- d) Faktor ekonomi, seperti biaya manfaat, dan konsumsi energi.

Perencanaan persimpangan yang baik akan menghasilkan kualitas operasional yang baik seperti tingkat pelayanan, waktu tunda, panjang antrian dan kapasitas.

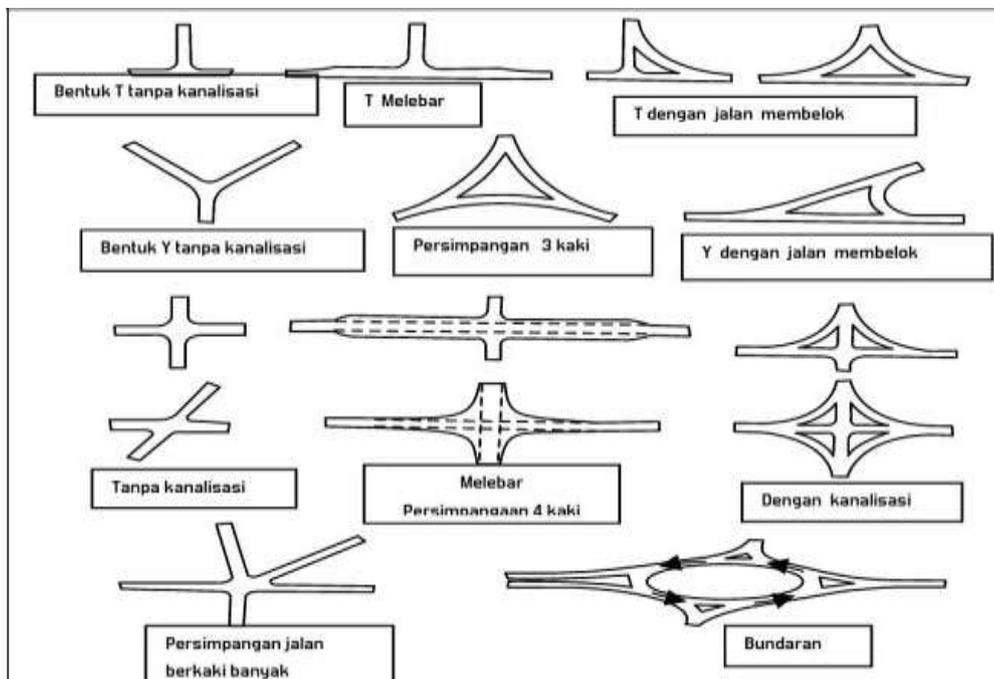
Beberapa jenis pertemuan sebidang, yaitu (MKJI, 1997):

1. Persimpangan Tipe "T" tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan.
2. Persimpangan Tipe "T" tanpa kanal dan dengan lebar tambahan.
3. Persimpangan Tipe "T" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan.
4. Persimpangan Tipe "T" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan.
5. Persimpangan Tipe "Y" tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan.
6. Persimpangan Tipe "Y" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan.
7. Persimpangan Tipe "Y" dengan kanal dan tanpa lebar tambahan.

Jenis pertemuan sebidang tersebut menggambarkan tipe persimpangan sebidang secara skematik mulai dari bentuk yang sederhana sampai yang kompleks. Persimpangan jalan tanpa kanalisasi adalah yang termurah dan paling sederhana. Pada jenis ini, titik pertemuan jalan dibuat melengkung untuk memudahkan kendaraan yang akan membelok kiri. Pada persimpangan jalan berbentuk Y atau yang serupa, sebaiknya disediakan kanalisasi mengingat kendaraan bertemu pada sudut yang kurang menguntungkan. Pada bentuk melebar diperlukan:

- 1) Jalan masuk untuk memungkinkan perlambatan kendaraan menjelang aliran lalu lintas lurus.
- 2) Pelebaran jalur untuk penggabungan ke dalam aliran lalu lintas.

Permasalahan yang sering terjadi pada arus pertemuan sebidang adalah timbulnya titik konflik dalam pergerakan kendaraan, berikut untuk bentuk-bentuk persimpangan berdasarkan geometrik (MKJI, 1997) dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Bentuk-bentuk persimpangan berdasarkan geometrik (MKJI, 1997)

2.2.1.2. Persimpangan tidak sebidang

Persimpangan tidak sebidang adalah suatu bentuk khusus dari pertemuan jalan yang bertujuan untuk mengurangi titik konflik atau bahaya belok kanan yang menghambat lalu-lintas dan lain-lain, perencanaan persimpangan ini memerlukan lahan yang luas yang cukup besar dan perencanaan yang cukup teliti untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Pertemuan jalan pada jalan-jalan yang lebih penting biasanya berupa pertemuan jalan tak sebidang (*Interchange*, misalnya seperti semanggi), karena kebutuhan untuk menyediakan gerakan membelok tanpa perpotongan maka dibutuhkan tikungan yang besar dan sulit serta biasanya mahal. Pertemuan jalan tak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. Perencanaan persimpangan jalan tidak sebidang dilakukan bila kapasitas persimpangan tersebut sudah mendekati atau lebih besar dari kapasitas masing-masing ruas jalan sehingga arus lalu lintas untuk masing-masing lengan persimpangan sama sekali tidak boleh terganggu.

Pada pertemuan tak sebidang jenis dan desainnya dipengaruhi oleh banyak faktor seperti klasifikasi jalan raya, karakter dan komposisi lalu-lintas, kecepatan desain, dan tingkat pengendalian akses, merupakan fasilitas yang mahal, dan karena begitu bervariasi kondisi lokasi, volume lalu-lintas, dan tata letak, hal-hal yang menentukan dibuatnya bisa berbeda-beda di tiap lokasi.

Keuntungan dari persimpangan tak sebidang adalah:

1. Dengan adanya jalur gerak yang saling memotong pada persimpangan tak sebidang, maka tingkat kecelakaan akan dapat dikurangi.
2. Kecepatan kendaraan akan dapat bertambah besar dikarenakan arus lalu lintas tidak terganggu.
3. Kapasitas akan meningkat oleh karena tiadanya gangguan dalam setiap jalur lalu lintas.

Persimpangan ini bertujuan untuk mengurangi titik konflik atau bahaya belok kanan yang selalu menghambat lalu lintas jalan tersebut, mengurangi kemacetan lalu lintas dan lain-lain. Perencanaan persimpangan ini memerlukan lahan yang

cukup luas serta biaya yang cukup besar. Perencanaan ini harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Sesuai dengan fungsinya, maka jalur-jalur jalan dalam daerah *interchange* bisa digolongkan sebagai berikut (MKJI, 1997).

1. Jalur Utama (*Main Lane*)

Jalur utama adalah merupakan jalur untuk arus lalu lintas yang utama, arus bisa menerus, bisa juga membelok baik ke kiri maupun ke kanan.

2. *Collector & Distributor road*

Collector & Distributor road adalah satu atau lebih jalur yang dipisahkan, sejajar dan searah dengan jalur utama, pada jalur mana kendaraan masuk, atau dari jalur mana kendaraan keluar dari suatu arah utama tanpa mengganggu arus lalu lintas di jalur utama tersebut pada ujung-ujungnya jalur ini disatukan kembali dengan jalur utamanya setelah melalui jalur perlambatan/percepatan.

3. Jalur percepatan/perlambatan (*Acceleration Lane/speed change lane*)

Jalur percepatan/perlambatan adalah suatu jalur dengan panjang terbatas dan terletak tepat disebelah jalur cepat (sebagai pelebaran jalur cepat) dan berfungsi sebagai tempat kendaraan menyesuaikan kecepatannya dari situasi dibelakangnya ke situasi didepannya. Kalau meninggalkan arus cepat kendaraan mengurangi kecepatannya, kalau akan memasuki arus cepat kendaraan menambahkan kecepatannya.

4. Jalur penghubung (*Ramp*)

Jalur penghubung adalah jalur yang berfungsi untuk membelokkan kendaraan dari satu jalan ke jalan lain. Sesuai dengan kegunaannya ramp ini dibagi atas tiga macam yaitu:

a. Hubungan langsung (*Direct*)

Jenis ini kendaraan dapat berbelok langsung ke arah tujuan sebelum titik pusat pertemuan.

b. Hubungan setengah langsung (*Semi direct*)

Kendaraan dalam menuju arah tujuan melewati atau mengelilingi titik pusat pertemuan dahulu dan memotong salah satu arus lain secara tegak (hubungan setengah langsung).

c. Hubungan tidak langsung (*Indirect*)

Kendaraan berbelok ke arah berlawanan dahulu, dan baru memutar sekitar dua ratus tujuh puluh derajat.

Berikut ini jenis-jenis persimpangan tak sebidang (MKJI, 1997):

1. *Diamond*

Tipe ini dipakai apabila suatu jalan utama memotong suatu jalan lokal, tipe ini juga merupakan yang paling sederhana, tetapi harus diusahakan supaya jalan keluar dan masuk ke *interchange* ditandai dengan jelas untuk menghindari kekeliruan.

2. *Clover Leaf* (Daun Semanggi)

Sistem ini biasanya dipakai pada perpotongan dua jalan utama, untuk perpotongan jalan utama dan jalan lokal dapat digunakan *clover leaf* tidak lengkap (*partial clover leaf*).

3. *Rotary*

Sistem ini adalah merupakan peningkatan dari *rotary* biasa (sebidang) yang hanya mempunyai kemampuan terbatas. Fungsi bundaran adalah untuk menampung lalu lintas yang akan membelok sehingga arus-arus yang menerus tidak terganggu.

4. *Directional Interchange*

Apabila arus lalu lintas pada *interchange* yang hendak membelok ke kanan cukup besar, maka hubungan-hubungan *indirect* tak bisa dipakai lagi karena terhambat oleh gerakan *weaving* (khusus untuk arus yang akan membelok ke kanan). Pada *directional interchange*, daerah *weaving* dihindarkan dengan membuat belokan ke kanan secara *semi direct* ataupun *direct* sebagai akibatnya diperlukan banyak bangunan jembatan sehinggabiayanya relatif lebih mahal.

5. Kombinasi beberapa macam

Sistem ini adalah merupakan kombinasi dari tipe-tipe di atas.

2.2.2. Jenis Persimpangan Berdasarkan Sistem Pengendalian

2.2.2.1. Persimpangan tidak bersinyal (*Non Signalized*)

Persimpangan tidak bersinyal adalah persimpangan tanpa lampu pengatur lalu lintas dimana pengatur hak jalan lebih dulu (diutamakan) lalu lintas dari

sebelah kiri. Jenis persimpangan tidak bersinyal dibedakan lagi atas (MKJI, 1997):

1. Persimpangan tanpa pengendalian (*Uncontrolled Intersection*).

Pada persimpangan jenis ini, jalan-jalan yang berpotongan memiliki tingkatan fungsi yang sejajar dan volumenya cukup rendah. Dengan demikian 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 ke tahun, 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 prioritas (*Priority Intersection*).

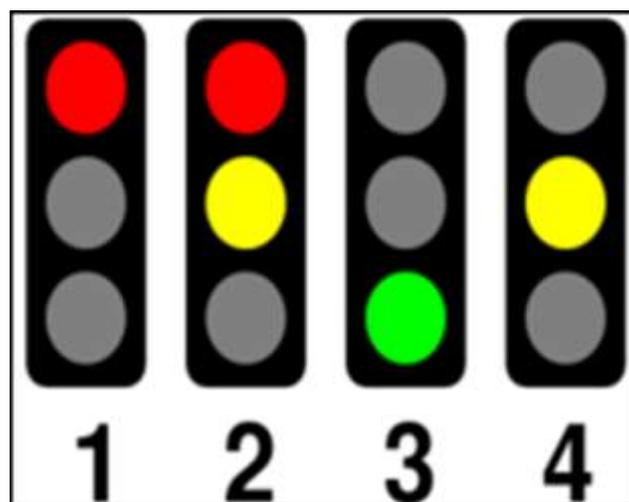
Persimpangan dengan sistem prioritas dapat diterapkan dengan memberikan prioritas pada lengan-lengan tertentu dari persimpangan tersebut. Adapun prinsip-prinsip yang digunakan didalam pengendalian persimpangan dengan sistem prioritas adalah sebagai berikut:

- 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.

- 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.
3. Persimpangan dengan pengendalian ruang (*Space Sharing Intersection*). 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.

2.2.2.2. Persimpangan bersinyal (*Signalized*)

Persimpangan bersinyal yaitu simpang dengan lampu pengatur lalu lintas (hijau, kuning, merah). Digunakan untuk lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang bertentangan dalam dimensi waktu. Seperti dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Urutan nyala lampu lalu lintas.

Persimpangan bersinyal (berdasarkan fleksibilitas lampu lalu lintas terhadap arus lalu lintas) dibedakan lagi atas:

1. Sinyal waktu tetap (*Fixed Time Signal*), yaitu cara pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan jadwal waktu yang tetap, tanpa memperhatikan naik turunnya arus lalu lintas, dan diatur secara otomatis dengan jam pengatur atau sakelar biasa.
2. Sinyal waktu tidak tetap (*Vehicle Actuated Signalis*), yaitu cara pengaturan lampu lalu lintas berdasarkan kebutuhan arus lalu lintas dengan menggunakan alat deteksi (lampu lalu lintas diatur oleh kendaraan).

2.2.2.2.1. Fungsi Lampu Lalu Lintas

Setiap pemasangan lampu lalu lintas pada persimpangan adalah untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-fungsi berikut:

1. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur.
2. Mengurangi frekuensi kecelakaan.
3. Mengkoordinasikan lalu lintas dibawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga arus lalu lintas tetap berjalan menerus pada kecepatan tertentu.
4. Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyeberangan kendaraan lain atau pejalan kaki.
5. Mengatur penggunaan jalur lalu lintas.
6. Sebagai pengendali pertemuan pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan.
7. Memutuskan arus lalu lintas bagi lewatnya kendaraan darurat (*ambulance*) atau pada jembatan baru.

2.2.2.2.2. Ciri-Ciri Fisik Lampu Lalu Lintas

Selain itu lampu lalu lintas memiliki ciri-ciri fisik agar bisa dibedakan dengan lampu lain, seperti lampu jalan dan sebagainya. Adapun ciri-ciri fisik tersebut antara lain:

1. Sinyal modern yang dikendalikan dengan tenaga listrik.

2. Setiap unit terdiri dari lampu berwarna merah, hijau dan kuning yang terpisah dengan diameter 0,203 - 0,305 cm.
3. Lampu lalu lintas dipasang di luar batas jalan atau digantung di atas persimpangan jalan. Tinggi lampu lalu lintas dipasang diluar 2,438 - 4,572 m di atas trotoar atau diatas perkerasan bila tidak ada trotoar. Sedangkan sinyal yang digantung, diberi jarak bebas vertikal antara 4,572 - 5,792 cm.
4. Sinyal modern dilengkapi dengan sinyal pengatur untuk pejalan kaki dan penyeberangan jalan.

2.2.2.2.3. Lokasi Dan Pengoprasian Lampu Lalu Lintas

Dalam meletakkan dan meengoprasikan lampu lalu lintas tidak bisa sembarangan, menurut MKJI (1997) disyaratkan apabila dipasang menggunakan tiang berlengan atau digantung dengan kabel, diberi jarak antara 12,912 - 36,576 m garis henti. Bila kedua sinyal dipasang tonggak sebaiknya dipasang disisi kanan dan satunya disisi kiri atau diatas median. Dengan syarat sudut yang terbentuk dengan garis pandang normal pengemudi tidak lebih dari 20^0 .

