

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL  
GLUGUR DARAT MEDAN TIMUR SAMPAI TAHUN 2031**

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

*Disusun Oleh:*

**MALIK VANIDI**  
**(1607210108)**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2021**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Malik Vanidi

Npm : 1607210108

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Glugur Darat Medan Timur Sampai Tahun 2031

Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 18 September 2021

Dosen Pembimbing



Hj Irma Dewi S.T., M.Si

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

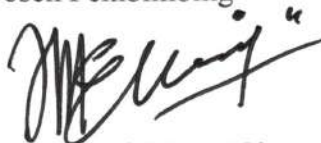
Nama : MALIK VANIDI  
NPM : 1607210108  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL  
GLUGUR DARAT MEDAN TIMUR SAMPAI TAHUN  
2031  
Bidang Ilmu : TRANSPORTASI

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, 18 September 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Irma Dewi S.T., M.Si

Dosen Pembanding I

<sup>an</sup>  


Ir Sri Asfiati, M.T

Dosen Pembanding II



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Malik Vanidi  
Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 10 Nopember 1997  
NPM : 1607210108  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“ANALISIS KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL GLUGUR  
DARAT MEDAN TIMUR SAMPAI TAHUN 2031” (STUDI KASUS)**

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian 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 keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara.

Medan, 18 September 2021

Saya yang menyatakan,



Malik Vanidi

## **ABSTRAK**

### **“ANALISIS KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL GLUGUR DARAT MEDAN TIMUR SAMPAI TAHUN 2031” (STUDI KASUS)**

MALIK VANIDI  
1607210108

PEMBIMBING : IRMA DEWI S.T.,M.Si

Simpang Empat Glugur Darat merupakan salah satu simpang di Medan Timur yang merupakan pertemuan antara JL. Putri Hijau, JL. Bambu II, JL. Kol Yos Sudarso dan JL. H. Adam Malik. Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa pada simpang tersebut sering terjadi kemacetan karena padatnya arus lalu lintas maupun gangguan pada ruas jalan terutama pada saat jam sibuk. Kemacetan di Kota Medan tidak dapat dihindarkan terutama pada titik-titik persimpangan baik di jalan-jalan protokol maupun di jalan kecil. Kemacetan ini mengakibatkan stress dan depresi bagi pengguna jalan dan meningkatnya polusi udara kota sehingga membuat kualitas kesehatan menurun. Untuk menguraikan kemacetan tersebut peneliti melakukan analisis tentang kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan sehingga kemacetan tersebut dapat teruraikan. Menentukan alternatif yang tepat untuk memecahkan masalah yang terdapat pada simpang tersebut, dan memprediksi kinerja simpang pada 10 tahun mendatang. Pengambilan data primer dilakukan di lapangan selama tujuh hari dengan jam sibuk pagi 07.00 – 09.00, siang 11.00 – 13.00 dan jam sibuk sore 16.00-18.00 menggunakan Aplikasi counter sebagai penghitung data volume lalu lintas. Data sinyal lampu lalu lintas didapatkan di lapangan dengan cara menghitung setiap pendekatan. Data sekunder yang digunakan diambil dari Badan Dinas terkait Kependudukan seperti Badan Pusat Statistik. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode Simpang Bersinyal MKJI 1997. Hasil analisis kinerja simpang bersinyal Glugur pada kondisi eksisting menunjukkan hasil kurang baik. Kapasitas tertinggi pada lengan Selatan sebesar 2502,23 smp/jam, derajat kejenuhan tertinggi diantara 4 lengan tersebut adalah 0,86 pada lengan selatan, dan tundaan simpang tertinggi adalah 118,18 dtk/smp dengan panjang antrian 262,8 m pada lengan Utara.

Kata Kunci: Jalan, tundaan, panjang antrian, waktu siklus

## **ABSTRACT**

### **"PERFORMANCE ANALYSIS OF GLUGUR DARAT GLUGUR DATED SIGNAL ANALYSIS UNTIL 2031" (CASE STUDY)**

**MALIK VANIDI**  
1607210108

**SUPERVISOR : IRMA DEWI S.T.,M.Si**

*Simpang Empat Glugur Darat is one of the intersections in Medan Timur which is a meeting place between Jl Medan Timur, Putri Hijau, Jl. Bambu II, Jl. Kol Yos Sudarso and Jl. H Adam Malik. Preliminary observations show that at the intersection there is often congestion due to heavy traffic flow and disturbances on the road, especially during peak hours. Congestion in Medan City is unavoidable, especially at intersection points both on protocol roads and on small roads. This congestion results in stress and depression for road users and increased urban air pollution, resulting in decreased health quality. To describe the congestion, the researchers conducted an analysis of the capacity, degree of saturation, and delay so that the congestion can be resolved. Determine the right alternative to solve the problems that exist at the intersection, and predict the performance of the intersection in the next 10 years. Primary data collection was carried out in the field for seven days with morning rush hour 07.00 – 09.00, afternoon 11.00 – 13.00 and afternoon rush hour 16.00-18.00 using the counter application as a traffic volume data counter. Traffic light signal data is obtained in the field by calculating each approach. The secondary data used is taken from the Population-related Service Agency such as the Central Statistics Agency. The data obtained were then analyzed using the 1997 MKJI Signaled Intersection method. The results of the analysis of the performance of the Glugur signalized intersection in the existing conditions showed poor results. The highest capacity in the South arm is 2502.23 pcu/hour, the highest degree of saturation among the 4 arms is 0.86 in the south arm, and the highest intersection delay is 118.18 sec/pcu with a queue length of 262.8 m on the North arm.*

*Keywords: Road, delay, queue length, cycle time*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 “Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Glugur Darat Medan Timur Sampai Tahun 2030 (Studi kasus)” 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 Irma Dewi, St.,Msi, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir Sri Asfiati, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Kepala Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Ibu Rizki Efrida S.T., M.T
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Orang tua penulis: Ama tercinta Baidi S.E., dan Ine tercinta Mariani,

terimakasih untuk semua doa, dukungan kasih sayang yang tidak pernah ternilai harganya serta yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

9. Terimakasih kepada gurunda, Ustadz Akhyar yang selalu membimbing penulis diluar kampus dalam proses menghafal Qur'an, sehingga semangat belajar dikampus selalu di sertai dengan menghafal Alqur'an
10. Terimakasih kepada rekan-rekan Organisasi KAMMI UMSU, KAMMI Medan, Pemuda Masjid Alfalaah, HMS, JIPMI, Tempat penulis berproses menempa ilmu kepemimpinan.
11. Terimakasih kepada sahabat-sahabat Penulis, Yusril, Aji, Tapriadi, Ihza, Rizki, Aldi, Rudi, Doli serta teman-teman seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016 yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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 penulis, pembaca, dan kedisiplinan ilmu teknik sipil.

Medan, September 2021



Malik Vanidi



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 Pengertian Simpang (Intersection)	5
2.1.1 Jenis-Jenis Persimpangan	6
2.1.1.1 Persimpangan Sebidang	6
2.1.1.2 Persimpangan Tidak Sebidang	7
2.1.2 Perencanaan Persimpangan	10
2.1.3 Karakteristik Lalulintas	11
2.1.3.1 Arus Lalulintas Jalan	11
2.1.3.2 Volume Lalulintas	12
2.1.3.3 Kecepatan	12
2.1.3.4 Kepadatan	13
2.1.4 Konflik Lalulintas	13
2.1.5 Pengaturan Fase	14
	viii

2.2 Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan	16
2.2.1 Kapasitas ( <i>Capacity</i> )	16
2.2.2 Tingkat Pelayanan ( <i>Level Of Service</i> )	17
2.3 Kinerja Simpang Bersinyal	18
2.3.1 Lampu Lalulintas	18
2.3.2 Geometrik Persimpangan	20
2.3.3 Kondisi Arus Lalulintas	22
2.3.4 Karakteristik Sinyal Dan Pergerakan Lalulintas	23
2.3.4.1 Penggunaan Sinyal	23
2.3.4.2 Penentuan Waktu Sinyal	26
2.3.4.3 Arus Jenuh	28
2.3.4.4 Rasio Arus	31
2.4 Faktor Penyesuaian	32
2.4.1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_C$ )	33
2.4.2 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( $F_{SF}$ )	33
2.4.3 Faktor Penyesuaian Kelandaian ( $F_G$ )	34
2.4.4 Faktor Penyesuaian Parkir ( $F_P$ )	34
2.4.5 Faktor Penyesuaian Belok Kanan ( $F_{RT}$ )	35
2.4.6 Faktor Penyesuaian Belok Kiri ( $F_{LT}$ )	35
2.5 Waktu Siklus Dan Waktu Hijau	36
2.5.1 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian	36
2.5.2 Waktu Hijau	37
2.5.3 Waktu Siklus Yang Disesuaikan	38
2.6 Panjang Antrian ( $Q_L$ )	38
2.7 Kendaraan Terhenti	40
2.8 Tundaan	41
2.9 Estimasi Pertumbuhan Lalulintas	42
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>43</b>
3.1 Garis Besar Metodologi Penelitian	43
3.2 Lokasi Penelitian Dan Waktu Penelitian	44
3.2.1 Lokasi Penelitian	44
3.2.2 Waktu Penelitian	45

3.3 Pengumpulan Data	45
3.3.1 Data Sekunder	45
3.3.2 Data Primer	46
3.4 Metode Pengumpulan	52
3.5 Analisis Data	52
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>54</b>
4.1 Umum	54
4.2 Data Arus Lalulintas	54
4.3 Parameter-Parameter Persimpangan	55
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>64</b>
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN 1</b>	
<b>LAMPIRAN 2</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Kriteria Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan Bersinyal (MKJI 1997)	18
Tabel 2.2: Nilai Emp Untuk Jenis Kendaraan Berdasarkan Pendekat (MKJI 1997)	23
Tabel 2.3: Nilai Nominal Waktu Antara Hijau (MKJI 1997)	24
Tabel 2.4: Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (MKJI 1997)	33
Tabel 2.5: Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan, Hambatan Samping Dan Kendaraan Tak Bermotor (MKJI 1997)	33
Tabel 2.6: Waktu Siklus Yang Disarankan Untuk Kendaraan Yang Berbeda (MKJI 1997)	37
Tabel 2.7: ITP pada persimpangan berlampu lalulintas. (MKJI 1997)	42
Tabel 3.1: Kondisi Geometrik (Simpang Jl Kos Yos Sudarso Dan Jl H. Adam Malik)	46
Tabel 3.2: Data Survey Lalulintas Maksimal Hari Senin	47
Tabel 3.3: Data Survey Lalulintas Maksimal Hari Selasa	48
Tabel 3.4: Data Survey Lalulintas Maksimal Hari Rabu	48
Tabel 3.5: Data Survey Lalulintas Maksimal Hari Kamis	49
Tabel 3.6: Data Survey Lalulintas Maksimal Hari Jumat	50
Tabel 3.7: Data Survey Lalulintas Maksimal Hari Sabtu	50
Tabel 3.8: Data Survey Lalulintas Maksimal Hari Ahad	51
Tabel 3.9: Data Waktu Sinyal	52
Tabel 4.1: Data Survey Arus Lalulintas Bermotor (MV)	54
Tabel 4.2: Kendaraan Total MV Bermotor	55
Tabel 4.3: Arus Jenuh (S)	57
Tabel 4.4: Rasio Arus Jenuh	57
Tabel 4.5: <i>Lost Time Intersection</i> (LTI)	57
Tabel 4.6: Waktu Siklus	58
Tabel 4.7: Waktu Hijau	58
Tabel 4.8: Kapasitas Simpang (C)	58
Tabel 4.9: Derajat Kejenuhan	58