Untuk pengoprasian lampu lalu lintas, menurut HCM (1994) terdapat tiga macam cara pengoprasian lampu isyarat lalu lintas yaitu:

1. *Premtimed Operation*, yaitu pengoprasian lampu lalu lintas dalam putarankonstan dimana setiap siklus sama panjang dan panjang siklus serta fase tetap.
2. *Semi Actuated Operation*, yaitu pada operasi isyarat lampu lalu lintas ini, jalan utama (*major street*) selalu berisyarat hijau sampai alat deteksi pada jalan samping (*side street*) menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada satu atau kedua sisi jalan tersebut.
3. *Full Actuated Operation*, yaitu pada isyarat lampu lalu lintas dikontrol dengan alat detektor, sehingga panjang siklus untuk fasenya berubah-ubah tergantung permintaan yang disarankan oleh detektor.

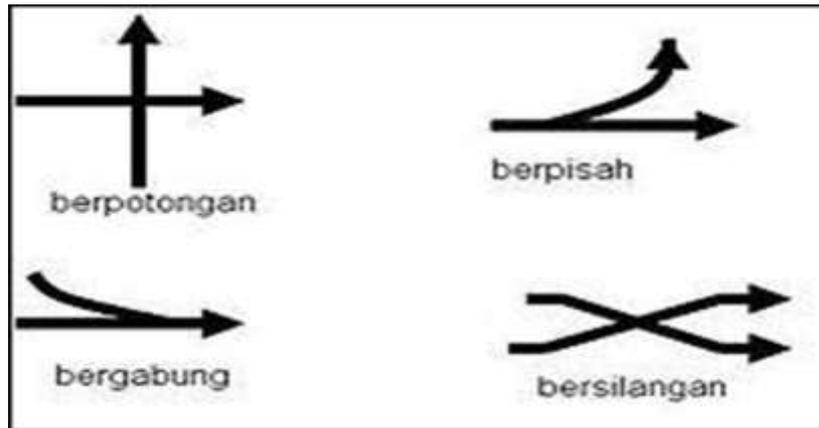
Lampu lalu lintas adalah suatu peralatan yang dioperasikan secara manual, mekanis atau elektris untuk mengatur kendaraan-kendaraan agar berhenti atau berjalan. Biasanya alat ini terdiri dari tiga warna yaitu merah, kuning dan hijau

yang digunakan untuk memisahkan lintasan dari gerakan lalu lintas yang menyebabkan konflik utama ataupun konflik kedua. Jika hanya konflik utama yang dipisahkan, pengaturan lampu lalu lintas hanya dengan dua fase dapat memberikan kapasitas yang tertinggi dalam beberapa kejadian. Penggunaan lebih dari dua fase biasanya akan menambah waktu siklus. Namun demikian, penggunaan sinyal tidak selalu meningkatkan kapasitas dan keselamatan dari simpang tertentu karena berbagai faktor lalu lintas (MKJI, 1997).

2.3. Jenis Konflik Yang Terjadi di persimpangan

Permasalahan utama yang dihadapi sebuah persimpangan adalah konflik antar berbagai pergerakan. Pergerakan ini dikelompokkan berdasarkan arah dan jumlah kaki pada persimpangan tersebut. Pergerakan yang datang dari jalan yang saling berpotongan merupakan konflik utama, sedangkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan gerakan lalu lintas membelok merupakan konflik kedua. Jenis-jenis konflik yang terjadi pada persimpangan adalah (MKJI, 1997):

- a. Menyebar (*Diverging*), adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu alur lalu lintas yang sama ke jalur yang lain.
- b. Bergabung (*Merging*), adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari beberapa alur lalu lintas ke suatu jalur yang sama.
- c. Perpotongan (*Crossing*), adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur dengan jalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.
- d. Menyilang (*Weaving*), adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain misalnya pada saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lainnya untuk mengambil jalan keluar dari jalan raya tersebut keadaan ini juga akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut. Berikut untuk jenis-jenis konflik pada persimpangan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Jenis-jenis konflik pada persimpangan (MKJI, 1997).

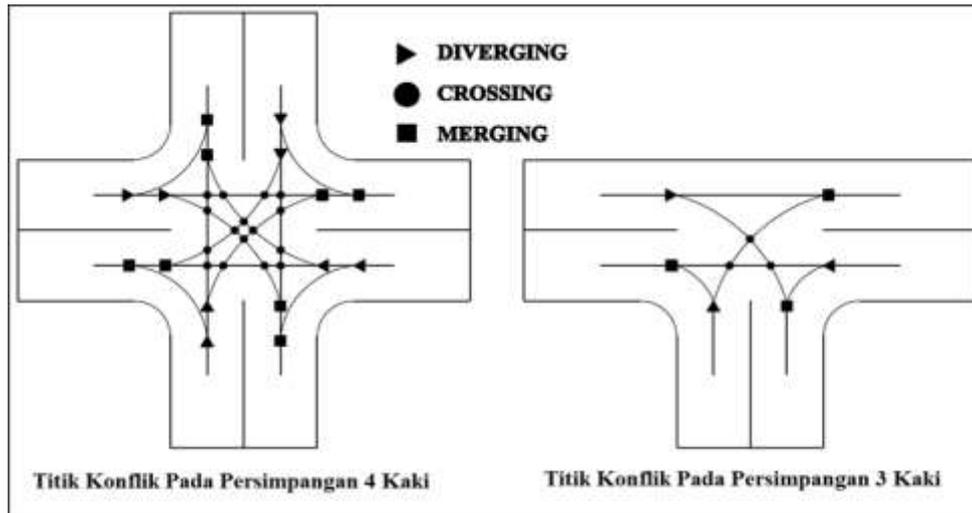
Berdasarkan sifat konflik yang ditimbulkan oleh pergerakan kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan menjadi dua tipe, yaitu (MKJI,1997):

- a. Konflik primer, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang saling memotong.
- b. Konflik sekunder, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanan dengan arus lalu lintas arah lainnya dan atau lalu lintas belok kiri dengan para pejalan kaki.

Pada dasarnya jumlah titik konflik yang terjadi dipersimpangan tergantung beberapa faktor antara lain:

1. Jumlah kaki persimpangan yang ada.
2. Jumlah lajur pada setiap kaki persimpangan.
3. Jumlah arah pergerakan yang ada.
4. Sistem pengaturan yang ada.

Idealnya pada persimpangan sebidang tidak boleh lebih dari empat kaki. Jalan yang baru sebaiknya tidak dirancang untuk dihubungkan dengan suatu persimpangan yang telah ada, walaupun persimpangan tersebut berupa persimpangan jalan-jalan lokal.



Gambar 2.4: Titik-titik konflik pada persimpangan 4 kaki dan persimpangan 3 kaki (MKJI, 1997).

Hambatan adanya titik konflik akan naik secara drastis dengan bertambahnya jumlah kaki pada persimpangan dan menjadikan persimpangan berbahaya, sehingga memerlukan suatu tingkat konsentrasi yang tinggi bagi pengendara. Konflik arus lalu lintas menjadi tinggi dan hambatan menjadi besar, sehingga kapasitas persimpangan akan berkurang secara drastis. Untuk titik-titik konflik pada persimpangan 4 kaki dan persimpangan 3 kaki dapat dilihat pada Gambar 2.4.

Untuk meniadakan atau mengurangi secara besar-besaran jumlah titik konflik persimpangan dapat dilakukan melalui tiga cara, yaitu:

1. Membuat pulau-pulau penyalur pada persimpangan yang di prioritaskan. Pulau lalu lintas merupakan perkembangan garis-garis cat putih yang berfungsi sebagai berikut:
 - a. Memisahkan lalu lintas secara terarah.
 - b. Menyediakan ruangan lindung bagi para pejalan kaki.
 - c. Merupakan tempat yang ideal untuk menempatkan pengatur lalu lintas, rambu-rambu pengarah dan lain sebagainya.
2. Membuat bundaran lalu lintas.

Bundaran lalu lintas adalah wujud lain dari pulau lalu lintas. Bundaran secara khusus dibutuhkan bila:

- a. Lalu lintas belok kanan cukup besar.
- b. Simpangan lebih dari empat (simpang lima, enam atau lebih).
3. Jalan silang (jalan layang).

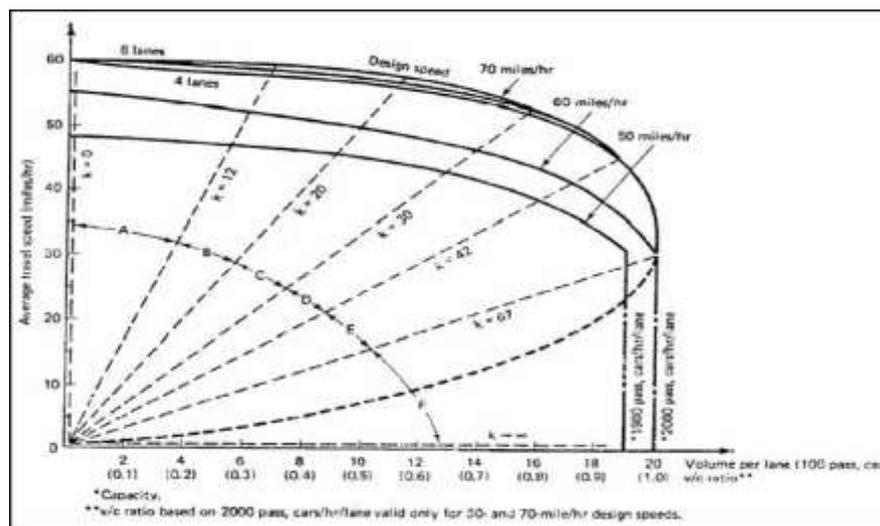
Munculnya jalan silang atau jalan layang adalah untuk menghindari bahaya belok kanan yang menghambat lalu lintas terus. Persimpangan-persimpangan ini sering kali menggunakan cara belok kiri terus jalan dan jembatan diatas dan dibawah arus lalu lintas utama.

2.4. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan lalu lintas dapat diklasifikasikan atas:

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi:
 - a. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi.
 - b. Kepadatan lalu lintas sangat rendah dengan kecepatan yang dapat dikendalikan oleh pengemudi berdasarkan batasan kecepatan maksimum/minimum dan kondisi fisik jalan.
 - c. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkannya tanpa atau dengan sedikit tundaan.
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi:
 - a. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas.
 - b. Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum memengaruhi kecepatan.
 - c. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi:
 - a. Arus stabil tetapi kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi.
 - b. Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat.
 - c. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi:

- a. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus.
 - b. Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar.
 - c. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.
5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi:
- a. Arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah.
 - b. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi.
 - c. Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi:
- a. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang.
 - b. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama.
 - c. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0.
- Untuk Grafik tingkat pelayanan lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5: Grafik tingkat pelayanan lalu lintas (HCM, 1985).

Berdasarkan (HCM, 1985) untuk perbandingan tingkat pelayanan lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Perbandingan tingkat pelayanan lalu lintas (HCM, 1985).

Tingkat pelayanan	Kondisi Arus Lalu Lintas	Kecepatan Kendaraan
A	Bebas Hambatan	95 km/jam
B	Arus Standard	90 - 95 km/jam
C	Arus masih stabil	80 – 90 km/jam
D	Arus stabil	65 -80 km/jam
E	Arus tidak stabil	50 km/jam
F	Arus seret	dibawah 50 km/jam

Untuk menentukan tingkat pelayanan suatu jalan atau persimpangan, harus diketahui beberapa hal antara lain (MKJI, 1997):

1. Derajat kejenuhan.
2. Panjang antrian.
3. Kecepatan.
4. Karakteristik geometri.
5. Tinjauan lingkungan.
6. Perilaku lalulintas

2.4.1. Perilaku Lalulintas

Perilaku lalulintas menyatakan ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi yang dinilai oleh pembina jalan. Perilaku lalu lintas pada simpang bersinyal meliputi waktu sinyal, kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan rata-rata (MKJI, 1997).

2.4.1.1. Kapasitas

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalu lintas yang dapat dipertahankan dari suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu, dalam

kendaraan/jam atau smp/jam (MKJI, 1997). Menurut Munawar (2006), pengertian kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan yang melewati suatu persimpangan atau ruas jalan selama waktu tertentu pada kondisi jalan dan lalu lintas dengan tingkat kepadatan yang ditetapkan, kapasitas suatu ruas jalan dapat dilakukan dua pengukuran yaitu:

1. Pengukuran kuantitas, yaitu pengukuran mengenai kemampuan maksimum suatu ruas jalan atau jalur jalan dalam melayani lalu lintas ditinjau dari volume kendaraan yang dapat ditampung oleh jalan tersebut pada kondisi tertentu. Pengukuran kuantitas dibagi 3, meliputi:
 - a. Kapasitas dasar (*Basic Capacity*), yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau ruas jalan selama satu jam pada kondisi jalan dan lalu lintas yang paling mendekati ideal.
 - b. Kapasitas yang mungkin (*Possible Capacity*), yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau ruas jalan selama satu jam pada kondisi arus lalu lintas yang sedang berlaku pada jalan tersebut.
 - c. Kapasitas Praktis (*Practical Capacity*), yaitu jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan atau ruas jalan selama satu jam dengan kepadatan lalu lintas yang cukup besar, yang menyebabkan perlambatan yang berarti bagi kebebasan pengemudi kendaraan melakukan gerakan pada kondisi jalan dan lalu lintas yang berlaku saat ini.
2. Pengukuran kualitas yaitu pengukuran mengenai kemampuan maksimum suatu jalan dalam melayani lalu lintas yang dicerminkan oleh kecepatan yang dapat ditempuh serta besarnya tingkat gangguan arus di jalan tersebut.

Pengukuran kuantitas melibatkan beberapa faktor, yaitu:

- a. Kecepatan dan waktu perjalanan.
- b. Gangguan lalu lintas.
- c. Keleluasaan bergerak.
- d. Keamanan pengemudi terhadap kecelakaan / keselamatan.
- e. Kenyamanan.
- f. Biaya operasi kendaraan.

2.4.1.2. Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang

Pada umumnya lalu lintas jalan raya terdiri dari campuran kendaraan cepat, lambat dan kendaraan tak bermotor. Perhitungan dilakukan perjam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore.

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri, belok kanan dan lurus) dikonversikan dari kendaraan perjam menjadi satuan mobil penumpang (smp) perjam dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

2.4.1.3. Volume Lalu lintas

Volume lalu lintas menurut MKJI (1997) adalah jumlah kendaraan yang lewat pada suatu jalan dalam satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih besar. Satuan volume lalu lintas yang digunakan sehubungan dengan analisis panjang antrian adalah volume jam perencanaan (VJP) dan kapasitas.

2.4.2. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menunjukkan rasio arus lalu lintas pada pendekatan tersebut terhadap kapasitas. Pada nilai tertentu, derajat kejenuhan dapat menyebabkan antrian yang panjang pada kondisi lalu lintas puncak (MKJI, 1997).

2.4.3. Panjang Antrian

Antrian kendaraan sering kali dijumpai dalam suatu simpang pada jalan dengan kondisi tertentu misalnya pada jam-jam sibuk, hari libur atau pada akhir pekan.

Panjang antrian merupakan jumlah kendaraan yang antri dalam suatu lengan/pendekat. Panjang antrian diperoleh dari perkalian jumlah rata-rata antrian (smp) pada awal sinyal dengan luas rata-rata yang digunakan per smp (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk simpang (MKJI, 1997).

2.4.4. Kecepatan

Kecepatan merupakan indikator dari kualitas gerakan yang digambarkan sebagai suatu jarak yang dapat ditempuh dalam waktu tertentu dan biasanya dinyatakan dalam km/jam (Hobbs, 1995).