Tabel 4.10: Indeks Tingkat Pelayanan	62
Tabel 4.11: Pertumbuhan jumlah penduduk dengan menggunakan geometric	63
Tabel 4.12: Pertumbuhan Kendaraan Jam Sibuk Sore Tahun 2021–2031	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Berbagai Jenis Persimpangan Jalan Sebidang	7
Gambar 2.2: Beberapa Contoh Simpang Susun Jalan Bebas Hambatan	8
Gambar 2.3: Arus Memisah ( <i>Diverging</i> )	9
Gambar 2.4: Arus Menggabung	9
Gambar 2.5: Arus Menyilang ( <i>Weaving</i> )	10
Gambar 2.6: Arus Memotong ( <i>Crossing</i> )	10
Gambar 2.7: Konflik-Konflik Primer Dan Sekunder Pada Simpang Bersinyal Dengan Empat Lengan	13
Gambar 2.8: Pengaturan Dua Fase	14
Gambar 2.9: Pengaturan Dengan Tiga Fase	14
Gambar 2.10: Pengaturan Tiga Fase Dengan <i>Early Start</i>	15
Gambar 2.11: Pengaturan Tiga Fase Dengan <i>Early Cut Off</i>	15
Gambar 2.12: Pengaturan Dengan Empat Fase	15
Gambar 2.13: Geometrik Persimpangan Dengan Lampu Lalulintas	21
Gambar 2.14: Lebar Efektif Kaki Persimpangan (MKJI 1997)	22
Gambar 2.15: Titik Konflik Dan Jarak Untuk Kedatangan Dan Keberangkatan (MKJI 1997)	25
Gambar 2.16: Pendekat Dengan Atau Tanpa Pulau Lalulintas (MKJI 1997)	28
Gambar 2.17: Arus Jenuh Dasar Untuk Pendekat Tipe P (MKJI 1997)	29
Gambar 2.18: Untuk Pendekat-Pendekat Tipe O Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah (MKJI 1997)	31
Gambar 2.19: Faktor Penyesuaian Kelandaian (MKJI 1997)	34
Gambar 2.20: Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir Dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek Fp (MKJI 1997)	34
Gambar 2.21: Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Belok Kanan (MKJI 1997)	35

Gambar 2.22: Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Belok Kiri (MKJI 1997)	37
Gambar 2.23: Penetapan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (MKJI 1997)	37
Gambar 2.24: Jumlah Kendaraan Antri (Smp) Yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya ( $N_{q1}$ ) (MKJI 1997)	39
Gambar 2.25: Perhitungan Jumlah Antrian ( $N_{qmaks}$ ) Dalam Smp (MKJI 1997)	40
Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian	43
Gambar 3.2: Lokasi penelitian	44
Gambar 3.3: Waktu Siklus Sempang Tiap Pendekat	52

## DAFTAR NOTASI

LV	=KENDARAAN RINGAN
HV	=Kendaraan Ringan
MC	=Sepeda Motor
Emp	=Ekivalen Mobil Penumpang
Smp	=Satuan Mobil Penumpang
Q	=Arus Lalu Lintas Total (Kend/Jam)
C	=Kapasitas (Smp/Jam)
ST	=Lurus (Smp/Jam)
RT	=Belok Kanan (Smp/Jam)
LT	=Belok Kiri (Smp/Jam)
So	=Arus Jenuh Dasar (Smp/Jam)
We	=Lebar Efektif (M)
Fcs	=Factor Penyesuaian Terhadap Ukuran Kota
F <sub>CSF</sub>	=Faktor Penyesuaian Hambatan Samping
FG	=Faktor Penyesuaian Kelandaian
FP	=Faktor Penyesuaian Parkir
g	=Waktu Hijau Pada Pendekat (Detik)
S	=Arus Jenuh
FR	=Rasio Arus
IFR	=Rasio Arus Simpang
FR	=Rasio Fase
C <sub>UA</sub>	=Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian Sinyal (Detik)
LTI	=Waktu Hilang Total Per Siklus (Detik)
gi	=Tampilan Waktu Hijau Pada Fase i (detik)
C	=Waktu Siklus (Detik)
NQ	=Jumlah Smp Yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya
DT	=Tundaan
DS	=Derajat Kejenuhan
QL	=Panjang Antrian
GR	=Rasio Hijau



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Transportasi berperan penting dalam kehidupan manusia, karena memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari, yaitu saling menghubungkan satu daerah ke daerah lainnya. Adanya aktifitas transportasi tersebut dapat meningkatkan nilai penggunaan transportasi yang apabila tidak ditunjang dengan prasarana yang baik maka dapat menimbulkan beberapa permasalahan transportasi (Fitri dkk, 2018).

Perkembangan suatu daerah dan meningkatnya daya wisata mengakibatkan semakin meningkatnya pergerakan manusia dan barang, sehingga menyebabkan semakin besar juga jumlah pergerakan kendaraan pada suatu daerah. Dengan demikian menimbulkan konflik lalu lintas yang semakin tak beraturan. Konflik lalu lintas yang sering terjadi salah satunya adalah pada persimpangan jalan. Simpang adalah suatu area yang kritis pada suatu jalan raya yang merupakan tempat titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih (Amtaro, 2015).

Daerah Kota Medan adalah salah satu kota ke-empat terbesar yang mempunyai daya tarik tinggi, baik itu dalam hal pendidikan, wisata, budaya, maupun bisnis. Hal tersebut memikat para pendatang untuk sekedar berkunjung atau tinggal dalam jangka waktu lama bahkan tidak jarang menetap. Seiring laju pertumbuhan penduduk yang pesat di Kota Medan dan ditambah arus urbanisasi yang semakin meningkat dari luar daerah menuju Medan, berdampak pada tingginya kebutuhan akan pelayanan transportasi dan meningkatnya jumlah kendaraan pribadi. Hal ini berdampak pada problematika transportasi yang berupa kemacetan, tundaan, dan antrian pada ruas-ruas jalan serta persimpangan di Kota Medan. Untuk menanggulangi permasalahan ini dapat dilakukan pengaturan lalu lintas maupun membenahi pelayanan ruas-ruas jalan agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna jalan secara maksimal.

Simpang Empat Glugur Darat Medan Timur yang berlokasi di Kota Medan merupakan simpang empat bersinyal dengan empat lengan dengan jalan utama

adalah Jalan Kol Yos Sudarso dan Jalan H. Adam Malik, Jalan minor adalah Jalan Bambu II dan Jalan Putri Hijau. Hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa pada simpang tersebut sering terjadi kemacetan karena padatnya arus lalu lintas maupun gangguan pada ruas jalan, terutama pada saat jam sibuk.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan-permasalahan terkait analisis kinerja simpang empat bersinyal pada Simpang Empat Glugur Darat Medan Timur sampai tahun 2031. Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana Menganalisis kinerja Simpang Glugur Darat dari segi kapasitas, derajat kejenuhan tundaan, dan panjang antriannya berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997).
2. Bagaimana pertumbuhan lalulintas Simpang Glugur Darat 10 tahun mendatang dengan metode rumus geometrik

## **1.3 Ruang Lingkup**

Adapun pembatasan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada persimpangan Jalan Kol Yos Sudarso-Jalan H. Adam Malik
2. Peninjauan kapasitas dan tingkat kinerja lalu lintas dihitung dengan jangka waktu 10 tahun kedepan dari tahun 2021-2031
3. Perencanaan tidak membahas dari segi konstruksi maupun analisis biaya.
4. Metode yang digunakan berdasarkan Pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yang dikeluarkan Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum tahun 1997.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis kinerja Simpang Glugur Darat dari segi kapasitas, derajat kejenuhan tundaan, dan panjang antriannya berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997).

2. Untuk mengetahui pertumbuhan lalu lintas Simpang Glugur Darat 10 tahun mendatang dengan metode rumus geometrik

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagi penulis dan mahasiswa Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Sipil, yaitu memperluas pemahaman ilmu akademik di bidang analisis simpang bersinyal dan pengetahuan tentang teori yang sudah ada dalam buku standar Direktorat Jenderal Bina Marga yaitu MKJI 1997
2. Bagi Pemerintah dan Dinas Perhubungan Kota Medan penelitian ini bermanfaat sebagai masukan dan bahan pertimbangan dalam mengeluarkan kebijakan terkait permasalahan transportasi yang terjadi pada Simpang Empat Glugur Darat Medan Timur.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran umum, maka penulisan tugas akhir ini dibagi dalam 5 (lima) Bab. Pembagian ini dimaksudkan untuk mempermudah pembahasan serta penelaahannya, dimana uraian yang dimuat dalam penulisan ini dapat dengan mudah dimengerti. Pembagian yang dimaksud dilakukan sebagai berikut:

#### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, Ruang Lingkup, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini terdiri dari tinjauan pustaka atau landasan teori yang digunakan untuk memberikan penjelasan mengenai studi penelitian ini.

#### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Bab ini berisikan langkah-langkah pemecahan masalah yang akan dibahas, meliputi persiapan pengumpulan data, dan teknik pengumpulan data.

#### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang penyajian data serta proses tata cara perhitungan

Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Glugur Darat Medan Timur  
Sampai Tahun 2030

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis terhadap Kinerja Simpang Empat Bersinyal Glugur Darat Medan Timur sampai tahun 2031

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian simpang (*Intersection*)

Simpang merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang. Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan (Morlok, 1991).

Pengaturan lalu lintas pada persimpangan merupakan hal yang paling kritis dalam pergerakan lalu lintas. Pada persimpangan dengan arus lalu lintas yang besar, sangat diperlukan pengaturan menggunakan lampu lalu lintas. Pengaturan dengan lampu lalu lintas ini diharapkan mampu mengurangi antrian yang dialami oleh kendaraan dibandingkan jika tidak menggunakan lampu lalu lintas.

Identifikasi masalah menunjukkan lokasi kemacetan terletak pada persimpangan atau titik-titik tertentu yang terletak pada sepanjang ruas jalan. Masalah-masalah yang saling terkait pada persimpangan adalah:

1. Volume dan kapasitas (secara langsung mengganggu hambatan).
2. Desain geometrik dan kebebasan pandang.
3. Perilaku lalu lintas dan panjang antrian.
4. Kecepatan.
5. Pengaturan lampu jalan.
6. Kecelakaan, dan keselamatan.
7. Parkir.

Untuk mengurangi jumlah titik konflik yang ada, dilakukan pemisahan waktu pergerakan arus lalu lintas. Waktu pergerakan arus lalu lintas yang terpisah ini disebut fase. Pengaturan pergerakan arus lalu lintas dengan fase-fase ini dapat mengurangi titik konflik yang ada sehingga diperoleh pengaturan lalu lintas yang lebih baik untuk menghindari besarnya antrian, tundaan, kemacetan dan kecelakaan.