2.4.5. Karakteristik Geometri

Beberapa karakteristik geometri meliputi:

1. Klasifikasi perencanaan jalan.
2. Tipe jalan.
3. Jalur dan lajur lalu lintas.
4. Bahu jalan.
5. Trotoar dan kerb.
6. Median jalan, dan
7. Alinyemen jalan.

2.4.6. Tinjauan Lingkungan

Beberapa faktor lingkungan yang cukup mempengaruhi menurut MKJI (1997) adalah ukuran kota, tata guna lahan, hambatan samping dan kondisi lingkungan jalan.

1. Ukuran Kota

Ukuran kota adalah jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendaraan yang kurang modern, sehingga menyebabkan kapasitas dan kecepatan lebih rendah pada arus tertentu jika dibandingkan dengan kota yang lebih besar.

2. Hambatan Samping

Hambatan samping adalah dampak terhadap perilaku lalu lintas dan aktifitas pada suatu pendekatan akibat gerakan pejalan kaki, kendaraan parkir dan berhenti, kendaraan lambat (becak, delman, gerobak dan lain-lain), kendaraan masuk dan keluar dari lahan samping jalan. Hambatan samping dapat dinyatakan dalam tingkatan rendah, sedang dan tinggi.

3. Kondisi Lingkungan Jalan

Lingkungan jalan dapat dibedakan menjadi tiga bagian utama yang penentuan kriterianya berdasarkan pengamatan visual, yaitu:

- a. Komersial (*Commercial*), yaitu tata guna lahan komersial seperti toko, restoran, mall dan kantor dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
- b. Pemukiman (*Residential*), yaitu tata guna lahan tempat tinggal.
- c. Akses terbatas, yaitu jalan masuk langsung terbatas atau tidak sama sekali.

2.5. Perencanaan Simpang Tak Bersinyal

Pedoman perencanaan persimpangan disusun berdasarkan kaidah teknik geometrik jalan, teknik lalu lintas dan diharapkan dapat memberikan pedoman dalam penyusunan rencana dan pelaksanaan konstruksi persimpangan.

2.5.1. Kondisi Geometrik, Lalulintas dan Lingkungan

Kondisi geometrik harus diperhatikan dalam merencanakan suatu persimpangan, untuk menentukan tipe persimpangan seperti apa yang cocok digunakan, begitu juga dengan lalu lintas yang lewat di atasnya dan lingkungan sekitar persimpangan, untuk mengetahui tipe jalan pada persimpangan tersebut, tipe jalan dapat berupa komersial, pemukiman atau akses.

2.5.2. Arus Lalulintas (Q)

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. Dapat dihitung dengan menggunakan Pers. 2.1.

$$Q_{SMP} = Q_{KEND} \times F_{smp} \quad (2.1)$$

Dengan:

Q_{SMP} = arus total pada persimpangan (smp/jam).

Q_{KEND} = arus pada masing-masing simpang (smp/jam).

F_{smp} = faktor smp.

Jalan utama adalah jalan yang dipertimbangkan terpenting pada simpang misalnya jalan dengan klasifikasi fungsional tinggi. Faktor smp untuk berbagai jenis kendaraan dapat dihitung dengan Pers. 2.2 dan 2.3.

$$F_{SMP} = (LV\% \times emp_{LV} + HV\% \times emp_{HV} + MC\% \times emp_{MC})/100 \quad (2.2)$$

$$Q_{SMP} = Q_{KEND} \times F_{SMP} \quad (2.3)$$

Dengan:

Q_{SMP} = arus total pada persimpangan (smp/jam).

Q_{KEND} = arus pada masing-masing simpang (smp/jam).

F_{smp} = faktor smp.

F_{smp} didapatkan dari perkalian smp dengan komposisi arus lalu lintas kendaraan bermotor dan tak bermotor.

Menurut MKJI (1997), smp (satuan mobil penumpang) merupakan satuan arus lalu lintas, dimana arus lalu lintas dari berbagai jenis kendaraan diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan mengalikan faktor konversinya yaitu emp. Faktor konversi ini merupakan perbandingan berbagai jenis kendaraan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya terhadap perilaku lalu lintas. Yang harus diperhatikan dalam perencanaan jalan adalah terdapatnya bermacam-macam ukuran dan beratnya kendaraan, yang mempunyai sifat operasi yang berbeda.

Satuan mobil penumpang (smp) maksudnya adalah dalam memperhitungkan pengaruh jenis-jenis kendaraan dalam arus lalu lintas perlu ditetapkan satu ukuran

tertentu. Dalam hubungannya dengan kapasitas jalan, pengaruh dari setiap jenis kendaraan tersebut terhadap keseluruhan arus lalu lintas, diperhitungkan dengan membandingkannya terhadap pengaruh dari suatu mobil penumpang. Dalam hal ini dipakai mobil penumpang karena mobil penumpang mempunyai keseragaman dan kemampuan dalam mempertahankan kecepatannya dengan baik.

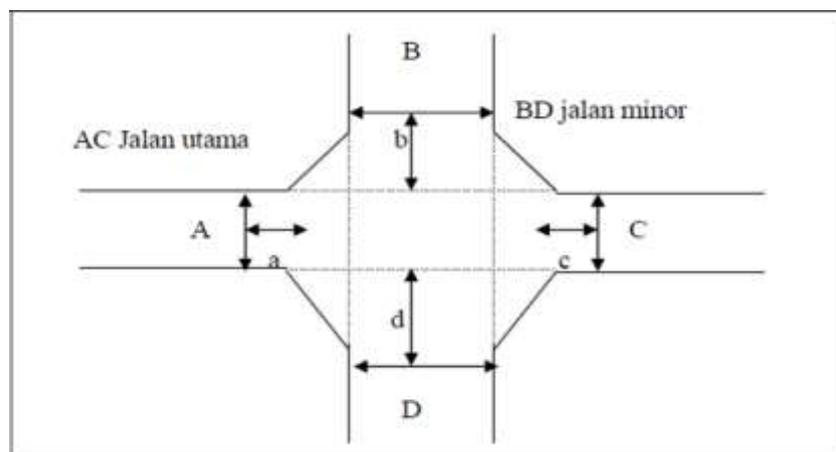
Truk disamping lebih besar/berat, berjalan lebih pelan, ruang jalan lebih banyak dan sebagai akibatnya memberikan pengaruh yang lebih besar daripada kendaraan mobil penumpang terhadap lalu lintas. Pengaruh truk pada lalu lintas terutama ditentukan oleh besarnya kecepatan truk dengan mobil penumpang yang dipakai sebagai dasar. Dasar-dasar satuan mobil penumpang (smp) adalah berat, dimensi kendaraan dan sifat-sifat operasi.

2.5.3. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

Lebar pendekat merupakan tempat masuknya kendaraan dalam suatu lengan persimpangan jalan. Tipe simpang menentukan jumlah lengan dan jumlah lajur pada jalan utama dan jalan minor pada simpang tersebut dengan kode tiga angka.

2.5.3.1. Lebar Rata-Rata Pendekat

Pendekat merupakan daerah lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti.



Gambar 2.6: Lebar Rata-Rata Pendekat (MJKI, 1997).

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 di tunjukkan pada Gambar 2.6.

Jumlah lajur digunakan untuk keperluan perhitungan yang ditentukan dari lebar rata-rata pendekatan jalan minor dan jalan utama, hubungan lebar pendekat dengan Jumlah Lajur dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.2: Hubungan lebar pendekat dengan jumlah lajur (MKJI, 1997).

Lebar rata-rata pendekat minor dan mayor, WBD, WAC (m)	Jumlah lajur
$WBD = (b/2 + d/2)/2 < 5,5 >$ 5,5	2
	4
$WAC = 9(a/2 + c/2)/2 < 5,5 >$ 5,5	2
	4

2.5.3.2. Tipe simpang

Tipe simpang diklasifikasikan berdasarkan jumlah lengan, jumlah lajur jalan mayor dan minor dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Nilai tipe simpang (MKJI, 1997).

Kode (IT)	Jumlah lengan simpang	Jumlah lajur minor	Jumlah lajur utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

2.5.4. Menentukan Kapasitas

Kapasitas jalan merupakan kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satu jam (kend/jam) atau dengan mempertimbangkan berbagai jenis kendaraan yang melalui suatu jalan digunakan satuan mobil penumpang sebagai satuan kendaraan dalam perhitungan kapasitas maka kapasitas menggunakan satuan mobil penumpang per jam atau (smp)/jam.

2.5.4.1. Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi dasar). Kapasitas dasar (smp/jam) ditentukan oleh tipe simpang. Untuk dapat menentukan besarnya kapasitas dasar dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Kapasitas dasar menurut tipe simpang (MKJI, 1997).

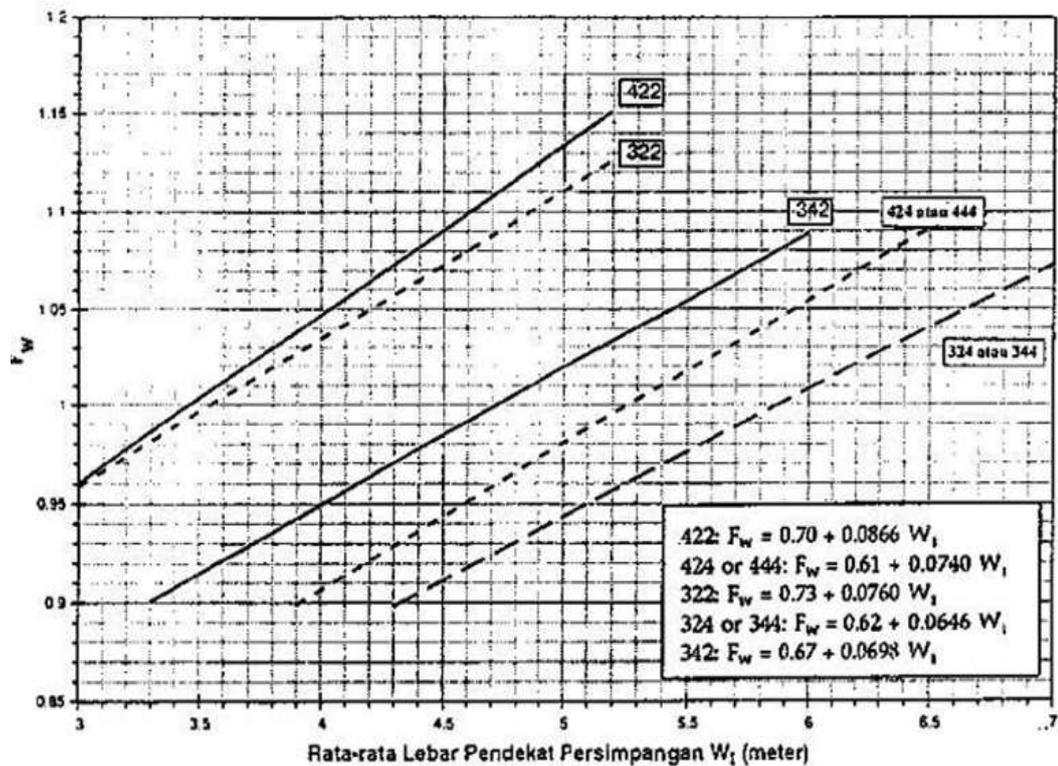
Tipe simpang (IT)	Kapasitas dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

2.5.4.2. Faktor penyesuaian lebar pendekat (Fw)

Faktor penyesuaian lebar pendekat (Fw) ini merupakan faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan. Faktor ini diperoleh dari rumus Tabel 2.5, dengan batasan nilai dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Tabel 2.5: Faktor penyesuaian lebar pendekat (MKJI, 1997).

Tipe simpang	Factor penyesuaian lebar pendekat
1	2
422	$0,7 + 0,0866 W_1$
424 atau 444	$0,61 + 0,074 W_1$
322	$0,076 W_1$
324	$0,62 + 0,0646 W_1$
342	$0,0698 W_1$



Gambar 2.7: Grafik batasan nilai faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) (MKJI, 1997).

2.5.4.3 Faktor penyesuaian median jalan utama (FM)

FM ini merupakan faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan tipe median jalan utama. Tipe median jalan utama merupakan klasifikasi media jalan utama, tergantung pada kemungkinan menggunakan media tersebut untuk menyeberangi jalan utama dalam dua tahap.

Faktor ini hanya digunakan pada jalan utama dengan jumlah lajur 4. Besarnya faktor penyesuaian median dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Faktor penyesuaian median jalan utama (MKJI, 1997).

Uraian	Tipe median	Faktor penyesuaian median (FM)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama < 3m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama \geq 3m	Lebar	1,20

2.5.4.4. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Faktor ini hanya dipengaruhi oleh variabel besar kecilnya jumlah penduduk dalam juta, seperti tercantum dalam Tabel 2.7.

Tabel 2.7: Faktor penyesuaian ukuran kota (MKJI, 1997).

Ukuran kota (CS)	Penduduk (juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)
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
Sangat besar	>3,0	1,05

2.5.4.5. Faktor penyesuaian tipe lingkungan, kelas hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU)

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU), dihitung menggunakan Tabel 2.8 dengan variabel memasukkan adalah tipe lingkungan jalan (RE), kelas hambatan samping (SF) dan rasio kendaraan tak bermotor UM/MV.

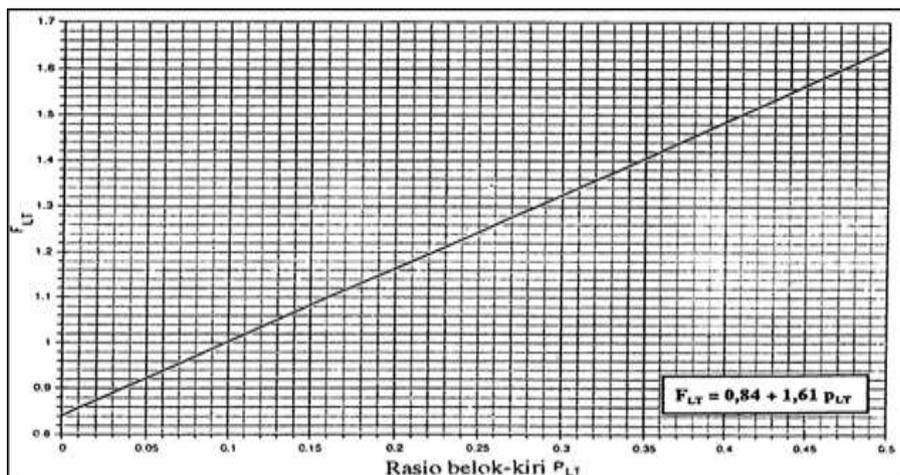
Tabel 2.8: Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping kendaraan tak bermotor (FRSU) (MKJI, 1997).

Kelas tipe lingkungan jalan (RE)	Kelas hambatan samping (SF)	Rasio Kendaraan tak bermotor (RUM)					
		0,00	0,05	0,03	0,15	0,20	>0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,87	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,89	0,84	0,79	0,74
Akses terbatas	Tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

2.5.4.6. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

Formula yang digunakan dalam pencarian faktor penyesuaian belok kiri ini adalah dengan Pers. 2.4.

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 PLT \quad (2.4)$$

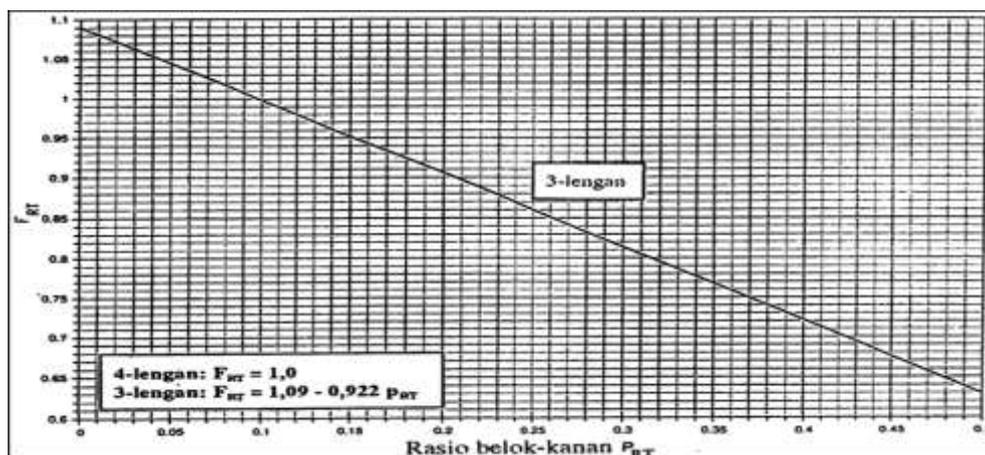


Gambar 2.8: Grafik faktor penyesuaian belok kiri (MKJI, 1997).

Dapat juga digunakan grafik untuk menentukan faktor penyesuaian belok kiri, variabel masukan adalah belok kiri, PLT dari. Batas nilai yang diberikan untuk PLT adalah rentang dasar empiris dari manual. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.8.

2.5.4.7. Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan untuk simpang jalan dengan empat lengan adalah $FRT = 1.0$. Untuk simpang 3 – lengan, variabel masukan adalah belok kanan, PRT dari. Hal ini dapat dijelaskan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9: Grafik faktor penyesuaian belok kanan (MKJI, 1997).

2.5.4.8. Faktor Penyesuaian rasio arus minor (FMI)

Pada faktor ini yang banyak mempengaruhi adalah rasio arus pada jalan (PMI) dan tipe simpang (IT) pada persimpangan jalan tersebut, seperti tercantum pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Faktor penyesuaian arus jalan minor (MKJI, 1997).

IT	FMI	PMI
422	$1,19 \times \text{PMI}^2 - 1,19 \times \text{PMI} + 1,19$	0,1 – 0,9
424	$16,6 \times \text{PMI}^4 - 33,3 \times \text{PMI}^3 + 25,3 \times \text{PMI}^2 - 8,6 \times \text{PMI} + 1,95$	0,1 – 0,3
444	$1,11 \times \text{PMI}^2 - 1,11 \times \text{PMI} + 1,11$	0,3 – 0,9
322	$1,19 \times \text{PMI}^2 - 1,19 \times \text{PMI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$0,595 \times \text{PMI} + 0,59 \times \text{PMI}^3 + 0,74$	0,5 – 0,9
342	$1,19 \times \text{PMI}^2 - 1,19 \times \text{PMI} + \text{PMI} + 1,19$	0,1 – 0,5
	$2,38 \times \text{PMI}^2 - 2,38 \times \text{PMI}^3 + 149$	0,5 – 0,9
324	$16,6 \times \text{PMI}^2 - 33,3 \times \text{PMI}^3 + 25,3 \times \text{PMI}^2 - 8,6 \times \text{PMI} + 1,95$	0,1 – 0,3
344	$1,11 \times \text{PMI}^2 - 1,11 \times \text{PMI} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$- 0,555 \times \text{PMI}^2 + 0,555 \times \text{PMI} + 0,69$	0,5 – 0,9

Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor dapat juga ditentukan dengan grafik, variabel masukan adalah rasio arus jalan minor (PMI), dan tipe simpang IT.

2.5.4.9. Kapasitas (C)

Kapasitas persimpangan secara menyeluruh dapat diperoleh dengan Pers. 2.5.

$$C = C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \text{ (smp/jam)} \quad (2.5)$$

Dengan:

- C = Kapasitas (smp/jam)
 Co = Kapasitas dasar (smp/jam)
 Fw = Faktor koreksi lebar masuk
 Fm = Faktor koreksi tipe median jalan utama
 Fcs = Faktor koreksi ukuran kota
 Frsu = Faktor penyesuaian kendaraan tak bermotor dan hambatan samping dan lingkungan jalan
 Flt = Faktor penyesuaian belok kiri
 Frt = Faktor penyesuaian belok kanan
 Fmi = Faktor penyesuaian rasio arus jalan samping

2.5.5. Perilaku lalu lintas

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

2.5.5.1. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalu lintas terhadap kapasitas. Jika yang diukur adalah kejenuhan suatu simpang maka derajat kejenuhan disini merupakan perbandingan dari total arus lalu lintas (smp/jam) terhadap besarnya kapasitas pada suatu persimpangan (smp/jam).

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan Pers 2.6.

$$DS = Q_{TOT} / C \quad (2.6)$$

Dengan:

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

Q_{TOT} = Jumlah arus total pada simpang (smp/jam)

2.5.5.2. Tundaan

Tundaan dalam MKJI merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang.

2.5.5.2.1. Tundaan lalu lintas simpang (DTI)

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. DTI ditentukan dari kurva empiris antara DTI dan DS dengan Pers. 2.7 dan 2.8.

untuk $DS \leq 0,6$

$$DTI = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS) \times 2 \quad (2.7)$$

untuk $DS \geq 0,6$

$$DTI = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \quad (2.8)$$

2.5.5.2.2. Tundaan lalu lintas jalan utama (DTMA)

Tundaan lalu lintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama. DTMA ditentukan dari kurva empiris antara DTMA dan DS dengan menggunakan Pers. 2.9 dan 2.10.

untuk $DS \leq 0,6$

$$DTMA = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8 \quad (2.9)$$

untuk $DS \geq 0,6$

$$DTMA = 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 \quad (2.10)$$

2.5.5.2.3. Penentuan tundaan lalu lintas jalan minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata dengan menggunakan Pers. 2.11.

$$DTMI = (QTOT \times DTI) - (QMA \times DTMA) / QMI \quad (2.11)$$

2.5.5.2.4. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor masuk simpang. Dengan menggunakan Pers. 2.12.

Untuk $DS < 1,0$:

$$DG = (1-DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4 \quad (2.12) \quad \text{Untuk } DS \geq 1,0 : DG = 4 \quad (2.12)$$

Dimana:

DG = Tundaan geometrik simpang.

DS = Derajat kejenuhan.

PT = Rasio belok total

2.5.5.2.5. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang adalah total tundaan arus lalulintas dari kendaraan bermotor yang masuk simpang, dengan menggunakan Pers. 2.13.

$$D = DG + DTI \text{ (det/smp)} \quad (2.13)$$

Dimana:

DG = Tundaan geometrik simpang.

DTI = Tundaan lalulintas simpang

2.5.5.3. Peluang Antrian (QP)

Panjang antrian menurut MKJI, (1997) adalah kemungkinan terjadinya kendaraan pada suatu simpang, dinyatakan pada suatu nilai yang didapat dari hubungan antara derajat kejenuhan peluang antrian. Peluang antrian dapat dihitung dengan menggunakan Pers. 2.14 dan 2.15.

$$\text{Batas bawah QP \%} = 9,02 \times \text{DS} + 20,66 \times \text{DS}^2 + 10,49 \times \text{DS}^3 \quad (2.14)$$

$$\text{Batas atas QP \%} = 47,71 \times \text{DS} - 24,68 \times \text{DS}^2 + 56,47 \times \text{DS}^3 \quad (2.15)$$

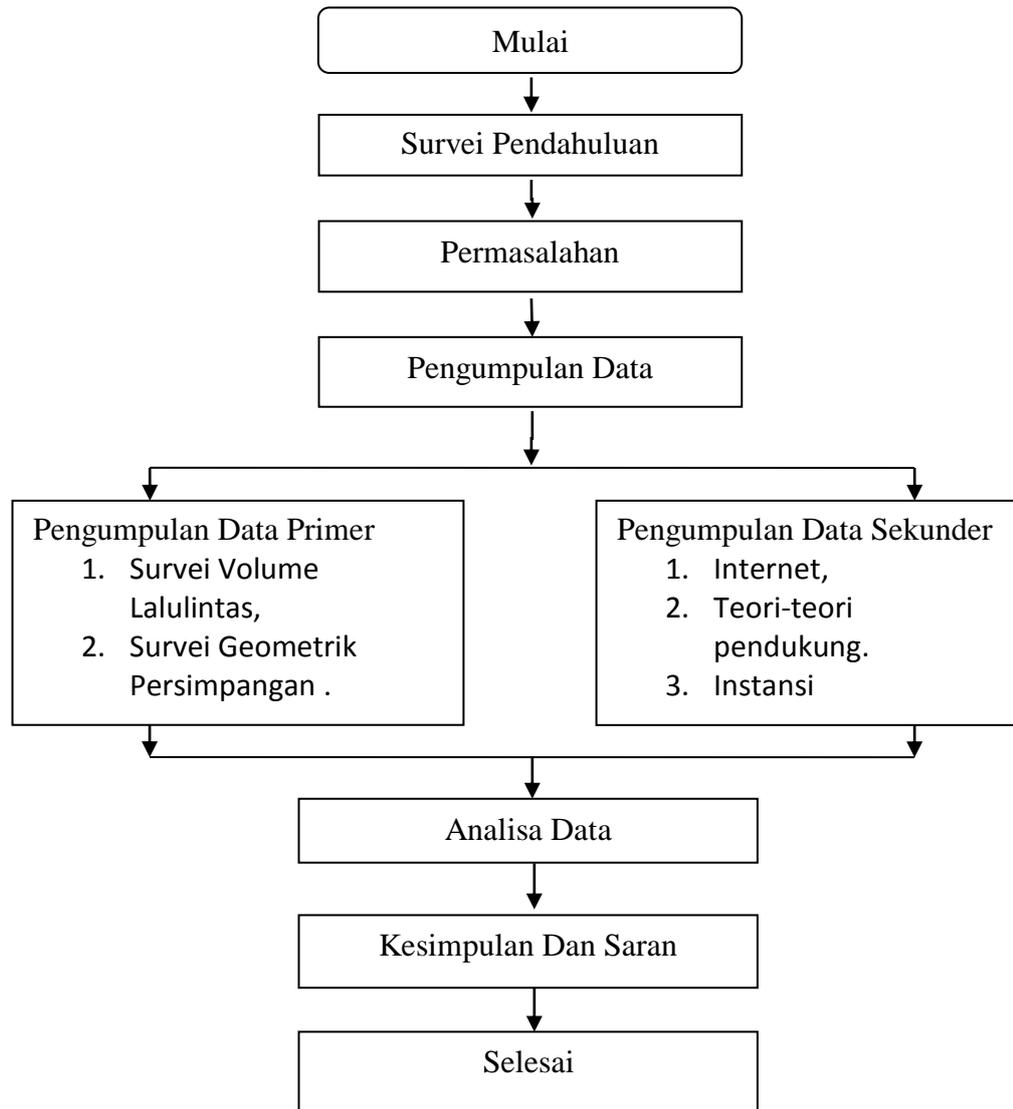
Dimana :

QP = Peluang antrian.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian digunakan sebagai dasar pelaksanaan penelitian serta untuk mempermudah penelitian tersebut. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian.

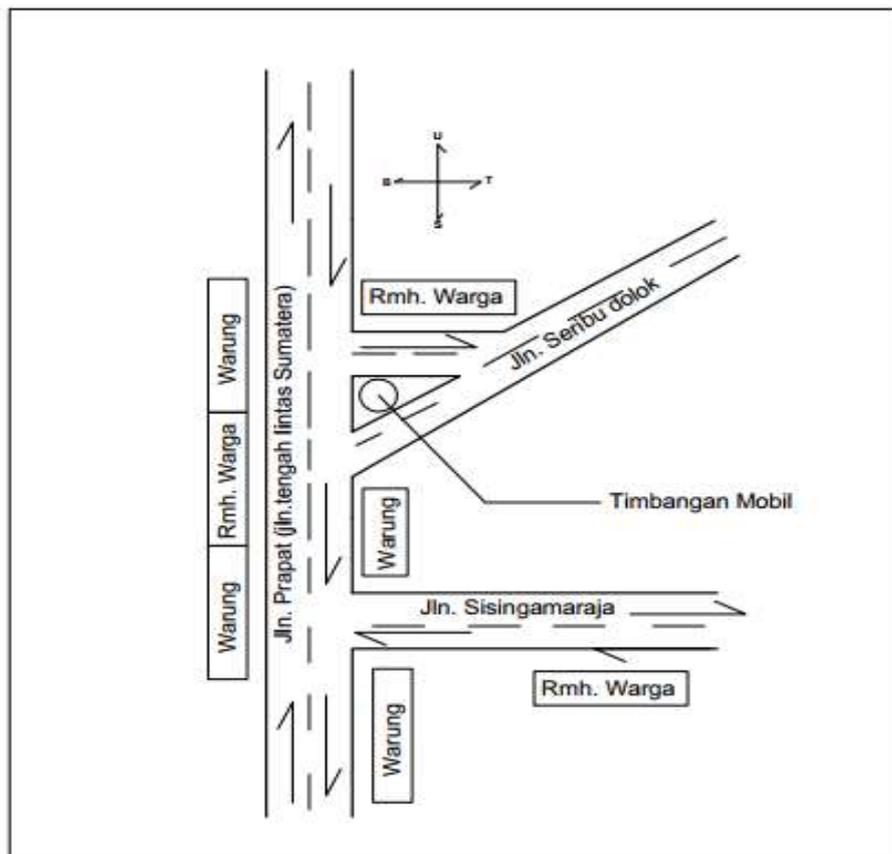
3.2. Lokasi Penelitian

Persimpangan Jalan tersebut terletak di wilayah kota Pematangsiantar. Kecamatan yang terdiri dari tiga ruas jalan, yaitu: Persimpangan pertama:

- Ruas Jalan Prapat Pematangsiantar sebelah utara.
- Ruas Jalan Prapat Pematangsiantar sebelah selatan.
- Ruas Jalan Sisingamaraja sebelah timur.

Persimpangan kedua:

- Ruas Jalan Prapat Pematangsiantar sebelah utara .
- Ruas Jalan selatan Prapat Pematangsiantar sebelah selatan.
- Ruas Jalan Seribu Dulok sebelah timur.



Gambar 3.2 : Layour lokasi penelitian.

3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, yaitu dengan melakukan pengumpulan data tentang variabel suatu permasalahan dari lapangan kemudian menganalisa dengan perhitungan, sehingga dapat menghasilkan kesimpulan atas permasalahan yang ada dengan data yang actual yang terjadi pada saat penelitian dilakukan.

3.3.1. Metode Penentuan Subyek

Maksud penentuan subyek ini adalah variabel yang dapat dijadikan sasaran dalam penelitian. Beberapa variabel tersebut adalah kondisi geometric simpang, kondisi lingkungan, pengaturan lalu lintas, volume lalu lintas, derajat kejenuhan, tundaan dan panjang antrian.

3.3.2. Metode Studi Pustaka

Studi pustaka diperlukan sebagai acuan penelitian setelah subyek di tentukan. Studi pustaka juga merupakan landasan teori bagi penelitian yang mengacu pada pendapat, teori – teori dan instansi yang berhubungan dengan penelitian.

3.4. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data ini dilakukan di persimpangan jalan yang akan diteliti yaitu persimpangan pada Jalan Prapat Pematangsiantar (Persimpangan Seribu Dulok), dan Jalan Prapat Pematangsiantar - (Persimpangan Sisingamaraja). Survei volume lalu lintas dilakukan pada persimpangan jalan yang dianggap mewakili volume yang akan ditinjau.