### 2.1.1. Jenis-Jenis Persimpangan

Persimpangan dapat dibedakan atas dua jenis (Morlok, 1991):

#### 2.1.1.1. Persimpangan sebidang

Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk persimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalan yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lainnya.

Pada persimpangan sebidang menurut jenis fasilitas pengatur lalu lintasnya dipisahkan menjadi 2 (dua) bagian:

1. Simpang bersinyal (*signalised intersection*) adalah persimpangan jalan yang pergerakan atau arus lalu lintas dari setiap pendekatnya diatur oleh lampu sinyal untuk melewati persimpangan secara bergilir.
2. Simpang tak bersinyal (*unsignalised intersection*) adalah pertemuan jalan yang tidak menggunakan sinyal pada pengaturannya.

Persimpangan jalan umumnya merupakan persimpangan sebidang. Pada jenis ini, titik konflik yang ditemukan adalah pada gerakan menerus memotong (*crossing*). Persimpangan ini dibagi lagi dalam beberapa jenis yaitu:

- Bercabang tiga

Persimpangan ini memiliki bentuk dasar “T” atau “Y”, yang pada prinsipnya adalah sama saja, namun yang membedakannya adalah besarnya sudut pertemuan. Bila jumlah arus lalu lintas membelok cukup besar, maka keadaan dapat diatasi dengan penambahan jalur. Pemisahan jalur bisa dilakukan dengan pemasangan pulau-pulau jalan yang mempunyai fungsi ganda, yaitu selain memisahkan jalur, juga berfungsi untuk mengurangi luas jalan yang diaspal yang tidak dilalui kendaraan. Selain itu dapat juga dimanfaatkan sebagai tempat penampungan bagi para pejalan kaki yang sedang menyeberang dan tempat untuk rambu-rambu lalu lintas yang mengatur persimpangan tersebut.

- Bercabang empat

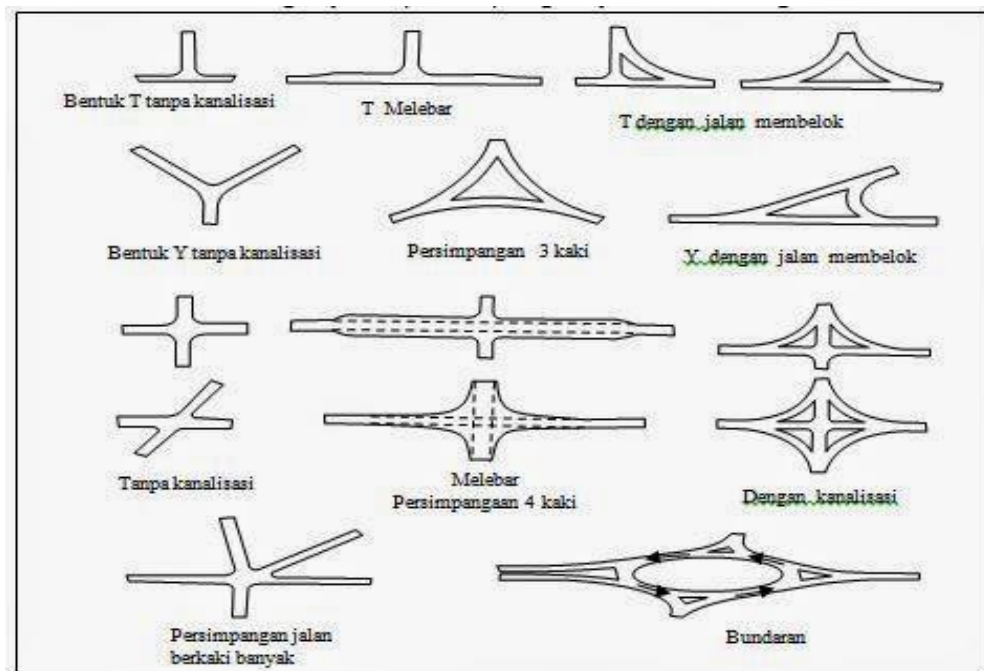
Persimpangan bercabang empat merupakan pertemuan jalan yang paling sederhana. Pada pertemuan bercabang empat dengan penambahan jalur, jalur yang ditambahkan bisa sejajar atau menyempit, tergantung dari besarnya arus lalu lintas yang melewati persimpangan tersebut. Pertemuan dengan pemisah jalur ditentukan dengan membuat pulau-pulau jalan.

- Bercabang banyak

Yang dimaksud dengan persimpangan sebidang bercabang banyak adalah persimpangan yang memiliki cabang lebih dari empat. Dalam pertemuan bercabang banyak ini sebaiknya dihindari karena semuanya bertemu pada satu tempat, kecuali arus lalulintasnya sangat kecil sehingga tidak terjadi kemacetan lalulintas.

- Bundaran

Sistem pertemuan dengan bundaran pada persimpangan adalah dengan menempatkan pulau jalan pada pusat pertemuan beberapa cabang, sehingga cabang-cabang tersebut tidak bertemu langsung. Adapun jenis-jenis persimpangan jalan sebidang dapat di lihat pada Gambar 2.1.



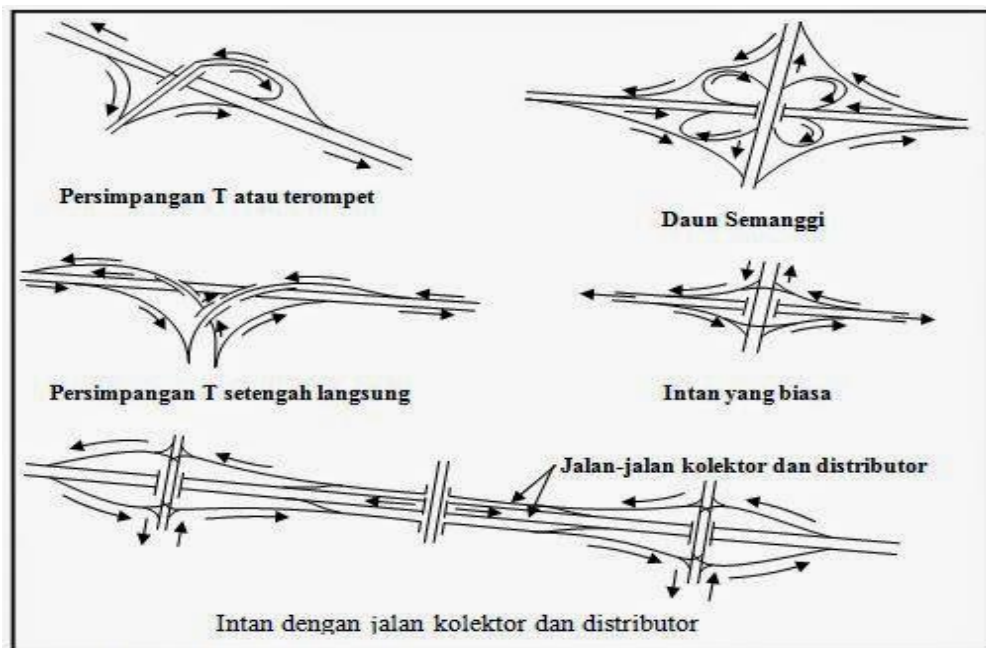
Gambar 2.1: Berbagai jenis persimpangan jalan sebidang. (Khisty,C.J.,B.Kent Lall 1998 Dalam Ahmad Deni Setiawan 2009).

### 2.1.1.2. Persimpangan tidak sebidang

Persimpangan tidak sebidang adalah suatu bentuk khusus dari pertemuan jalan dan bisa merupakan suatu penyelesaian yang baik untuk suatu persoalan pertemuan sebidang. Berbeda dengan persimpangan jalan, maka disini disediakan paling sedikit satu hubungan antara jalan-jalan yang bertemu. Perencanaan suatu persimpangan tidak sebidang tergantung pada beberapa faktor antara lain:

- Klasifikasi jalan raya
- Kecepatan rencana
- Volume lalu lintas
- Topografi
- Pertimbangan ekonomis
- Keselamatan dan keamanan

Pertemuan jalan tidak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. Adapun contoh simpang susun disajikan secara visual pada Gambar 2.2.



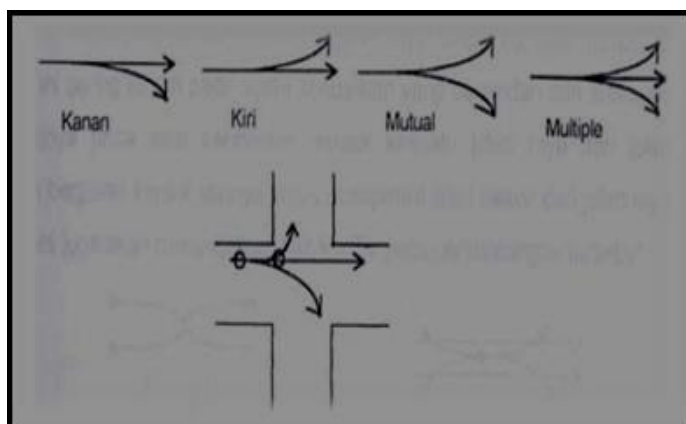
Gambar 2.2: Beberapa contoh simpang susun jalan bebas hambatan. (Khisty,C.J.,B.Kent Lall 1998 Dalam Ahmad Deni Setiawan 2009).

Pergerakan arus lalu lintas pada persimpangan juga membentuk suatu manuver yang menyebabkan sering terjadi konflik dan tabrakan kendaraan. Pada dasarnya manuver dari kendaraan dapat dibagi atas 4 jenis, yaitu:

a. *Diverging* (memisah)

*Diverging* adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain, seperti yang terlihat pada Gambar 2.3.