Sumber data yang diambil berupa:

Data primer yang didapat melalui pengumpulan data yang dilakukan adalah teknik observasi yaitu suatu cara pengumpulan data melalui pengamatan dan pencatatan segala yang tampak pada objek penelitian yang pelaksanaannya dapat dilakukan secara langsung pada tempat dimana suatu peristiwa atau kejadian

terjadi. Adapun alat yang digunakan dalam pengamatan ini yaitu peralatan manual, untuk yang paling sederhana yaitu dengan mencatat lembar formulir survei.

Data yang dikumpulkan antara lain:

1. Data volume lalulintas di setiap kaki persimpangan pada jam sibuk (*peakhour*).
2. Data geometrik persimpangan.
3. Data kondisi lingkungan.

Waktu survei lalulintas dilakukan selama 7hari, yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu dan Minggu mulai dari tanggal 23, 24, 25, 26, 27,28 dan 29 Desember 2019. Volume lalulintas diambil setiap 2 jam, yaitu waktu pagi (pukul 07.00 – 09.00 wib), siang (pukul 12.00 – 14.00 wib), dan sore pada (pukul 17.00 – 19.00). Alasan pemilihan ini adalah agar mendapatkan data yang lebih akurat sehingga hasilnya dapat digunakan untuk perencanaan dan perbaikan di masa yang akan datang.

3.4.1. Pengumpulan Data Volume Lalulintas

Metode pengumpulan data volume lalulintas dilakukan secara manual, pengumpulan data ini dilakukan untuk mendapatkan data volume lalulintas. Untuk mendapatkan data ini ditempatkan dua (2) pos pengamatan yang setiap pos ditempati satu (1) orang petugas yang bertugas untuk mencatat jumlah dan asal dari kendaraan yang melalui pos pencatatan. Pada setiap pos, petugas dilengkapi dengan formulir jumlah dan jenis kendaraan. Pos petugas ditempatkan pada posisi yang mudah mengamati pergerakan arah lalulintas yang sedang dihitung.

Adapun klasifikasi kendaraan yang melintas di persimpangan jalan tersebut, yaitu:

- Kendaraan Ringan (LV) : Mobil penumpang dan truk kecil.
- Kendaraan Berat (HV) : Bis.
- Sepeda Motor (MC) : Sepeda motor dan kendaraan roda tiga.
- Kendaraan tak bermotor (UM) : Sepeda dan becak dayung.

Tabel 3.1 : Data volume lalu lintas persimpangan Sisingamaraja.

No.	Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan pada jam 12.00 – 13.00	Jumlah keseluruhan kendaraan pada jam 12.00 – 13.00
1.	HV	80	4056
2.	LV	1824	4056
3.	MC	2058	4056
4.	UM	94	4056

Tabel 3.2 : Data volume lalu lintas persimpangan Seribu Dulok.

No.	Jenis Kendaraan	Jumlah kendaraan pada jam 13.00 – 14.00	Jumlah keseluruhan kendaraan pada jam 13.00 – 14.00
1.	HV	51	3563
2.	LV	1832	3563
3.	MC	1575	3563
4.	UM	62	3563

3.4.2. Pengumpulan Data Geometrik Persimpangan

Metode pengumpulan data geometrik persimpangan dilakukan dengan pengukuran langsung dilapangan. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mendapatkan tipe lokasi, jumlah lajur, lebar lajur, keberadaan belok kiri khusus dan belok kanan khusus, dan kondisi parkir.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran gulung, dan waktu pengambilan dilakukan pada pagi hari saat kendaraan tidak banyak melintas di jalan. Hal ini dilakukan agar tidak mengganggu arus lalu lintas dipersimpangan tersebut.

Tabel 3.3: Data geometri persimpangan Sisingamaraja.

Nama Jalan	Jumlah Lajur	Lebar Lajur (m)
Jalan Prapat Pematangsiantar (Selatan)	2	4
Jalan Prapat Pematangsiantar (Utara)	2	4
Jalan Sisingamaraja (Timur)	2	3

Tabel 3.4: Data geometri persimpangan Seribu Dulok.

Nama Jalan	Jumlah Lajur	Lebar Lajur (m)
Jalan Prapat Pematangsiantar (Selatan)	2	4
Jalan Prapat Pematangsiantar (Utara)	2	4
Jalan Seribu Dulok (Timur)	2	3

3.5. Instrumen Penelitian

Untuk memudahkan perhitungan dengan tingkat penelitian yang lebih akurat maka analisa data dilakukan menggunakan perangkat komputer dan perangkat lunak Microsoft Excel, sedangkan perhitungan arus kendaraan dan sebagainya menggunakan metode MKJI (1997).

BAB 4

ANALISA DATA

4.1. Analisa Simpang Sisingamaraja

Data volume dan jam puncak yang dikumpulkan dari lapangan dilakukan selama tujuh hari. Untuk keperluan perhitungan digunakan data yang memiliki volume dan jam puncak tertinggi diantara periode jam sibuk dari ketujuh hari tersebut. Pada perhitungan analisis simpang ini digunakan metode MKJI (1997) untuk menentukan volume lalu lintas, derajat kejenuhan, tundaan, dan panjang antrian.

4.1.1. Analisa Simpang Tak Bersinyal

Digunakan data pada Hari Senin, 23 Desember 2019, periode jam puncak siang (12.00-13.00). Data ini dianggap mewakili data-data lainnya karena mempunyai volume arus lalulintas tertinggi (jam puncak tertinggi).

Kota : Kota Pematangsiantar
Provinsi : Sumatera Utara
Ukuran Kota : 321.450 jiwa (www.google.com)
Hari : Senin, 23 Desember 2019
Periode : Jam puncak siang (12.00-13.00)
Nama Simpang : Persimpangan Sisingamaraja

1. Kondisi lalu lintas

a. Persentase kendaraan ($Q_{HV}, Q_{LV}, Q_{MC}, Q_{UM}, Q_{total}$) x 100%

$$HV = (80/4056) \times 100\% = 1,97\%$$

$$LV = (1824/4056) \times 100\% = 44,97\%$$

$$MC = (2058/4056) \times 100\% = 50,73\%$$

$$UM = (94/4056) \times 100\% = 2,31\%$$

b. Belok kiri (LT) (Q_{HV}, Q_{LV}, Q_{MC} x faktor emp)

$$Q_{HV} = 14 \times 1,3 = 18,2 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{LV} = 486 \times 1 = 486 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{MC} = 586 \times 0,5 = 284 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{UM} = 17 \text{ kend/jam}$$

c. Belok kanan (RT) (Q_{HV}, Q_{LV}, Q_{MC} x faktor emp)

$$Q_{HV} = 13 \times 1,3 = 16,9 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{LV} = 357 \times 1 = 347 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{MC} = 632 \times 0,5 = 316 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{UM} = 30 \text{ kend/jam}$$

d. Lurus (ST) (Q_{HV}, Q_{LV}, Q_{MC} x faktor emp)

$$Q_{HV} = 53 \times 1,3 = 68,9 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{LV} = 1009 \times 1 = 1009 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{MC} = 858 \times 0,5 = 429 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{UM} = 47 \text{ kend/jam}$$

2. Rasio belok dan rasio arus jalan utama

a. Arus jalan utama total (Q_{MA})

$$\begin{aligned} Q_{BARAT} &= Q_{HV} + Q_{LV} + Q_{MC} \\ &= 26 + 421 + 262,5 \\ &= 709,5 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

b. Arus jalan minor total (Q_{MI})

$$\begin{aligned} Q_{UTARA} &= Q_{HV} + Q_{LV} + Q_{MC} \\ &= 11,7 + 180 + 105 \\ &= 296,7 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{SELATAN} &= Q_{HV} + Q_{LV} + Q_{MC} \\ &= 26 + 186 + 74 \\ &= 286 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$Q_{UTARA} + Q_{SELATAN} = 296,7 + 286 = 582,7 \text{ smp/jam}$$

c. Arus jalan minor + jalan utama (total) untuk masing – masing gerakan

$$Q_{LT} = Q_{HV} + Q_{HV} + Q_{HV}$$

$$= 18,2 + 486 + 284$$

$$= 788,2 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{RT} = Q_{HV} + Q_{HV} + Q_{HV}$$

$$= 16,9 + 347 + 316$$

$$= 679,9 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{ST} = Q_{HV} + Q_{HV} + Q_{HV}$$

$$= 68,9 + 1009 + 429$$

$$= 1506,9 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{total} = Q_{LT} + Q_{RT} + Q_{ST}$$

$$= 788,2 + 679,9 + 1506,9$$

$$= 2975 \text{ smp/jam}$$

d. Rasio arus jalan minor

$$P_{MI} = Q_{MI} / Q_{TOTAL}$$

$$= 582,7 / 2975$$

$$= 0,19$$

e. Rasio belok kiri dan kanan total

$$P_{LT} = Q_{LT} / Q_{TOTAL}$$

$$= 788,2 / 2975$$

$$= 0,26$$

$$P_{RT} = Q_{RT} / Q_{TOTAL}$$

$$= 679,9 / 2975$$

$$= 0,22$$

f. Rasio arus kendaraan tak bermotor

$$P_{UM} = Q_{UM} / Q_{MV}$$

$$= 94 / 3962$$

$$= 0,023$$

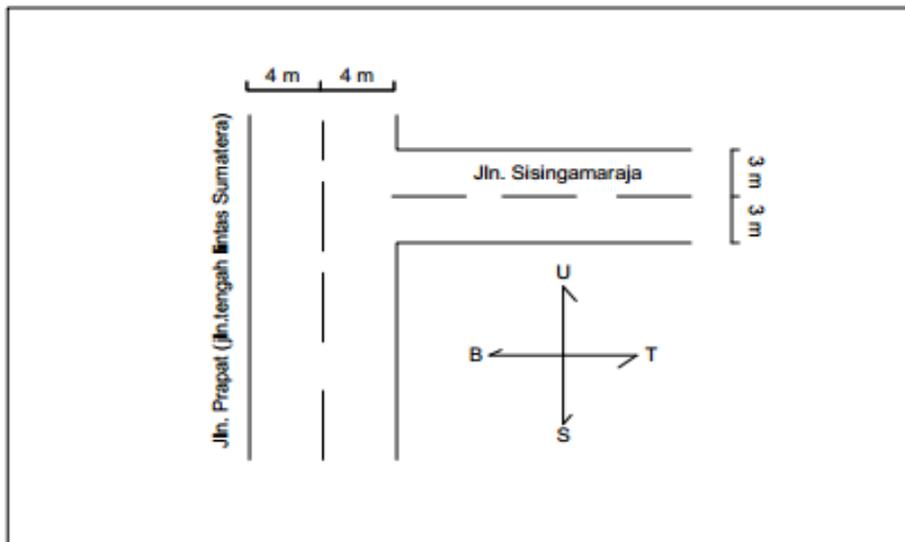
3. Kondisi lingkungan

- a. Kelas ukuran kota : Besar
- b. Tipe lingkungan jalan : Komersial
- c. Kelas hambatan samping : Tinggi

Data diatas dipakai dalam perhitungan pada :

- a. Kondisi awal
- b. Alternatif 1 : Pemasangan rambu larangan berhenti
- c. Alternatif 2 : Kombinasi pelebaran jalan utama dan pemasangan rambu larangan berhenti

B.1 Kondisi Awal



Gambar 4.1 : Geometrik Simpang pada kondisi awal.

1. Lebar pendekat jalan utama

a. Lebar pendekat jalan utama

$$W_u = 4 \text{ m}$$

$$W_s = 4 \text{ m}$$

$$\text{Rata - rata} = (4 + 4) / 2 = 4 \text{ m}$$

b. Lebar pendekat jalan minor

$$W_b = 3 \text{ m}$$

c. Lebar rata – rata pendekat

$$\begin{aligned}
 W_1 &= (W_u + W_s + 3)/3 \\
 &= (4 + 4 + 3)/3 \\
 &= 3,7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

d. Jumlah lajur

Lebar rata – rata pendekat jalan minor = 3,7 m < 5,5 m maka jumlah lajur total untuk kedua arah adalah 2.

Lebar rata – rata pendekat jalan utama/mayor = 4m < 5,5 m maka jumlah lajur total untuk kedua arah adalah 2.

e. Tipe simpang

Tipe simpang untuk lengan simpang = 3, jumlah lajur pada pendekat jalan utama dan jalan minor masing – masing = 2, maka dari Tabel 2.3 diperoleh IT = 322.

2. Menentukan kapasitas

a. Kapasitas dasar (C_0)

Tipe simpang adalah tipe IT = 322, dari Tabel 2.4 diperoleh kapasitas dasar (C_0) untuk persimpangan = 2700 smp/jam.

b. Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_W)

$W_1 = 3,7$ m dan tipe simpang IT = 322.

Untuk IT = 322.

$$\begin{aligned}
 F_W &= 0,73 + 0,076 W_1 \\
 &= 0,73 + 0,0760 (3,7) \\
 &= 1,01
 \end{aligned}$$

c. Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)

Nilai median jalan utama dari Tabel 2.6. untuk jalan utama tidak ada median adalah $F_M = 1$.

d. Faktor penyesuaian ukuran Kota Pematangsiantar tahun 2019 = 321.450 jiwa, $F_{cs} = 1,00$ dari Tabel 2.7

- e. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Kelas tipe lingkungan persimpangan = komersial

Kelas hambatan samping (SF) = tinggi

Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV) = 0,023

$$F_{RSU} = 0,93 + \left[\frac{0,023-0,00}{0,05-0,00} \right] \times (0,88 - 0,93)$$

$$= 0,918.$$

- f. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

$$P_{LT} = 0,26$$

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61P_{LT} \quad (\text{Pes 2.4})$$

$$= 0,84 + 1,61 (0,26)$$

$$= 1,2586.$$

- g. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

$P_{RT} = 0,22$. Batas nilai yang diberikan adalah pada Gambar 2.9 untuk simpang 3 lengan.

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 P_{RT}$$

$$= 1,09 - 0,922 (0,22)$$

$$= 0,88.$$

- h. Faktor penyesuaian arus jalan utama (F_{MI})

$$P_{MI} = \text{Rasio jalan minor/ (jalan utama + minor)total}$$

$$= 582,7/788,2$$

$$= 0,73$$

$$IT = 322$$

$$F_{MI} = 1,19 \times (0,73)^2 - 1,19 \times 0,73 + 1,19 \quad (\text{Tabel 2.9})$$

$$= 0,63 - 0,86 + 1,19$$

$$= 0,96$$

- i. Kapasitas (C)

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (\text{Pers 2.5})$$

$$C = 2700 \times 1,01 \times 1 \times 1 \times 0,918 \times 1,2586 \times 0,88 \times 0,95$$

$$C = 2661 \text{ smp/jam}$$

3. Perilaku lalulintas

a. Derajat kejenuhan (DS)

$$DS = Q_{TOT}/C = 2975/2661 = 1,11 \quad (\text{Pers. 2.6})$$

b. Tundaan

1) Tundaan lalu lintas simpang (DT_I)

$$DS = 1,11$$

$$DT_I = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 DS)} - (1 - DS) \times 2 \quad \text{untuk } DS > 0,6 \quad (\text{Pers.2.8})$$

$$\begin{aligned} DT_I &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 1,11)} - (1 - 1,11) \times 2 \\ &= 22,31 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

2) Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

$$DS = 1,11$$

$$DT_{MA} = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 DS)} - (1 - DS) \times 1,8 \quad \text{untuk } DS > 0,6 \quad (\text{Pers.2.10})$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times 1,11)} - (1 - 1,11) \times 1,8 \\ &= 14,59 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

3) Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

$$Q_{TOTAL} = 2975 \text{ smp/jam}$$

$$DT_I = 22,31 \text{ det/smp}$$

$$Q_{MI} = 582,7 \text{ smp/jam}$$

$$DT_{MA} = 14,59 \text{ det/smp}$$

$$Q_{MA} = 709,5 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned} DT_{MI} &= (Q_{TOTAL} \times DT_I) - (Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} \\ &= (2975 \times 22,31) - (709,5 \times 14,59) / 582,7 \\ &= 65,95 \text{ det/smp.} \end{aligned}$$

4) Tundaan geometric simpang (DG)

$$DS = 1,11$$

$$P_T = 0,48$$

Berdasarkan Pers. 2.,12 karena nilai $DS = 1,11 > 1,0$ maka didapat nilai

$$DG = 4$$

5) Tundaan simpang (D)

$$DG = 4$$

$$DT_1 = 22,31$$

$$D = DG + DT_1 \quad (\text{Pers. 2.13})$$

$$= 4 + 22,31$$

$$= 26,31 \text{ det/smp.}$$

6) Peluang antrian

$$DS = 1,11$$

$$QP\% = 47,71 DS - 24,68 DS^2 + 56,47 DS^3 \text{ nilai atas (Pers.2.14)}$$

$$= (47,71 \times 1,11) - (24,68 \times 1,11^2) + (10,49 \times 1,11^3)$$

$$= 99,77 \approx 100$$

$$QP\% = 9,02 DS + 20,66 DS^2 + 10,49 DS^3$$

$$= (9,02 \times 1,11) + (20,66 \times 1,11^2) + (10,94 \times 1,11^3)$$

$$= 50,01 \approx 50$$

Maka didapat rentang nilai peluang antrian $QP\% = 50 - 100$.

Tabel 4.1: Hasil analisa data pada kondisi awal.

Kapasitas Dasar (C_0) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Arus Lalu lintas (Q) smp/jam	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan (D) det/smp	Peluang antrian (QP) %
2700	2661	2975	1,11	26,31	50-100

Dari hasil analisis pada kondisi awal didapatkan nilai kapasitas (C) sebesar = 2661 smp/jam., arus lalulintas = 2975 smp/jam, tundaan = 26,31 det/jam sehingga menghasilkan derajat kejenuhan yang disarankan oleh MKJI 1997 yaitu DS sebesar = 0,75. Dikarenakan nilai DS nya melebihi nilai yang disarankan oleh MKJI (1997) maka perlu diadakan rekayasa perancangan. Rekayasa yang akan dilakukan adalah pemasangan rambu larangan berhenti (alternative 1). Kombinasi pelebaran jalan utama dan pemasangan rambu larangan berhenti (alternative 2).

B.2 Alternatif 1: Penambahan rambu larangan berhenti.

1. Lebar pendekat dan tipe simpang

a. Lebar pendekat jalan utama

$$W_U = 4 \text{ m}$$

$$W_S = 4 \text{ m}$$

$$\text{Rata - rata} = (4+4)/2 = 4 \text{ m}$$

b. Lebar pendekat jalan minor

$$W_b = 4 \text{ m}$$

c. Lebar rata - rata pendekat

$$W_1 = (W_U + W_S + W_b)/3$$

$$= (4 + 4 + 4)/3$$

$$= 4 \text{ m}$$

d. Jumlah lajur

Lebar rata - rata pendekat jalan minor = 4 m < 5,5 m maka jumlah lajur total untuk kedua arah adalah 2.

Lebar rata - rata pendekat jalan utama/mayor = 4 m < 5,5 m maka jumlah lajur total untuk kedua arah adalah 2.

e. Tipe simpang

Tipe simpang untuk lengan simpang = 3, jumlah lajur pada pendekat jalan utama dan jalan minor masing - masing = 2, maka dari Tabel 2.3 diperoleh IT = 322.

2. Menentukan kapasitas

a. Kapasitas dasar (CO)

Tipe simpang adalah tipe IT = 322, dari Tabel 2.4 diperoleh kapasitas dasar (CO) untuk persimpangan = 2700 smp/jam.

b. Faktor penyesuaian lebar pendekat (FW)

$$W_1 = 4 \text{ m dan tipe simpang IT} = 322.$$

Untuk IT 322:

$$FW = 0,73 + 0,0760 W_1 \quad (\text{Gambar 2.7})$$

$$= 0,73 + 0,0760 (4)$$

$$= 1,03$$

c. Faktor penyesuaian median jalan utama (FM)

Nilai median jalan utama dari Tabel 2.6 untuk jalan utama tidak ada median adalah $FM = 1$.

d. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)

Jumlah penduduk Kota Pematangsiantar tahun 2019 = 321.450 jiwa, $FCS = 1,00$ dari Tabel 2.7

e. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Kelas tipe lingkungan persimpangan = komersial

Kelas hambatan samping (SF) = rendah

Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV) = 0,023

$$\begin{aligned} F_{RSU} &= 0,93 + \left[\frac{0,023-0,00}{0,05-0,00} \right] \times (0,90 - 0,95) \\ &= 0,918 \end{aligned}$$

f. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

$$P_{LT} = 0,26$$

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 0,84 + 1,61 P_{LT} && \text{(Pers. 2.4)} \\ &= 0,84 + 1,61 (0,26) \\ &= 1,2586 \end{aligned}$$

g. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

$P_{RT} = 0,26$. Batas nilai yang diberikan adalah pada Gambar 2.9 untuk simpang 3 lengan.

$$\begin{aligned} F_{RT} &= 1,09 - 0,922 P_{RT} \\ &= 1,09 - 0,922 (0,26) \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

h. Faktor penyesuaian arus jalan minor (F_{MI})

$$\begin{aligned} P_{MI} &= \text{Rasio jalan minor}/(\text{jalan utama} + \text{minor}) \text{ total} \\ &= 582,7/788,2 \\ &= 0,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
IT &= 322 \\
F_{MI} &= 1,19 \times (0,73)^2 - 1,19 \times 0,73 + 1,19 \\
&= 0,63 - 0,86 + 1,19 \\
&= 0,96
\end{aligned}$$

i. Kapasitas (C)

$$C = C_O \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (\text{Pers. 2.5})$$

$$C = 2700 \times 1,03 \times 1 \times 1 \times 0,918 \times 1,2586 \times 0,85 \times 0,96$$

$$C = 2621 \text{ smp/jam.}$$

3. Perilaku lalu lintas

a. Derajat Kejenuhan (DS)

$$DS = Q_{TOT} / C = 2975 / 2621 = 1,13 \quad (\text{Pers. 2.6})$$

b. Tundaan

1) Tundaan lalu lintas simpang (DT_I)

$$DS = 1,13$$

$$DT_I = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DS)} - (1 - DS) \times 2 \text{ untuk } DS > 0,6 \quad (\text{Pers. 2.8})$$

$$\begin{aligned}
DT_I &= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 1,13)} - (1 - 1,13) \times 2 \\
&= 24,43 \text{ det/smp.}
\end{aligned}$$

2) Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA})

$$DS = 1,13$$

$$DT_{MA} = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times DS)} - (1 - DS) \times 1,8 \text{ untuk } DS > 0,6 \quad (\text{Pers.2.10})$$

$$\begin{aligned}
DT_{MA} &= \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times 1,13)} - (1 - 1,13) \times 1,8 \\
&= 15,67 \text{ det/smp}
\end{aligned}$$

3) Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MA})

$$Q_{TOTAL} = 2975 \text{ smp/jam}$$

$$DT_I = 24,43 \text{ det/smp}$$

$$Q_{MI} = 582,7 \text{ smp/jam}$$

$$DT_{MA} = 15,67 \text{ det/smp}$$

$$Q_{MA} = 709,5 \text{ smp/jam}$$

$$DT_{MI} = (Q_{TOTAL} \times DT_I) - (Q_{MA} \times DT_{MA})/Q_{MI}$$

$$= (2975 \times 24,43) - (709,5 \times 15,67)/582,7$$

$$= 72,66 \text{ det/smp}$$

4) Tundaan geometric simpang (DG)

$$DS = 1,13$$

$$P_T = 0,48$$

Berdasarkan Pers. 2.12 karena ini $DS = 1,13 > 1,0$ maka didapat nilai

$$DG = 4$$

5) Tundaan simpang (D)

$$DG = 4$$

$$DT_I = 24,43$$

$$D = DG + DT_I \quad (\text{Pers. 2.13})$$

$$= 4 + 24,43$$

$$= 28,43 \text{ det/smp.}$$

6) Peluang antrian

$$DS = 1,13$$

$$QP\% = 9,02 DS + 20,66 DS^2 + 10,49 DS^3 \text{ nilai bawah} \quad (\text{Pers. 2.14})$$

$$= (9,02 \times 1,13) + (20,66 \times 1,13^2) + (10,49 \times 1,13^3)$$

$$= 51,7 \approx 52$$

$$QP\% = 47,71 DS - 24,68 DS^2 + 56,47 DS^3 \text{ nilai atas} \quad (\text{Pers. 2.15})$$

$$= (47,71 \times 1,13) - (24,68 \times 1,13^2) + (56,47 \times 1,13^3)$$

$$= 103,8 \approx 104$$

Dengan rumus diatas didapat rentang nilai peluang antrian $QP\% = 52 - 104$.

Tabel 4.2: Hasil analisa data pada kondisi alternatif 1.

Kapasitas Dasar (CO) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Arus lalu lintas (Q) smp/jam	Derajat kejenuhan (DS)	Tundaan (D) det/smp	Peluang antrian (QP) %
2700	2621	2975	1,13	28,43	52 -104

Dari hasil analisis pada kondisi alternative 1 yaitu kombinasi pemasangan rambu larangan berhenti didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar = 1,13 nilai ini masih jauh dari nilai derajat kejenuhan (DS) yang disarankan oleh MKJI 1997 yaitu = 0,75. Di karenakan nilai DS nya masih melebihi nilai yang disarankan oleh MKJI (1997) maka perlu diadakan rekayasa perancangan selanjutnya. Rekayasa yang akan dilakukan adalah kombinasi pelebaran jalan utama dan pemasangan rambu larangan berhenti (alternatif 2).

B.3 Alternatif 2: Kombinasi pelebaran jalan utama dan pemasangan rambu larangan berhenti

1) pendekat dan tipe simpang

a. Lebar pendekat jalan minor

$$W_b = 3 \text{ m}$$

b. Lebar pendekat utama

$$W_U = 4 \text{ m}$$

$$W_S = 4 \text{ m}$$

$$\text{Rata – rata} = (4 + 4)/2 = 4 \text{ m}$$

c. Lebar rata – rata pendekat

$$W_I = (W_U + W_S + W_b)/3$$

$$= (4 + 4 + 3)/3$$

$$= 3,7 \text{ m}$$

d. Jumlah lajur

Lebar rata – rata pendekat jalan minor = 3 m < 5,5 m maka jumlah lajur total untuk kedua arah adalah 2.

Lebar rata – rata pendekat jalan utama/mayor = 4 m > 5,5 m maka jumlah lajur total untuk kedua arah adalah 4.

e. Tipe simpang

Tipe simpang untuk lengan simpang = 3 m jumlah lajur pada pendekat jalan utama dan jalan minor masing – masing = 2 m, maka dari Tabel 2.3 diperoleh tipe simpang IT = 324.

2) Menentukan kapasitas

a. Kapasitas dasar (C_O)

Tipe simpang adalah tipe IT = 324, dari Tabel 2.4 diperoleh kapasitas dasar (C_O) untuk persimpangan = 3200 smp/jam.

b. Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w)

W_I = 3,7 m dan tipe simpang IT = 324.

Untuk IT 324 :

$$\begin{aligned} F_w &= 0,62 + 0,0646 W_I && \text{(Gambar 2.7)} \\ &= 0,62 + 0,0646 (3,7) \\ &= 0,859 \end{aligned}$$

c. Faktor penyesuaian median jalan utama (F_M)

Nilai median jalan utama dari Tabel 2.6 untuk jalan utama yang tidak ada median adalah F_M = 1.

d. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

Jumlah penduduk Kota Pematangsiantar tahun 2019 yaitu 321.450 jiwa didapat nilai F_{CS} = 1,00 dari Tabel 2.7.

e. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Tipe lingkungan persimpangan = komersial

Kelas hambatan samping (SF) = rendah

Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV) = 0,023

$$\begin{aligned} F_{RSU} &= 0,93 + \left[\frac{0,023-0,00}{0,05-0,00} \right] \times (0,90 - 0,95) \\ &= 0,918. \end{aligned}$$

f. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT})

$$P_{LT} = 0,26$$

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT} \quad (\text{Pers. 2.4})$$

$$= 0,84 + 1,61 (0,26)$$

$$= 1,258$$

g. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

$P_{RT} = 0,26$. Batas nilai yang diberikan adalah pada Gambar 2.9 untuk simpang 3 lengan.

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 P_{RT}$$

$$= 1,09 - 0,922 (0,26)$$

$$= 0,85.$$

h. Faktor penyesuaian arus jalan minor (F_{MI})

$$P_M = \text{Rasio jalan minor}/(\text{jalan utama} + \text{minor})_{\text{total}}$$

$$= 582,7/788,2$$

$$= 0,73$$

$$IT = 324$$

$$F_{MI} = 16,6 \times P_{MI}^4 - 33,3 \times P_{MI}^3 + 25,3 \times P_{MI}^2 - 8,6 \times P_{MI} + 1,95 (\text{Tabel. 2.9})$$

$$= 16,6 \times (0,73)^4 - 33,3 \times (0,73)^3 + 25,3 \times (0,73)^2 - 8,6 \times (0,73) + 1,95$$

$$= 4,71 - 12,9 + 13,5 - 6,27 + 1,95$$

$$= 0,99$$

i. Kapasitas (C)

$$C = C_0 \times F_W \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (\text{Pers. 2.5})$$

$$C = 3200 \times 0,859 \times 1 \times 1 \times 0,918 \times 1,2586 \times 0,85 \times 0,99$$

$$C = 2672 \text{ smp/jam}$$

3) Perilaku lalu lintas

a. Derajat kejenuhan (DS)

$$DS = Q_{TOT} / C = 2975 / 2672 = 1,11 \quad (\text{Pers. 2.6})$$

b. Tundaan

1) Tundaan lalu lintas simpang (DT_I)

$$DS = 1,11$$

$$DT_I = 2 + 8,2078 DS - 2(1-DS) \text{ untuk } DS > 0,6 \quad (\text{Pers. 2.7})$$

$$= 2 + 8,2078 (1,11) - 2(1-1,11)$$

$$= 11,33$$

2) Tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA})

$$DS = 1,11$$

$$DT_{MA} = 1,8 + 5,8234 DS - (1 - DS) \times 1,8 \text{ untuk } DS \leq 0,6 \quad (\text{Pers. 2.9})$$

$$= 1,8 + 5,8234 (1,11) - (1 - 1,11) \times 1,8$$

$$= 8,06 \text{ det/smp}$$

3) Tundaan lalu lintas jalan minor (DT_{MI})

$$Q_{TOTAL} = 2975 \text{ smp/jam}$$

$$DT_I = 11,33 \text{ det/smp}$$

$$Q_{MI} = 582,7 \text{ smp/jam}$$

$$DT_{MA} = 8,06 \text{ det/smp}$$

$$Q_{MA} = 709,5 \text{ smp/jam}$$

$$DT_{MI} = (Q_{TOT} \times DT_I) - (Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} \quad (\text{Pers. 2.11})$$

$$= (2975 \times 11,33) - (709,5 \times 8,06) / 582,7$$

$$= 33,6 \text{ det/smp}$$

4) Tundaan geometric simpang (DG)

$$DS = 1,11$$

$$P_T = 0,48$$

Berdasarkan Pers. 2.12 karena nilai $DS = 1,11 > 1,10$ maka didapat nilai :

$$DG = (1-DS) \times (P_T \times 6 + (1-P_T) \times 3) + DS \times 4$$

$$DG = (1-1,11) \times (0,48 \times 6 + (1 - 0,48) \times 3) + 1,11 \times 4$$

$$DG = 0,11 \times 4,74 + 4,44$$

$$DG = 4,96 \text{ det/smp}$$

5) Tundaan simpang (D)

$$DG = 4,96 \text{ det/smp}$$

$$\begin{aligned}
 DT_I &= 11,33 \text{ det/smp} \\
 D &= DG + DT_I && \text{(Pers. 2.13)} \\
 &= 4,96 + 11,33 \\
 &= 16,3 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

6) Peluang antrian

$$DS = 1,11$$

$$\begin{aligned}
 QP\% &= 9,02 DS + 20,66 DS^2 + 10,49 DS^3 \text{ nilai dibawah} && \text{(Pers. 2.14)} \\
 &= (9,02 \times 1,11) + (20,66 \times 1,11^2) + (10,49 \times 1,11^3) \\
 &= 49,8 \approx 50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 QP\% &= 47,71 DS - 24,68 DS^2 + 56,47 DS^3 \text{ nilai atas} && \text{(Pers. 2.15)} \\
 &= (47,71 \times 1,11) - (24,68 \times 1,11^2) + (56,47 \times 1,11^3) \\
 &= 99,8 \approx 100
 \end{aligned}$$

Dengan rumus diatas didapat rentang nilai peluang antrian $QP\% = 50 - 100$.