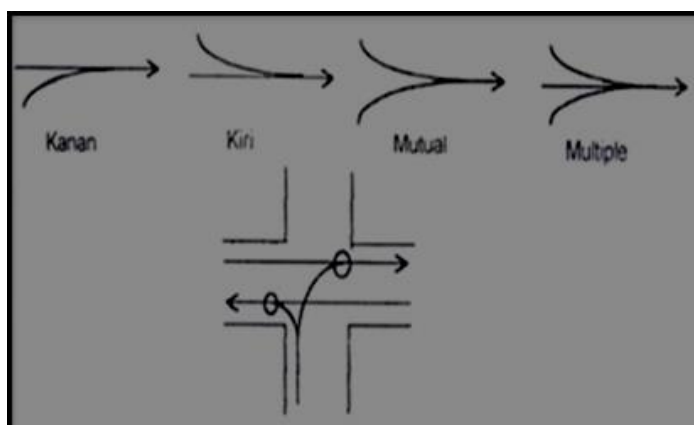




Gambar 2.3: Arus memisah (*diverging*). (MKJI 1997).

b. *Merging* (menggabung)

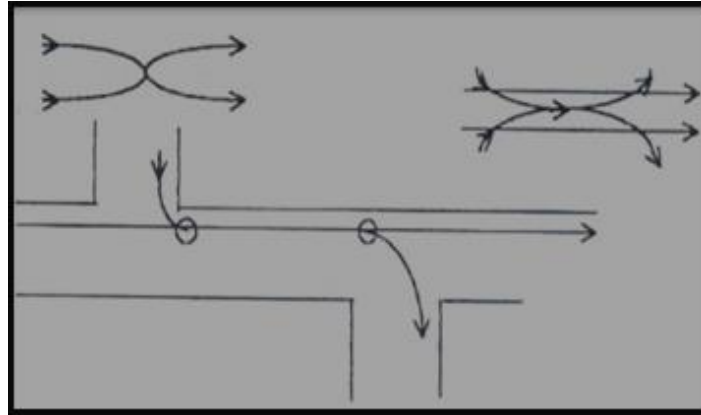
*Merging* adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari suatu jalur ke jalur lainnya, seperti yang terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Arus menggabung (*merging*). (MKJI 1997).

c. *Weaving* (menyilang)

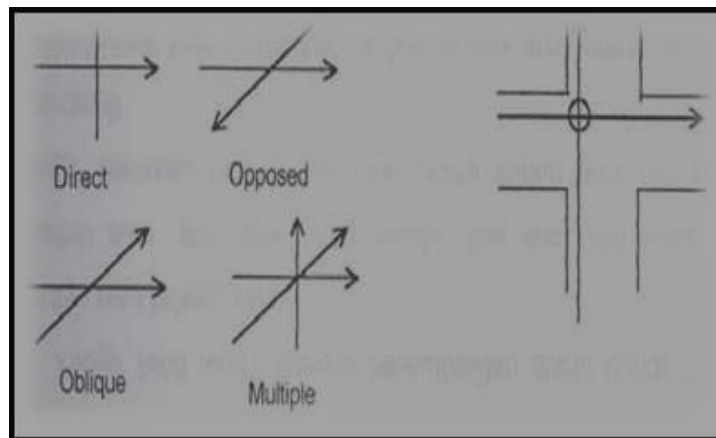
*Weaving* adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan tanpa bantuan rambu lalu lintas, seperti yang terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Arus menyilang (*Weaving*). (MKJI 1997).

d. *Crossing* (memotong)

*Crossing* adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari suatu jalur ke jalur lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut, seperti yang terlihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6: Arus memotong (*crossing*). (MKJI 1997).

**2.1.2. Perencanaan Persimpangan**

Pertimbangan dasar dalam perencanaan persimpangan dan operasional persimpangan adalah kemampuan dan keterbatasan pengemudi, pejalan kaki, dan kendaraan yang menggunakan fasilitas jalan tersebut. Oleh karena itu, perencanaan suatu persimpangan haruslah direncanakan dan operasikan dengan baik, sederhana dan seragam.

## 1. Sederhana

Suatu persimpangan haruslah dirancang sesederhana mungkin dan mudah dimengerti, sehingga tidak membuat bingung pengemudi yang melewati persimpangan tersebut. Semua pergerakan pada persimpangan harus jelas bagi pengemudi, khususnya bagi pengemudi yang tidak paham/tidak mengenal daerah tersebut, sehingga menimbulkan keraguan pengemudi yang menyebabkan terjadinya kecelakaan lalulintas.

## 2. Seragam

Keseragaman dalam perencanaan suatu persimpangan berhubungan langsung dengan usaha menanggulangi kekurangan yang ada pada pengemudi, kecuali pengemudi yang baru, cenderung akan mengendarai kendaraannya dengan kebiasaan yang sering dilakukannya, dan tidak benar-benar memusatkan perhatiannya pada tata cara dan bagaimana cara berkendara.

### 2.1.3. Karakteristik Lalulintas

Terdapat beberapa karakteristik pada lalulintas, yaitu:

#### 2.1.3.1 Arus Lalulintas Jalan

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), arus lalulintas adalah jumlah kendaraan bermotor yang melalui titik tertentu persatuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan perjam atau smp/jam. Arus lalulintas perkotaan terbagi menjadi empat (4) jenis yaitu:

a. Kendaraan ringan/*Light vehicle* (LV)

Meliputi kendaraan bermotor 2 as beroda empat dengan jarak as 2,0–3,0 m (termasuk mobil penumpang, mikrobis, pick-up, truk kecil, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

b. Kendaraan berat/*Heavy Vehicle* (HV)

Meliputi kendaraan motor dengan jarak as lebih dari 3,5 m biasanya beroda lebih dari empat (termasuk bis, truk dua as, truk tiga as, dan truk kombinasi).

c. Sepeda Motor/*Motor cycle* (MC)

Meliputi kendaraan bermotor roda 2 atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

d. Kendaraan Tidak Bermotor/*Un Motorized* (UM)

Meliputi kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia, hewan, dan lain-lain (termasuk becak, sepeda, kereta kuda, kereta dorong dan lain-lain sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

### 2.1.3.2 Volume Lalulintas

Volume lalulintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu. Volume lalulintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Morlok, E.K. 1991) berikut:

$$q = \frac{n}{t} \quad (2.1)$$

Dimana:  $q$ = volume lalulintas yang melalui suatu titik  
 $n$ = jumlah kendaraan yang melalui titik itu dalam interval waktu pengamatan  
 $t$ = interval waktu pengamatan.

### 2.1.3.3. Kecepatan

Kecepatan merupakan besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh. Kecepatan dapat diukur sebagai kecepatan titik, kecepatan perjalanan, kecepatan ruang dan kecepatan gerak. Kelambatan merupakan waktu yang hilang pada saat kendaran berhenti, atau tidak dapat berjalan sesuai dengan kecepatan yang diinginkan karena adanya sistem pengendali atau kemacetan lalulintas. Adapun rumus untuk menghitung kecepatan (Morlok, E.K. 1991):

$$V = \frac{d}{t} \quad (2.2)$$

Dimana:  $V$ = kecepatan (km/jam, m/det)  
 $d$ = jarak tempuh (km, m)  
 $t$ = waktu tempuh (jam, detik)

### 2.1.3.4. Kepadatan

Kepadatan adalah jumlah rata-rata kendaraan persatuan panjang jalur gerak dalam waktu tertentu, dan dapat dihitung dengan rumus (Morlok, E. K. 1991) berikut:

$$K = \frac{n}{L} \quad (2.3)$$

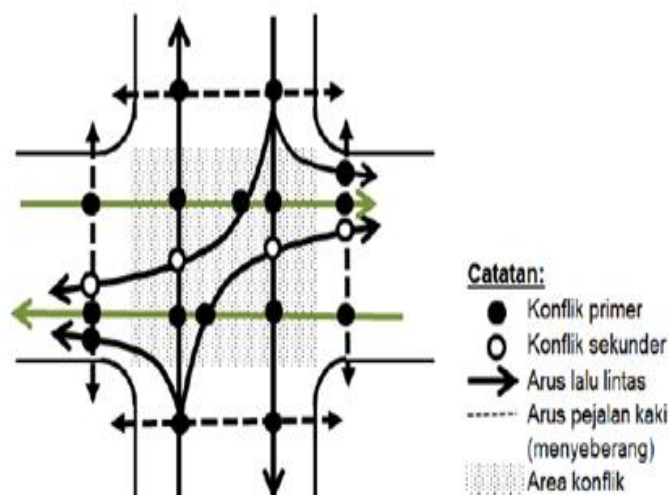
Dimana: K = kepadatan (kend/km)  
n = jumlah kendaraan di jalan  
L = panjang jalan (km).

### 2.1.4. Konflik Lalulintas

Konflik lalulintas di persimpangan merupakan salah satu penyebab terjadinya kemacetan lalulintas. Konflik disebabkan oleh kebutuhan akan ruang jalan yang sama pada waktu yang sama pula dari dua atau lebih pemakai jalan.

Sifat titik konflik ada dua yaitu:

1. Konflik primer, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalulintas yang saling memotong.
2. Konflik sekunder, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalulintas belok kiri dengan pejalan kaki.



Gambar 2.7: Konflik – konflik primer dan sekunder pada simpang bersinyal dengan empat lengan. (MKJI 1997).

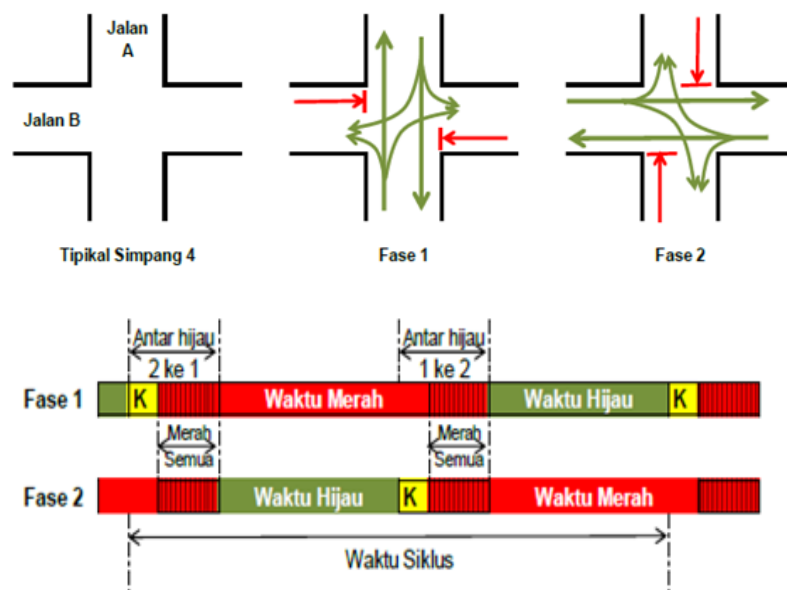
### 2.1.5. Pengaturan Fase

Fase sinyal adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas (Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997).

Beberapa kasus pengaturan fase berdasarkan MKJI 1997:

#### 1. Dua fase *existing*

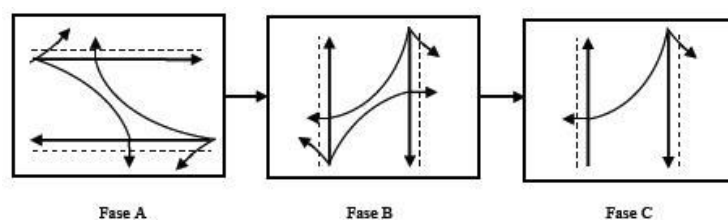
Adalah pengaturan lampu lalu lintas dengan menggunakan dua fase tanpa memisahkan arus terlawan. Pengaturan dua fase, seperti terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8: Pengaturan dua fase. (MKJI 1997).

#### 2. Tiga fase

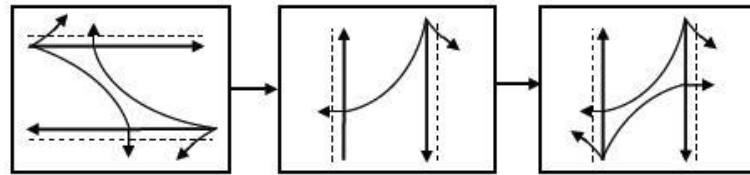
Adalah pengaturan lampu lalu lintas dengan tiga fase pergerakan lalu lintas. Pengaturan lampu lalu lintas dengan tiga fase, seperti terlihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9: Pengaturan dengan tiga fase. (MKJI 1997).

#### 3. Tiga fase dengan *early start*

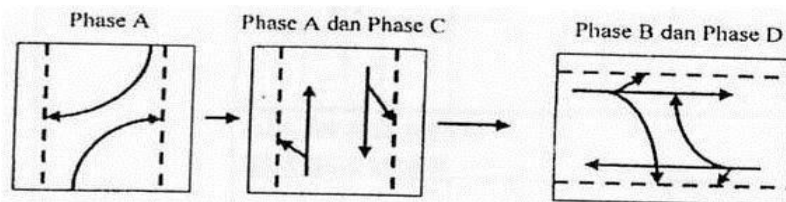
Adalah pengaturan lalu lintas dengan start dini pada salah satu pendekat, agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini, seperti terlihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10: Pengaturan tiga fase dengan *early start*. (MKJI 1997).

4. Tiga fase dengan *early cut off*

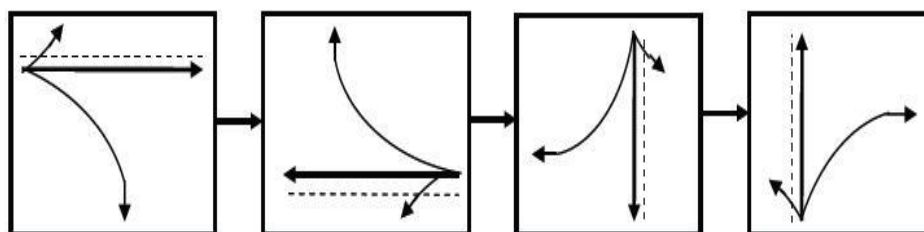
Adalah pengaturan lampu lalu lintas tiga fase dengan memutuskan lebih awal gerak belok kanan, untuk menaikkan kapasitas gerak lurus. Pengaturan tiga fase dengan *early cut off*, seperti terlihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11: Pengaturan tiga fase dengan *early cut off*. (MKJI 1997).

5. Empat fase

Adalah pengaturan lampu lalu lintas dengan empat fase pergerakan lalu lintas. Pengaturan empat fase seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12: Pengaturan dengan empat fase. (MKJI 1997)

## 2.2. Kapasitas dan Tingkat Pelayanan

Dalam penganalisaan kapasitas, ada suatu prinsip dasar yang objektif yaitu perhitungan jumlah maksimum lalu lintas yang dapat ditampung oleh fasilitas yang ada, serta bagaimana kualitas operasional fasilitas tersebut didalam pemeliharaan serta peningkatan fasilitas itu sendiri yang tentunya akan sangat berguna di kemudian hari. Dalam merencanakan suatu fasilitas jalan kita jumpai suatu perencanaan agar fasilitas itu dapat mendekati kapasitasnya. Kapasitas dari suatu fasilitas akan menurun fungsinya jika diperlukan saat atau mendekati kapasitasnya.

Kriteria operasional dari suatu fasilitas diwujudkan dengan istilah tingkat pelayanan (*Level Of Service*), yaitu ukuran kualitatif yang digunakan di *Highway Capacity Manual 1985*, dan menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu lintas dan penilaiannya oleh pemakai jalan (pada umumnya dinyatakan dalam kecepatan, waktu tempuh, kebebasan bergerak, interupsi arus lalu lintas, keenakan, kenyamanan, dan keselamatan). Setiap tipe fasilitas telah ditentukan suatu interfal dari kondisi operasional yang dihubungkan dengan jumlah lalu lintas yang mampu ditampung disetiap tingkatan.

### 2.2.1. Kapasitas (*Capacity*)

Kapasitas yang diidentifikasi oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, sebagai arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu pada kondisi jalan lalu lintas dan kondisi pengendalian pada saat itu (misalnya: rencana geometrik, lingkungan, komposisi lalu lintas, dan sebagai berikut: Biasanya dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam). Secara umum, kapasitas dijelaskan sebagai jumlah kendaraan dalam satu jam dimana orang atau kendaraan diperkirakan dapat melewati sebuah titik atau potongan lajur jalan yang seragam selama periode waktu tertentu.

Sedangkan, kapasitas lengan persimpangan adalah tingkat arus maksimum yang dapat melewati persimpangan melalui garis berhenti (*stop line*) dan menuju keluar tanpa mengalami tundaan pada arus lalu lintas, keadaan jalan dan pengaturan lalu lintas tertentu.

Dalam penganalisaan digunakan periode waktu selama 15 menit dengan mempertimbangkan waktu tersebut interval terpendek selama arus yang ada stabil.



Pada perhitungan kapasitas harus ditetapkan bahwa kondisi yang ada seperti kondisi jalan, kondisi lalu lintas dan sistem pengendalian tetap. Hal-hal yang terjadi yang membuat suatu perubahan dari kondisi yang ada mengakibatkan terjadinya perubahan kapasitas pada fasilitas tersebut. Sangat dianjurkan dalam penentuan kapasitas, perkerasan dan cuaca dalam keadaan baik.

Menurut Metode Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), 1997 Analisa kapasitas adalah penilaian terhadap jumlah maksimum lalu lintas yang dapat dialirkan oleh fasilitas yang tersedia. Namun begitu, analisis ini tidak berarti apa-apa jika hanya memfokuskan kepada kapasitas saja. Biasanya pemakaian terhadap fasilitas yang tersedia jarang sekali dimanfaatkan pada tingkat kapasitas penuh. Kapasitas persimpangan dengan lampu lalu lintas didasarkan pada konsep arus jenuh (*Saturation Flow*) per siklus.

Kapasitas lengan persimpangan atau kelompok lajur dinyatakan dengan persamaan yang merupakan persamaan umum dalam penentuan kapasitas untuk setiap metode.

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad (2.4)$$

Dimana:

C = Kapasitas untuk lengan atau kelompok lajur (smp/jam)

S = Arus jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (det)

c = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama).

### **2.2.2. Tingkat Pelayanan (*Level Of Service*)**

Tingkat pelayanan menurut Metode Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, adalah suatu pengukuran kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional dalam suatu aliran lalu lintas, dan persepsinya oleh pengendara atau penumpang. Pada umumnya, tingkat pelayanan menjelaskan suatu kondisi yang dipengaruhi oleh kecepatan, waktu perjalanan, kebebasan untuk bergerak, gangguan lalu lintas, kenyamanan, kenikmatan dan keamanan.

Tingkat pelayanan dibagi atas tingkatan: A, B, C, D, E dan F. Pada kondisi operasional yang paling baik dari suatu fasilitas dinyatakan dengan tingkat pelayanan A, sedangkan untuk kondisi yang paling jelek dinyatakan dengan tingkat pelayanan F. Hubungan antara besarnya tundaan henti kendaraan (detik) dengan tingkat pelayanan, dapat di lihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1: Kriteria tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal. (MKJI 1997).

Tingkat Pelayanan	Tundaan Henti Tiap Kendaraan ( detik )
A	$\leq 0,5$
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	$\geq 60,0$

### 2.3. Kinerja Simpang Bersinyal

#### 2.3.1. Lampu Lalulintas

Lampu lalulintas adalah peralatan yang dioperasikan secara mekanis, atau elektrik untuk memerintahkan kendaraan-kendaraan agar berhenti atau berjalan. Peralatan standar ini terdiri dari sebuah tiang, dan kepala lampu dengan tiga lampu yang warnanya beda (merah, kuning, hijau).

Tujuan dari pemasangan lampu lalulintas MKJI (1997) adalah:

- a. Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalulintas yang berlawanan, sehingga kapasitas persimpangan dapat dipertahankan selama keadaan lalulintas puncak.
- b. Menurunkan tingkat frekwensi kecelakaan.
- c. Mempermudah menyeberangi jalan utama bagi kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan minor.

Lampu lalulintas dipasang pada suatu persimpangan berdasarkan alasan spesifik (C. Jotin Khisty and B. Ken Lall, 2003):

- a. Untuk meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.

- b. Untuk mengurangi waktu tempuh rata-rata disebuah persimpangan, sehingga meningkatkan kapasitas.
- c. Untuk menyeimbangkan kualitas pelayanan di seluruh aliran lalulintas.

Pengaturan simpang dengan sinyal lalulintas termasuk yang paling efektif, terutama untuk volume lalulintas pada kaki simpang yang relatif tinggi. Pengaturan ini dapat mengurangi atau menghilangkan titik konflik pada simpang dengan memisahkan pergerakan arus lalulintas pada waktu yang berbeda (Alamsyah, 2005).

Beberapa istilah yang digunakan dalam operasional lampu persimpangan bersinyal (Liliani, 2002):

- a) Siklus: satu urutan lengkap dari tampilan sinyal.
- b) Panjang siklus (*cycle length*) adalah waktu total dari sinyal untuk menyelesaikan satu siklus, diberi simbol  $c$  dalam detik.
- c) Fase (*phase*) adalah bagian dari siklus yang dialokasikan bagi setiap kombinasi pergerakan lalulintas yang mendapat hak jalan bersamaan selama satu interval atau lebih.
- d) Interval adalah periode waktu selama indikasi sinyal tetap.
- e) Waktu hijau efektif,  $g$  adalah periode waktu hijau yang secara praktis dimanfaatkan oleh pergerakan pada fase yang bersangkutan. Besarnya durasi waktu hijau efektif adalah waktu hijau aktual ditambah waktu keuntungan akhir dikurangi waktu hilang awal, diberi simbol  $g_i$  untuk fase  $i$  (detik).
- f) Waktu hijau aktual,  $G$  adalah durasi waktu hijau yang terpasang pada lampu sinyal maupun pengendali (*controller*).
- g) Waktu antar hijau,  $I$  adalah waktu antara berakhirnya hijau suatu fase dengan berawalnya hijau fase berikutnya. Panjang waktu antar hijau diperoleh dari waktu pengosongan dan masuk dari arus lalulintas yang mengalami konflik dengan mengacu pada titik konflik. Kegunaan dari waktu antar hijau adalah untuk menjamin agar kendaraan terakhir suatu fase melewati titik konflik kritis sebelum kendaraan pertama fase berikutnya melewati titik yang sama.
- h) Rasio hijau, perbandingan antara waktu hijau efektif dan panjang siklus, diberi simbol  $g_i/c$  untuk fase  $i$ .

- i) Merah efektif: waktu selama suatu pergerakan atau sekelompok pergerakan secara efektif tidak diijinkan bergerak, dihitung sebagai panjang siklus dikurangi waktu hijau efektif untuk fase i.
- j) *Lost time*: waktu yang hilang dalam fase karena keterlambatan *start* kendaraan dan berakhirnya tingkat pelepasan kendaraan yang terjadi selama waktu kuning.

Keuntungan yang dapat diperoleh dari pengoperasian waktu sinyal tetap (*fixed ime operation*) adalah:

- Waktu mulai (*start*) dan lama interval yang tetap sehingga memudahkan untuk mengkoordinasikannya dengan lampu lalu lintas yang berdekatan.
- Tidak dipengaruhi kondisi arus lalu lintas pada suatu waktu tertentu.
- Lebih dapat diterima pada kawasan dengan volume arus pejalan kaki yang tetap dan besar.
- Biaya instalasi yang lebih murah dan sederhana serta perawatan yang lebih mudah.