Tabel 4.3: Hasil analisa data pada kondisi alternative 2.

Kapasitas Dasar (C_0) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Arus lalu lintas (Q) smp/jam	Derajat kejenuhan (DS)	Tundaan (D) det/smp	Peluang antrian (QP) %
3200	2672	2975	1,11	16,3	50 – 100

Dari hasil diatas didapatkan nilai arus jenuh untuk masing – masing pendekatan sudah berada dibawah nilai yang ditetapkan oleh MKJI (1997) yaitu 0,75.

4.2. Analisa Simpang Seribu Dulok

Data volume dan jam puncak yang dikumpulkan dari lapangan dilakukan selama tujuh hari. Untuk keperluan perhitungan digunakan data yang memiliki volume dan jam puncak tertinggi diantara periode jam sibuk dari ketujuh hari tersebut. Pada perhitungan analisis simpang ini digunakan metode (MKJI, 1997) untuk menentukan perilaku lalulintas.

4.2.1. Analisa Simpang Tak Bersinyal

Digunakan data pada hari Senin, 23 Desember 2019, periode jam puncak siang (13.00 – 14.00). Data ini dianggap mewakili data-data lainnya karena mempunyai volume arus lalu lintas tertinggi (jam puncak tertinggi).

Kota	:	Kota Pematangsiantar
Propinsi	:	Sumatera Utara
Ukuran Kota	:	321.450 jiwa (www.google.com)
Hari	:	Senin, 23 Desember 2019
Periode	:	Jam Puncak siang(13.00 – 14.00)
Nama Simpang	:	Persimpangan Seribu Dulok

1. Kondisi lalu lintas

a. Persentase kendaraan ($Q_{HV}, Q_{LV}, Q_{MC}, Q_{UM} / Q_{TOTAL}$) x 100 %

HV	=	(51/3563) x 100%	=	1,43%
LV	=	(1832/3563) x 100%	=	51,41%
MC	=	(1575/3563) x 100%	=	44,20%
UM	=	(62/3563) x 100%	=	1,74%

b. Belok kiri (LT) (Q_{HV}, Q_{LV}, Q_{MC} x faktor emp)

Q_{HV}	=	22 x 1,3	=	28,6 smp/jam
Q_{LV}	=	559 x 1	=	559 smp/jam
Q_{MC}	=	464 x 0,5	=	232 smp/jam
Q_{UM}	=	14 kend/jam		

c. Belok kanan (RT) (Q_{HV}, Q_{LV}, Q_{MC} x faktor emp)

Q_H	=	14 x 1,3	=	18,2 smp/jam
Q_{LV}	=	446 x 1	=	446 smp/jam
Q_{MC}	=	364 x 0,5	=	182 smp/jam
Q_{UM}	=	19 kend/jam		

d. Lurus (ST) (Q_{HV}, Q_{LV}, Q_{MC} x faktor emp)

$$\begin{aligned}
Q_{HV} &= 25 \times 1,3 &= 32,5 \text{ smp/jam} \\
Q_{LV} &= 827 \times 1 &= 827 \text{ smp/jam} \\
Q_{MC} &= 777 \times 0,5 &= 388,5 \text{ smp/jam} \\
Q_{UM} &= 56 \text{ kend/jam}
\end{aligned}$$

2. Rasio belok dan rasio arus jalan minor

a. Arus jalan mayor total (Q_{MA})

$$\begin{aligned}
Q_{BARAT} &= Q_{HV} + Q_{LV} + Q_{MC} \\
&= 10,4 + 210 + 175,5 \\
&= 395,9 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

b. Arus jalan minor total (Q_{MI})

$$\begin{aligned}
Q_{UTARA} &= Q_{HV} + Q_{LV} + Q_{MC} \\
&= 15,6 + 243 + 205 \\
&= 463,6 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{SELATAN} &= Q_{HV} + Q_{LV} + Q_{MC} \\
&= 7,8 + 248 + 240,5 \\
&= 496,3 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

$$Q_{UTARA} + Q_{SELATAN} = 463,6 + 496,3 = 959,9 \text{ smp/jam}$$

c. Arus jalan minor + jalan utama (total) untuk masing-masing gerakan

$$\begin{aligned}
Q_{LT} &= Q_{HV} + Q_{LV} + Q_{MC} \\
&= 28,6 + 559 + 232 \\
&= 819,6 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{RT} &= Q_{HV} + Q_{LV} + Q_{MC} \\
&= 18,2 + 446 + 182 \\
&= 646,2 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{ST} &= Q_{HV} + Q_{LV} + Q_{MC} \\
&= 32,5 + 827 + 388,5 \\
&= 1248 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{TOTAL} &= Q_{LT} + Q_{RT} + Q_{ST} \\
&= 819,6 + 646,2 + 1248 \\
&= 2713,8 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

d. Rasio arus jalan minor

$$\begin{aligned}
P_{MI} &= Q_{MI}/Q_{TOTAL} \\
&= 959,9/2713,8 \\
&= 0,32
\end{aligned}$$

e. Rasio belok kiri dan kanan total

$$\begin{aligned}
P_{LT} &= Q_{LT}/Q_{TOTAL} && \text{(Pers. 2.17)} \\
&= 819,6/2713,8 \\
&= 0,35
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P_{RT} &= Q_{RT}/Q_{TOTAL} && \text{(Pers. 2.18)} \\
&= 646,2/2713,8 \\
&= 0,23
\end{aligned}$$

f. Rasio arus kendaraan tak bermotor

$$\begin{aligned}
P_{UM} &= Q_{UM}/Q_{MV} && \text{(Pers. 2.19)} \\
&= 62/3563 \\
&= 0,017
\end{aligned}$$

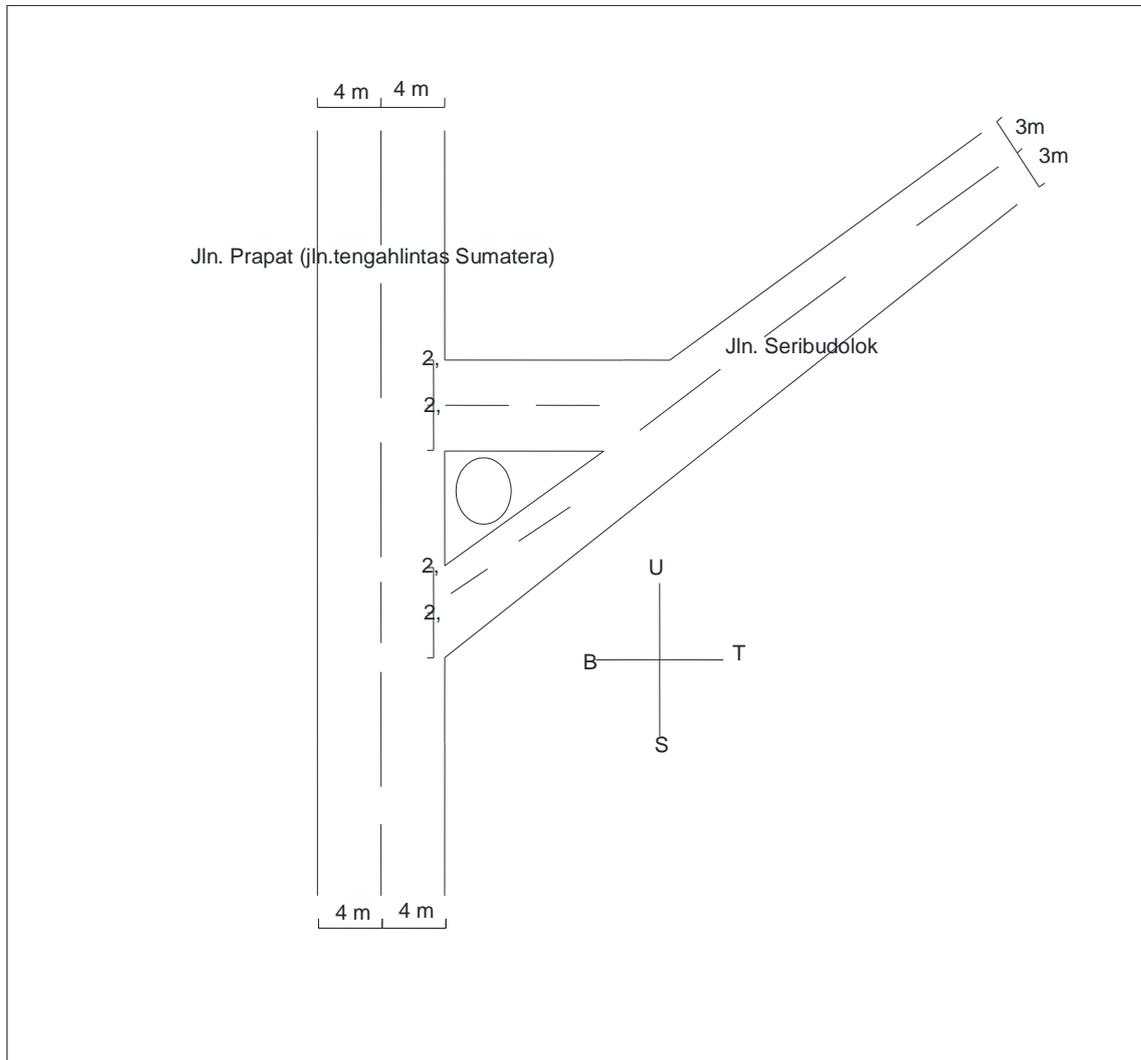
3. Kondisi lingkungan

- a. Kelas ukuran kota : Besar
- b. Tipe lingkungan jalan: Komersial
- c. Kelas hambatan samping : Tinggi.

Data di atas dipakai dalam perhitungan pada:

- a. Kondis iawal
- b. Alternatif 1 : Pemasangan rambu larangan berhenti.
- c. Alternatif 2: Kombinasi pelebaran jalan utama dan pemasangan rambu larangan berhenti.

B.1 Kondisi Awal



Gambar 4.2: Geometrik simpang pada kondisi iawal.

1. Lebar pendekat dan tipe simpang

a. Lebar pendekat jalan utama

$$W_u = 4 \text{ m}$$

$$W_s = 4 \text{ m}$$

$$\text{Rata-rata} = (4 + 4)/2 = 4 \text{ m}$$

b. Lebar pendekat jalan minor

$$W_b = 3$$

c. Lebar rata-rata pendekat

$$\begin{aligned}W1 &= (W_u + W_s + W_b)/3 \\ &= (4 + 4 + 3)/3 \\ &= 3,7 \text{ m}\end{aligned}$$

d. Jumlah lajur

Lebar rata-rata pendekat jalan minor = 3 m < 5,5 m maka jumlah lajur total untuk kedua arah adalah 2.

Lebar rata-rata pendekat jalan utama/mayor = 4 m < 5,5 m maka jumlah lajur total untuk kedua arah adalah 2.

e. Tipe simpang

Tipe simpang untuk lengan simpang = 3, jumlah lajur pada pendekat jalan utama dan jalan minor masing-masing = 2, maka dari Tabel 2.3 diperoleh IT = 322.

2. Menentukan kapasitas

a. Kapasitas dasar (CO)

Tipe simpang adalah tipe IT = 322, dari Tabel 2.4 diperoleh kapasitas dasar (CO) untuk persimpangan = 2700 smp/jam.

b. Faktor penyesuaian lebar pendekat (FW)

$W1 = 3,7 \text{ m}$ dan tipe simpang IT = . Untuk IT 322:K

$$\begin{aligned}FW &= 0,73 + 0,0760 W1 \text{ (Gambar 2.7)} \\ &= 0,73 + (0,0760 \times 3,7) \\ &= 1,01\end{aligned}$$

c. Faktor penyesuaian median jalan utama (FM)

Nilai median jalan utama dari Tabel 2.6. Untuk jalan utama tidak ada median adalah FM = 1

d. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Jumlah penduduk Kota Pematangsiantar tahun 2019 = 321.450 jiwa Fcs = 1,00
dari Tabel 2.7.

e. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU)

Kelas tipe lingkungan persimpangan = komersil

Kelas hambatan samping (SF) = rendah

Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV) = 0,017

$$\begin{aligned} F_{RSU} &= 0,93 + \left[\frac{0,017-0,00}{0,05-0,00} \right] x (0,90 - 0,95) \\ &= 0,921. \end{aligned}$$

f. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

$$P_{LT} = 0,30$$

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT} \quad (\text{Pers. 2.4})$$

$$= 0,84 + 1,61 (0,30)$$

$$= 1,323$$

g. Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

$P_{RT} = 0,23$. Batas nilai yang diberikan adalah pada Gambar 2.9. Untuk simpang 3 lengan,

$$F_R = 1,09 - 0,922 P_{RT}$$

$$= 1,09 - 0,922 (0,23)$$

$$= 0,87$$

h. Faktor penyesuaian arus jalan minor (FMI)

$$P_{MI} = \text{Rasio Jl. Minor}/(\text{Jl. Utama} + \text{Minor}) \text{ total}$$

$$= 959,9/2713,8$$

$$= 0,35$$

$$IT = 324$$

$$F_{MI} = 1,19 x (0,35)^2 - 1,19 x 0,35 + 1,19$$

$$= 0,14 - 0,41 + 1,19$$

$$= 0,92$$

i. Kapasitas (C)

$$C = C_o \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (\text{Pers. 2.5})$$

$$C = 3200 \times 1,01 \times 1 \times 1 \times 0,921 \times 1,323 \times 0,87 \times 0,92$$

$$C = 3152 \text{ smp/jam}$$

3. Perilaku lalulintas

a. Derajatkejenuhan (DS)

$$DS = Q_{TOT} / C = 2713,8 / 3152 = 0,86 \quad (\text{Pers. 2.6})$$

b. Tundaan

1) Tundaan lalulintas simpang (DT_I)

$$DS = 0,86$$

$$DT_I = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DS)} - (1 - DS) \times 2 \text{ untuk } DS > 0,6 \quad (\text{Pers.2.8})$$

$$DT_I = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 0,86)} - (1 - 0,86) \times 2$$

$$= 10,35 \text{ det/smp}$$

2) Tundaan lalulintas jalan utama (DT_{MA})

$$DS = 0,86$$

$$DT_{MA} = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times DS)} - (1 - DS) \times 1,8 \text{ untuk } DS > 0,6 \quad (\text{Pers.2.10})$$

$$= \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times 0,86)} - (1 - 0,86) \times 1,8$$

$$= 7,53 \text{ det/smp}$$

3) Tundaan lalulintas jalan minor (DT_{MI})

$$Q_{TOTAL} = 2713,8 \text{ smp/jam}$$

$$DT_I = 10,35 \text{ det/smp}$$

$$Q_{MI} = 959,9 \text{ smp/jam}$$

$$DT_{MA} = 7,53 \text{ det/smp}$$

$$Q_{MA} = 395,9 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned}
DT_{MI} &= (Q_{TOT} \times DT_I) - (Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} && \text{(Pers.2.11)} \\
&= (2713,8 \times 10,35) - (395,9 \times 7,53) / 959,9 \\
&= 26,15 \text{det/smp}
\end{aligned}$$