Fase sinyal dan perencanaan fase

- Perencanaan fase dapat digunakan untuk meminimumkan resiko bahaya dengan memisahkan pergerakan, tetapi dengan meningkatnya jumlah fase dalam menurunkan efisiensi dan meningkatkan tundaan.
- Ada beberapa kasus dimana meningkatnya jumlah fase menghasilkan penurunan tundaan total dan meningkatkannya kapasitas, karena penghapusan volume berlawanan yang menghalangi belok kanan.
- Perencanaan fase harus sesuai dengan geometrik persimpangan, penetapan pemakaian lajur, volume dan kecepatan, dan kebutuhan penyeberangan bagi pejalan kaki.

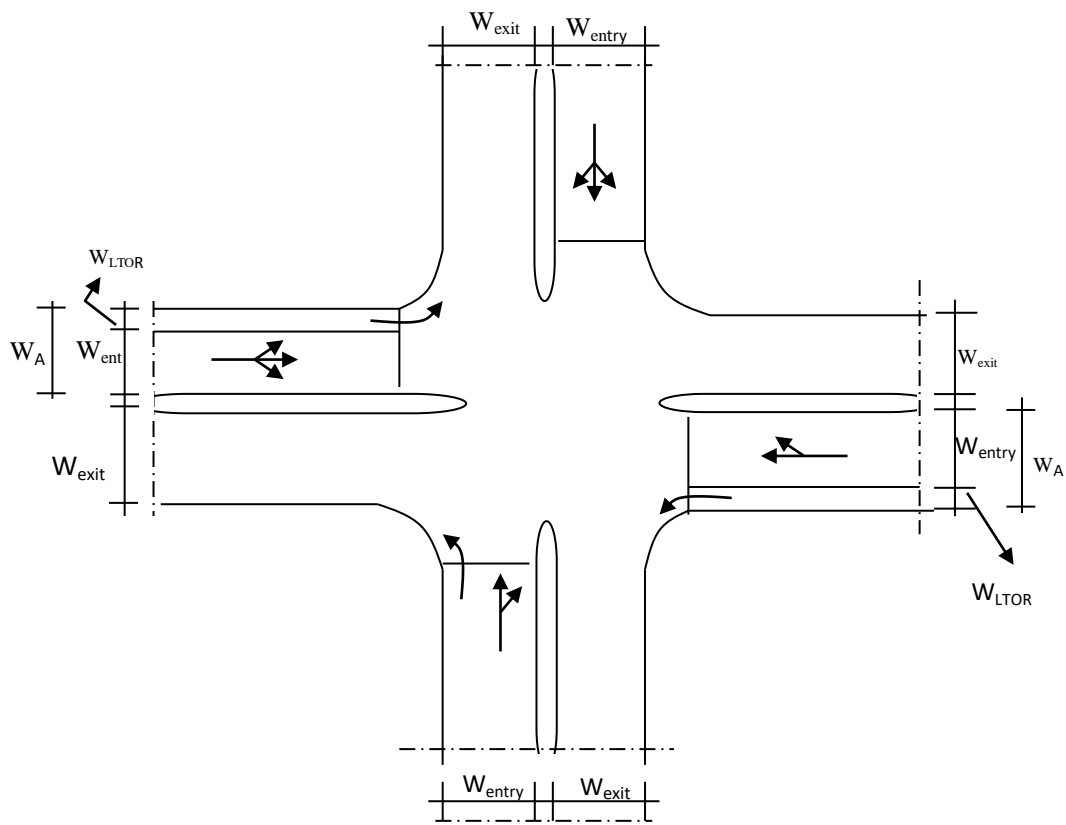
### 2.3.2. Geometrik Persimpangan

Geometrik persimpangan merupakan dimensi yang nyata dari suatu persimpangan. Oleh karenanya perlu di ketahui beberapa defenisi berikut ini:

1. *Approach* (kaki persimpangan), yaitu daerah pada persimpangan yang digunakan untuk antrian kendaraan sebelum menyeberangi garis henti.
2. *Approach width* ( $W_A$ ) yaitu lebar *approach* atau lebar kaki persimpangan

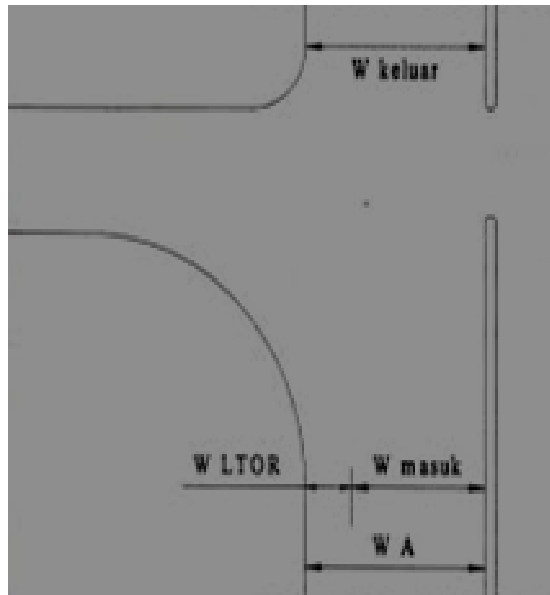
3. *Entry Width* ( $Q_{entry}$ ) yaitu lebar bagian jalan pada *approach* yang digunakan untuk memasuki persimpangan, diukur pada garis perhentian
4. *Exit width* ( $W_{exit}$ ) yaitu lebar bagian jalan pada *approach* yang digunakan kendaraan untuk keluar dari persimpangan
5. *Width Left Turn On Red* ( $W_{LTOR}$ ) yaitu lebar *approach* yang digunakan kendaraan untuk belok kiri pada saat lampu merah.

Untuk kelima hal tersebut diatas dapat dilihat dalam Gambar 2.13.



Gambar 2.13: Geometrik persimpangan dengan lampu lalu lintas. (MKJI 1997).

6. *Effective approach width* ( $W_e$ ) yaitu lebar efektif kaki persimpangan yang dijelaskan dalam Gambar 2.14.
  - a) untuk *approach* tipe O dan P



Gambar 2.14: Lebar efektif kaki persimpangan. (MKJI 1997).

jika  $W_{L\text{TOR}} > 2$  m, maka:  $W_e = W_A - W_{L\text{TOR}}$  atau  
 $W_e = W_{\text{entry}}$ , (digunakan nilai terkecil)

jika  $W_{L\text{TOR}} < 2$  m, maka:  $W_e = W_A$  atau  
 $W_e = W_{\text{entry}}$ , (digunakan nilai terkecil)

b) kontrol untuk *approach* tipe P

$$W_{\text{exit}} = W_{\text{entry}} \times (1 - P_{\text{RT}} - P_{\text{LT}} - P_{\text{L\text{TOR}}})$$

Dimana:

- $P_{\text{RT}}$  = rasio volume kendaraan belok kanan terhadap volume total
- $P_{\text{LT}}$  = rasio volume kendaraan belok kiri terhadap volume total
- $P_{\text{L\text{TOR}}}$  = rasio volume kendaraan belok kiri langsung terhadap volume total.

### 2.3.3. Kondisi Arus Lalulintas

Arus lalulintas ( $Q$ ) pada setiap gerakan (belok kiri  $Q_{\text{LT}}$ , lurus  $Q_{\text{ST}}$ , dan belok kanan  $Q_{\text{RT}}$ ) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan. Nilai emp tiap jenis kendaraan berdasarkan pendekatnya dapat dilihat dalam Tabel 2.2. berikut ini:

Tabel 2.2: Nilai emp untuk jenis kendaraan berdasarkan pendekatan. (MKJI 1997).

Tipe kendaraan	Emp	
	Pendekat terlindung	Pendekat terlawan
LV	1.0	1.0
HV	1.3	1.3
MC	0.2	0.4

### 2.3.4. Karakteristik Sinyal dan Pergerakan Lalulintas

Persimpangan pada umumnya diatur oleh sinyal lalulintas, hal ini dikarenakan beberapa alasan, seperti faktor keselamatan dan efektivitas pergerakan dari arus kendaraan dan pejalan kaki yang saling bertemu pada saat melintasi persimpangan.

Parameter dasar dalam perhitungan pengaturan waktu sinyal secara umum meliputi parameter pergerakan, parameter waktu dan parameter ruang (geometrik). Dalam hal ini, perhitungan waktu sinyal juga termasuk perhitungan kinerja lalulintas di persimpangan seperti tundaan, antrian, dan jumlah stop.

#### 2.3.4.1. Penggunaan Sinyal

##### 1. Fase Sinyal

Pada persimpangan yang menggunakan lampu lalulintas, beberapa aliran lalulintas dimungkinkan untuk mendapatkan hak jalan bersamaan, sementara aliran lainnya dihentikan. Fase lampu lalulintas adalah periode dimana pada periode tersebut satu pergerakan atau lebih diberi lampu hijau secara bersamaan (Khisty, 2005). Pengaturan antar fase diatur dengan jarak waktu penyela/waktu jeda supaya terjadi kelancaran ketika pergantian antar fase.

Istilah ini disebut dengan waktu antara hijau (*intergreen*) yang berfungsi sebagai waktu pengosongan (*clearance time*). Waktu antar hijau terdiri dari waktu kuning dan waktu merah semua (*all red*).

##### 2. Waktu Antar Hijau (*Inter Green, IG*)

Maksud dari periode antara hijau (IG = kuning + merah semua) diantara dua fase yang berurutan adalah untuk:

1. Memperingatkan lalu lintas yang sedang bergerak bahwa fase sudah berakhir.
2. Menjamin agar kendaraan terakhir pada fase hijau yang baru saja diakhiri memperoleh waktu yang cukup untuk keluar dari daerah konflik sebelum kendaraan pertama dari fase berikutnya memasuki daerah yang sama.

Untuk analisis operasional dan perencanaan, disarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antara hijau untuk pengosongan dan waktu hilang. Pada analisis yang dilakukan bagi keperluan perancangan, waktu antar hijau berikut dapat dianggap sebagai nilai normal. Nilai normal waktu antar hijau dapat dilihat pada Tabel 2.3 atau rumus dibawah ini:

$$IG = \text{Kuning (Amber)} + \text{All Red (AR)} \quad (2.5)$$

Tabel 2.3: Nilai normal waktu antara hijau. (MKJI 1997).