4) Tundaan geometrik simpang (DG)

$$DS = 0,86$$

$$P_T = 0,58$$

Berdasarkan Pers 2.12 karena nilai $DS = 0,86 > 1,0$ maka didapat nilai

$$DG = (1-DS) \times (P_T \times 6 + (1-P_T) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/smp)}$$

$$DG = (1-0,86) \times (0,58 \times 6 + (1-0,58) \times 3) + 0,86 \times 4$$

$$DG = 4,05 \text{det/smp}$$

5) Tundaan simpang (D)

$$DG = 4,05 \text{det/smp}$$

$$DT_I = 10,35$$

$$D = DG + DT_I \quad \text{(Pers.2.13)}$$

$$= 4,05 + 10,35$$

$$= 14,4 \text{det/smp}$$

6) Peluang antrian

$$DS = 0,86$$

$$QP \% = 9,02 DS + 20,66 DS^2 + 10,49 DS^3 \text{ nilai bawah} \quad \text{(Pers. 2.14)}$$

$$= (9,02 \times 0,86) + (20,66 \times 0,86^2) + (10,49 \times 0,86^3)$$

$$= 29,70 \approx 30$$

$$QP \% = 47,71 DS - 24,68 DS^2 + 56,47 DS^3 \text{ nilai atas} \quad \text{(Pers. 2.15)}$$

$$= (47,71 \times 0,86) - (24,68 \times 0,86^2) + (56,47 \times 0,86^3)$$

$$= 58,69 \approx 59$$

Dengan rumus diatas didapat rentang nilai peluang antrian $QP \% = 30 - 59$.

Tabel 4.4: Hasil analisa data pada kondisi awal.

Kapasitas Dasar (Co) smp/jam	Kapasitas (C) smp/jam	Aruslalu Lintas (Q) Smp/jam	Derajat kejenuhan (DS)	Tundaan (D) det/smp	Peluang Antrian (QP) %
3200	3152	2713,8	0,86	14,4	30 – 59

Dari hasil diatas didapatkan nilai arus jenuh untuk masing – masing pendekat sudah berada dibawah nilai yang ditetapkan oleh MKJI (1997) yaitu 0,75.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa yang dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa simpang tak bersinyal di simpang Sisingamaraja pada kondisi awal didapatkan nilai kapasitas (C) = 2661 smp/jam dengan arus lalulintas = 2975 smp/jam, derajat kejenuhan = 1,11, tundaan = 26,31 det/smp dan peluang antrian = 50 – 100, terjadi pada pukul 12.00 – 13.00 WIB pada hari Senin, pada arah perhitungan simpang tak bersinyal per jam arah.
2. Dari hasil analisa simpang tak bersinyal di simpang Seribu Dulok pada kondisi awal didapatkan nilai kapasitas (C) = 3152 smp/jam dengan arus lalulintas = 2713,8 smp/jam, derajat kejenuhan = 0,86, tundaan 14,4 dt/smp dan peluang antrian = 30 – 59, terjadi pada pukul 13.00 – 14.00 WIB pada hari Senin, pada arah perhitungan simpang tak bersinyal per jam arah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka rekomendasi yang dapat diberikan untuk keperluan studi lebih lanjut adalah:

1. Perlu dilakukan analisis dari dampak penataan ruang lokasi untuk mengoptimalkan pemanfaatan ruang disepanjang kawasan studi.
2. Pelebaran ruas jalan sangat diharapkan pada simpang ini, sehingga apabila ruas jalan tersebut dibuat akan mengurangi antrian pada persimpangan tersebut.

3. Jika ada yang melakukan penelitian yang sama diharapkan melakukan penelitian yang lebih mendalam, dikarenakan jumlah pengguna kendaraan akan terus bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Munawar, A. (2004) *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Khisty, C.J., Lall. B. K. (2002) *Dasar – Dasar Rekayasa Transportasi*. Terjemahan Fidel Miro. Jakarta : Erlangga.
- Direktorat Jendral Bina Marga (1997) *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Sweroad bekerja sama dengan PT. Bina Karya, Jakarta.
- Hobbs. F. D.(1995) *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Sulaksono, S. (2001) *Rekayasa Lalu Lintas*. Bandung : penerbit ITB.
- Handriansyah, Y. (2017). *Studi Dampak Kemacetan Lalu Lintas Akibat Dua Persimpangan di Jalan Komodor Laut Yos Sudarso km.12 .*
- Marchyano Beltsazar Randa Kabi. (2015) *Analisis Kinerja Simpang Tanpa Sinyal (Studi Kasus : Simpang Tiga Ringroad – Maumbi)*.
- Novriyadi Rorong (2015) *Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman Dan Jalan Di Panjaitan*.
- Juniardi. (2009) *Analisis Arus Lalulintas Di Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tunjung Kota Yogyakarta)*.
- Khoerul Ma'ruf (2020) *Analisis Kemacetan Lalulintas Pada Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Tugu Teh Botol Sosro Banjaran – Kabupaten Tegal)*.

LAMPIRAN

Hari/Tanggal: Senin, 23 Desember 2019

Lokasi : Jl. Prapat (Simpang Sisingamaraja)

Tabel L.1 Komposisi lalu lintas dari arah utara.

Periode	Sepeda Motor			Kendaraan Ringan			Kendaraan Berat			Kendaraan Tak Bermotor		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
07.00 - 07.15	-	55	57	-	130	9	-	3	1	-	1	0
07.15 - 07.30	-	64	73	-	167	12	-	5	1	-	3	1
07.30 - 07.45	-	73	81	-	183	30	-	1	0	-	0	1
07.45 - 08.00	-	80	102	-	104	44	-	2	2	-	1	0
08.00 - 08.15	-	93	115	-	151	62	-	7	1	-	4	5
08.15 - 08.30	-	105	124	-	179	84	-	3	1	-	5	3
08.30 - 08.45	-	118	130	-	190	109	-	4	2	-	6	5
08.45 - 09.00	-	137	58	-	170	123	-	7	3	-	9	0
	-			-			-			-		
12.00 - 12.15	-	163	70	-	86	68	-	3	2	-	14	3
12.15 - 12.30	-	160	74	-	92	57	-	5	1	-	6	2
12.30 - 12.45	-	158	82	-	101	29	-	4	0	-	9	5
12.45 - 13.00	-	152	93	-	186	78	-	2	0	-	2	7
13.00 - 13.15	-	150	120	-	135	46	-	7	2	-	3	2
13.15 - 13.30	-	169	56	-	96	59	-	6	0	-	5	5

17.00 - 17.15	76	60	-	124	102	-	1	8	-	1	1	-
17.15 - 17.30	62	51	-	108	123	-	1	5	-	2	3	-
17.30 - 17.45	83	67	-	101	108	-	1	7	-	1	1	-
17.45 - 18.00	69	81	-	120	95	-	1	5	-	1	1	-
18.00 - 18.15	78	76	-	128	127	-	2	8	-	2	2	-
18.15 - 18.30	90	89	-	118	153	-	1	6	-	2	0	-
18.30 - 18.45	87	73	-	149	167	-	1	5	-	3	4	-
18.45 - 19.00	112	84	-	138	164	-	3	2	-	1	2	-

Hari/Tanggal: Senin, 23 Desember 2019

Lokasi : Jl. Prapat (Simpang Sisingamaraja)

Tabel L.3 Komposisi lalu lintas dari arah timur

Periode	Sepeda Motor			Kendaraan Ringan			Kendaraan Berat			Kendaraan Tak Bermotor		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
07.00 - 07.15	40	-	74	58	-	75	1	-	2	4	-	6
07.15 - 07.30	60	-	64	62	-	86	1	-	1	1	-	1
07.30 - 07.45	67	-	54	68	-	90	1	-	2	3	-	1
07.45 - 08.00	55	-	62	85	-	92	2	-	1	1	-	5
08.00 - 08.15	43	-	42	12	-	25	1	-	1	1	-	3
08.15 - 08.30	49	-	50	25	-	30	2	-	2	2	-	2
08.30 - 08.45	45	-	51	31	-	35	1	-	2	1	-	3
08.45 - 09.00	52	-	62	40	-	54	1	-	1	2	-	2
12.00 - 12.15	65	-	79	48	-	56	2	-	2	1	-	4
12.15 - 12.30	31	-	91	31	-	13	1	-	1	1	-	2
12.30 - 12.45	27	-	87	27	-	17	1	-	1	1	-	2
12.45 - 13.00	21	-	56	21	-	29	3	-	6	2	-	5
13.00 - 13.15	16	-	26	16	-	36	0	-	0	2	-	4
13.15 - 13.30	19	-	31	19	-	11	1	-	0	4	-	3
13.30 - 13.45	32	-	24	20	-	56	1	-	0	5	-	2
13.45 - 14.00	45	-	19	15	-	45	0	-	1	7	-	3

17.00 - 17.15	26	-	22	76	-	38	1	-	2	2	-	1
17.15 - 17.30	27	-	16	68	-	34	2	-	2	5	-	5
17.30 - 17.45	24	-	23	74	-	42	1	-	0	4	-	4
17.45 - 18.00	18	-	19	70	-	39	1	-	1	3	-	3
18.00 - 18.15	19	-	11	77	-	45	1	-	0	3	-	2
18.15 - 18.30	13	-	17	71	-	44	1	-	1	2	-	1
18.30 - 18.45	21	-	11	68	-	52	1	-	0	4	-	1
18.45 - 19.00	31	-	21	23	-	39	2	-	3	6	-	3

LAMPIRAN

Hari/Tanggal: Senin, 23 Desember 2019

Lokasi : Jl. Prapat (Simpang Seribu Dulok)

Tabel L.1 Komposisi lalu lintas dari arah utara.

Periode	Sepeda Motor			Kendaraan Ringan			Kendaraan Berat			Kendaraan Tak Bermotor		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
07.00 - 07.15	-	43	67	-	120	11	-	3	1	-	8	6
07.15 - 07.30	-	54	53	-	113	15	-	7	1	-	2	1
07.30 - 07.45	-	63	71	-	129	38	-	12	5	-	3	0
07.45 - 08.00	-	70	42	-	114	23	-	17	2	-	7	6
08.00 - 08.15	-	93	85	-	121	26	-	10	1	-	4	5
08.15 - 08.30	-	85	24	-	109	89	-	18	1	-	5	7
08.30 - 08.45	-	96	67	-	90	116	-	16	2	-	0	5
08.45 - 09.00	-	107	90	-	110	103	-	5	7	-	1	0
	-			-			-			-		
12.00 - 12.15	-	143	50	-	156	60	-	9	2	-	2	3
12.15 - 12.30	-	121	74	-	112	57	-	6	1	-	6	6
12.30 - 12.45	-	118	72	-	101	24	-	5	1	-	0	5
12.45 - 13.00	-	122	43	-	106	78	-	2	5	-	7	7
13.00 - 13.15	-	120	80	-	101	46	-	8	2	-	3	2
13.15 - 13.30	-	116	104	-	94	79	-	6	0	-	5	2

17.00 - 17.15	66	60	-	114	102	-	0	1	-	1	1	-
17.15 - 17.30	60	61	-	98	123	-	1	5	-	0	3	-
17.30 - 17.45	73	67	-	101	108	-	2	4	-	1	3	-
17.45 - 18.00	69	80	-	110	105	-	1	5	-	1	1	-
18.00 - 18.15	71	76	-	128	127	-	2	8	-	2	2	-
18.15 - 18.30	60	80	-	118	53	-	1	6	-	4	1	-
18.30 - 18.45	45	63	-	106	103	-	1	4	-	3	4	-
18.45 - 19.00	82	84	-	138	84	-	3	2	-	1	2	-

17.00 - 17.15	26	-	25	18	-	25	1	-	2	2	-	1
17.15 - 17.30	37	-	16	28	-	34	2	-	2	5	-	5
17.30 - 17.45	14	-	20	14	-	42	1	-	1	4	-	0
17.45 - 18.00	18	-	19	40	-	19	1	-	1	3	-	3
18.00 - 18.15	10	-	11	12	-	45	4	-	0	0	-	2
18.15 - 18.30	13	-	19	31	-	20	1	-	1	2	-	1
18.30 - 18.45	25	-	11	23	-	11	1	-	0	4	-	0
18.45 - 19.00	31	-	21	13	-	39	2	-	3	0	-	3

AKUMULASI

Hari/Tanggal: Senin, 23 Desember 2019

Lokasi : Simpang Sisingamaraja

Tabel L.4 Akumulasi komposisi lalu lintas untuk tiap jam.

Periode	Ruas jalan		
	Utara	Selatan	Timur
07.00 - 08.00	1286	1182	1125
08.00 - 09.00	2013	1365	673
12.00 - 13.00	1714	1608	734
13.00 - 14.00	1745	1648	463
17.00 - 18.00	1495	1470	653
18.00 - 19.00	1383	1875	594

Hari/Tanggal: Senin, 23 Desember 2019

Lokasi : Simpang Seribu Dulok

Periode	Ruas Jalan		
	Utara	Selatan	Timur
07.00 - 08.00	1137	1191	827
08.00 - 09.00	1498	1161	537
12.00 - 13.00	1504	1479	579
13.00 - 14.00	1697	1543	363
17.00 - 18.00	1083	1427	429
18.00 - 19.00	1241	1464	359



Gambar L.8 : Antrian kendaraan pada Jalan Prapat Pematangsiantar (Jalan Tengah Lintas Sumatera).



Gambar L.9 : Antrian kendaraan pada di Jalan Prapat Pematangsiantar (Jalan Tengah Lintas Sumatera).



Gambar L.10 : Antrian kendaraan pada Jalan Sisingamaraja



Gambar L.11 : Antrian kendaraan pada di Jalan Prapat Pematangsiantar (Jalan Tengah Lintas Sumatera)



Gambar L.12 : Antrian kendaraan pada Jalan Seribu Dulok



Gambar L.13 : Antrian kendaraan pada di Jalan Prapat Pematangsiantar (Jalan Tengah Lintas Sumatera).

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



IDENTITAS DIRI

JenisKelamin : Perempuan
Tempat/TglLahir : Binjai, 11 September 1997
Agama : Islam
Alamat : Jalan Tuanku Imam Bonjol Gang Tualang
No. HP/Tel seluler : 0895629407509
Nama Orang Tua
Ayah : Mahrizal Lubis
Ibu : Febriani
E-mail : fettysseptilbs@gmail.com

PENDIDIKAN FORMAL

Fakultas : Teknik
Program studi : Teknik Sipil
Perguruan tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat perguruan tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
1	Sekolah Dasar	SD Negeri No. 027089	2009
2	MTs	MTsN Binjai	2012
3	SMA	MAN Binjai	2015
4	Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2020