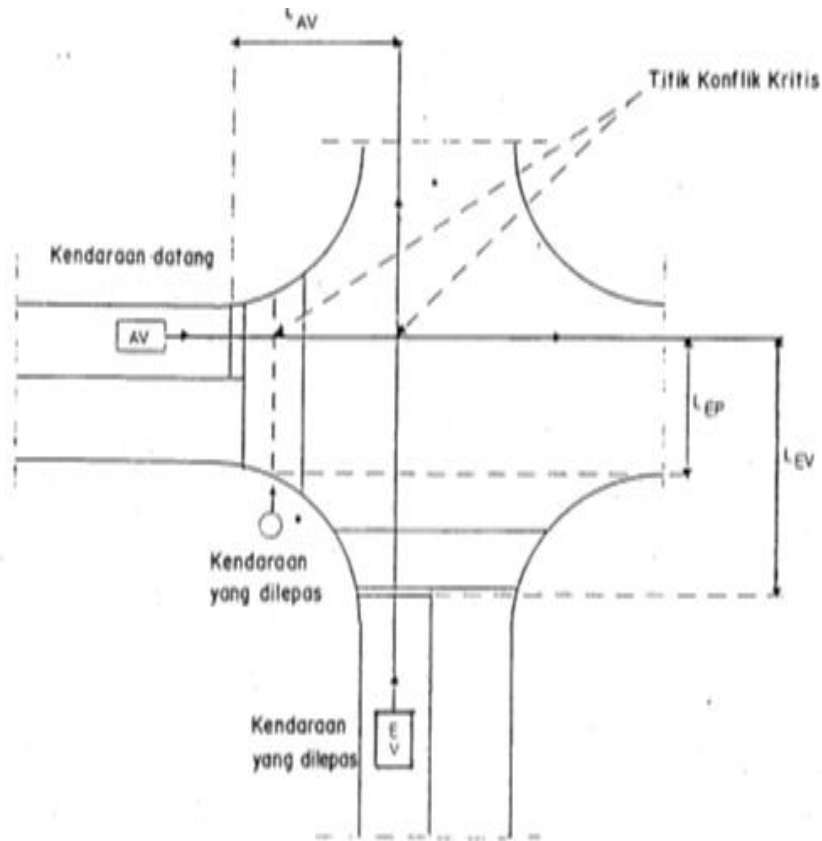
Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata-rata	Nilai Normal Waktu Antara Hijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik/fase
Sedang	10 – 14 m	5 detik/fase
Besar	≥15 m	≥6 detik/fase

### 3. Waktu Merah Semua (*All Red, AR*)

Waktu merah semua adalah jumlah semua periode antara hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, MKJI 1997). Prosedur untuk perhitungan perincian adalah sebagai berikut:

Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning), berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya pada titik yang sama. Titik konflik dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan, seperti yang terlihat pada Gambar 2.15.





Gambar 2.15: Titik konflik dan jarak untuk kedatangan dan keberangkatan. (MKJI 1997).

Titik konflik kritis pada masing-masing fase (i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua sebesar:

$$\text{MERAH SEMUA} = \frac{L_{EV} + l_{EV}}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \quad (2.6)$$

Dimana:

$L_{EV}, L_{AV}$  = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

$l_{EV}$  = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

$V_{EV}, V_{AV}$  = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

Nilai-nilai yang dipilih untuk  $V_{EV}$ ,  $V_{AV}$  dan  $l_{EV}$  tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai-nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

Kecepatan kendaraan yang datang  $V_{AV}$ : 10 m/det (kendaraan bermotor)

Kecepatan kendaraan yang berangkat	$V_{EV}$ : 10 m/det (kendaraan bermotor) 3 m/det (kendaraan tak bermotor) 1,2 m/det (pejalan kaki)
Panjang kendaraan yang berangkat	$I_{EV}$ : 5 m (LV atau HV) 2 m (MC atau UM).

#### 4. Waktu Kuning (*Amber*)

Mendasari PP. 43/1993 Pasal 29 ayat 3 dijelaskan bahwa cahaya berwarna kuning, menyala sesudah cahaya berwarna hijau, menyatakan kendaraan yang belum sampai pada marka melintang dengan garis utuh bersiap untuk berhenti.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia, MKJI 1997:

Dianjurkan amber = 3 detik

untuk jalan dengan kecepatan tinggi = 5 detik.

#### 5. Waktu Hilang (*Lost Time, LTI*)

Perhitungan dilakukan untuk semua gerak lalu lintas yang bersinyal (tidak termasuk belok kiri jalan terus). Apabila periode merah untuk semua masing-masing akhir fase yang diterapkan, waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau:

$$LTI = \sum (\text{MERAH SEMUA} + \text{KUNING}) I = \sum I g_i \quad (2.7)$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997).

Dalam system lama, pola waktu yang sama digunakan sepanjang hari/minggu, pada system yang lebih modern, rencana waktu sinyal yang berbeda yang ditetapkan sebelumnya, dan digunakan untuk kondisi yang berbeda pula.

### 2.3.4.2 Penentuan Waktu Sinyal

#### 1. Tipe Pendekat Efektif

Pendekat merupakan daerah dari lengan persimpangan jalan untuk mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Sebuah lengan persimpangan dapat

mempunyai lebih dari satu pendekat bila gerakan belok kiri atau belok kanan dipisahkan dengan pulau lalulintas.

Tipe pendekat pada persimpangan bersinyal umumnya dibedakan atas dua macam yaitu:

- a. Tipe terlindung (tipe P) yaitu pergerakan kendaraan pada persimpangan tanpa terjadi konflik antar kaki persimpangan yang berbeda saat lampu hijau pada fase yang sama.
- b. Tipe terlawan (tipe O) yaitu pergerakan kendaraan pada persimpangan dimana terjadi konflik antara kendaraan berbelok kanan dengan kendaraan yang bergerak lurus atau belok kiri dari approach yang berbeda saat lampu hijau pada fase yang sama.

## 2. Lebar Pendekat Efektif

Lebar pendekat yaitu lebar dari bagian pendekat yang diperkeras diukur di bagian tersempit sebelah hulu. Lebar efektif yaitu lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang diperlukan dalam perhitungan kapasitas.

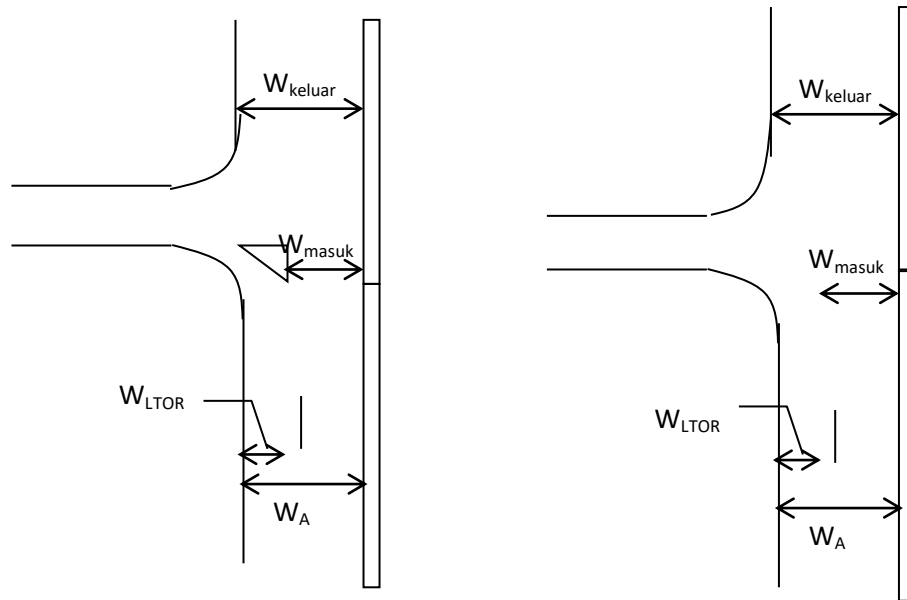
Lebar efektif ( $W_e$ ) dari setiap pendekat ditentukan berdasarkan informasi tentang lebar pendekat ( $W_A$ ), lebar masuk ( $W_{masuk}$ ), dan lebar keluar ( $W_{keluar}$ ) serta rasio arus lalulintas berbelok.

- a. Prosedur untuk pendekat tanpa belok kiri langsung (LTOR).

Jika  $W_{keluar} < W_e \times (1 - P_{RT} - P_{LTOR})$ ,  $W_e$  sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan  $W_{keluar}$  dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalulintas lurus saja ( $Q = Q_{ST}$ )

- b. Prosedur untuk pendekat dengan belok kiri langsung (LTOR).

Lebar efektif ( $W_e$ ) dapat dihitung untuk pendekat dengan atau tanpa pulau lalulintas seperti Gambar 2.16.



Gambar 2.16: Pendekat dengan atau tanpa pulau lalulintas. (MKJI 1997).

### 2.3.4.3 Arus Jenuh

Metode perhitungan arus jenuh yang diberikan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKIJ) 1997 ditentukan bahwa arus lalulintas yang mengalir pada saat waktu hijau dapat disalurkan oleh suatu pendekatan.

Penentuan arus jenuh dasar ( $S_0$ ) untuk setiap pendekatan yang diuraikan dibawah ini :

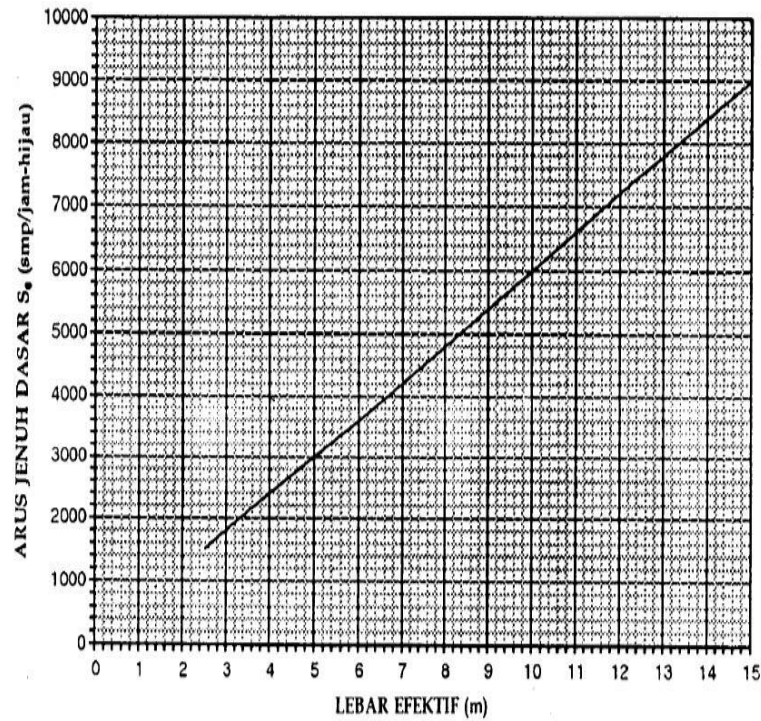
- Untuk pendekatan tipe P (*Protected*), yaitu arus terlindung:

$$S_0 = 600 \times W_e \text{ smp/jam hijau} \quad (2.8)$$

Dimana,

$S_0$  = arus jenuh dasar (smp/jam).

$W_e$  = lebar jalan efektif (m).



Gambar 2.17: Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P. (MKJI 1997).

Berdasarkan pada nilai jenuh dasar yang menggunakan lebar pendekatan, maka besar arus jenuh dipengaruhi oleh komposisi kendaraan yakni dengan membagi kendaraan yang lewat atas jenis kendaraan penumpang, kendaraan berat dan sepeda motor yang merupakan bagian dari arus lalulintas.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besar arus jenuh adalah jumlah lajur dalam kelompok lajur yang bersangkutan, lebar lajur, persentase kendaraan yang lewat, kemiringan memanjang jalan, adanya lajur parkir dan jumlah manuver parkir perjam, pengaruh penyesuaian kota dan penduduk, hambatan samping sebagai fungsi-fungsi dari jenis lingkungan jalan dan pengaruh membelok kekanan dan kekiri.

Persamaan matematis untuk menyatakan hal diatas digunakan dalam perhitungan arus jenuh sebagai berikut:

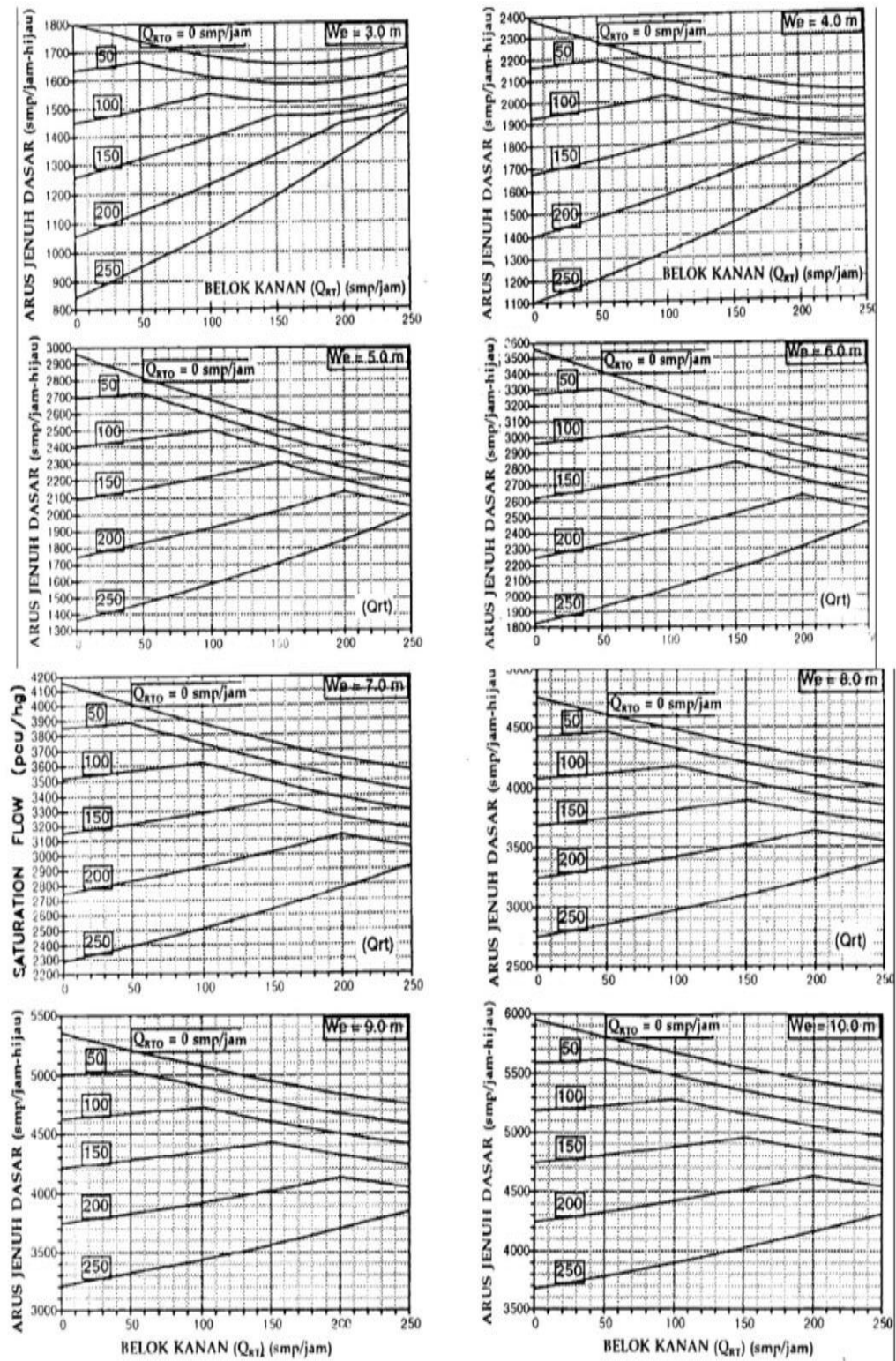
$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \text{ smp/jam} \quad (2.9)$$

Dimana:

S = Arus jenuh untuk kelompok lajur yang dianalisis, dalam kendaraan perjam waktu hijau (smp/jam)

- $S_o$  = Arus jenuh dasar untuk setiap pendekatan (smp/jam).
- $F_{cs}$  = Faktor penyesuaian ukuran kota dengan jumlah penduduk.
- $FSF$  = Faktor penyesuaian hambatan samping sebagai fungsi dari jenis lingkungan.
- $FG$  = Faktor penyesuaian kelandaian jalan.
- $FP$  = Faktor penyesuaian terhadap parkir.
- $FRT$  = Faktor penyesuaian belok kanan (hanya berlaku untuk pendekatan tipe P, jalan dua arah).
- $FLT$  = Faktor penyesuaian belok kiri (hanya berlaku untuk pendekatan tipe P, tanpa belok kiri langsung).

Jika gerakan belok kanan lebih besar dari 250 smp/jam, fase sinyal terlindung harus dipertimbangkan, artinya rencana fase sinyal harus diganti. Cara pendekatan berikut dapat digunakan untuk tujuan analisa operasional misalnya peninjauan kembali waktu sinyal suatu simpang. Untuk pendekat-pendekat tipe 0 tanpa lajur belok kanan terpisah dapat di lihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18: Untuk pendekat-pendekat tipe 0 tanpa lajur belok kanan terpisah. (MKJI 1997).

### 2.3.4.4 Rasio Arus

Ada beberapa langkah dalam menentukan rasio arus jenuh yaitu:

a. Arus lalulintas masing-masing pendekat (Q)

1. Jika  $W_e = W_{keluar}$ , maka hanya gerakan lurus saja yang dimasukkan dalam nilai Q.
2. Jika suatu pendekat mempunyai sinyal hijau dalam dua fase, yang satu untuk arus terlawan (Q) dan yang lainnya arus terlindung (P), maka gabungan arus lalulintas sebaiknya dihitung sebagai smp rata-rata berbobot untuk kondisi terlawan dan terlindung dengan cara yang sama seperti pada perhitungan arus jenuh.

b. Rasio arus (FR) masing-masing pendekat:

$$FR = Q / S \quad (2.10)$$

Dimana : FR = Rasio Arus

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam hijau)

c. Menentukan tanda rasio arus kritis ( $FR_{CRIT}$ ) tertinggi pada masing-masing fase

d. Rasio arus simpang (IFR) sebagai jumlah dari nilai-nilai  $FR_{CRIT}$

$$IFR = \Sigma (FR_{CRIT}) \quad (2.11)$$

Dimana : IFR = Rasio Arus Simpang

$FR_{crit}$  = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal.

$\Sigma (FR_{CRIT})$  = Rasio arus simpang= jumlah  $FR_{crit}$  dari semua fase pada siklus tersebut

e. Rasio fase (PR) masing-masing fase sebagai rasio antara  $FR_{CRIT}$  dan IFR

$$PR = FR_{CRIT} / IFR \quad (2.12)$$

#### 2.4. Faktor penyesuaian

Pada perhitungan arus jenuh ada beberapa faktor penyesuaian. Untuk semua tipe pendekat (tipe pendekat P dan tipe pendekat O) faktor penyesuaiannya meliputi ukuran kota, hambatan samping, kelandaian dan parkir. Sedangkan faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ ) dan faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ ) hanya untuk tipe pendekat P.



### 2.4.1. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Besarnya jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi karakteristik perilaku pengguna jalan dan jumlah kendaraan yang ada. Faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4: Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs). (MKJI 1997).

Ukuran Kota (Cs)	Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS)
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,83
Sedang	0,5 -1,0	0,94
Besar	1,0 -3,0	1
Sangat besar	>3,0	1,05

### 2.4.2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)

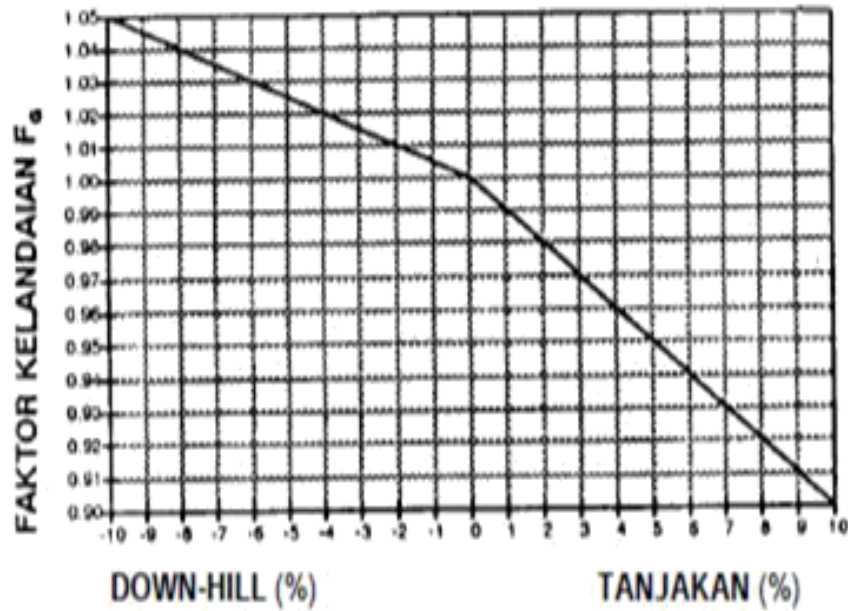
Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dengan Tabel 2.5. berikut:

Tabel 2.5: Faktor penyesuaian tipe lingkungan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor. (MKJI 1997).

lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0	0,05	0,1	0,15	0,2	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,7
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,9	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,9	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,91	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,92	0,9	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,8	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)		Terlawan	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75
		Terlindung	1	0,98	0,95	0,93	0,9	0,88

### 2.4.3. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)

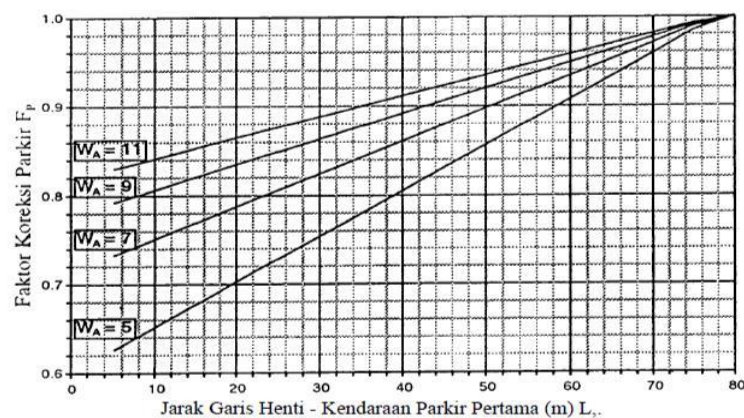
Faktor penyesuaian kelandaian ( $F_G$ ) didapat dari grafik. Untuk kelandaian 0% faktor penyesuaian kelandaian ( $F_G$ ) adalah 1. Factor penyesuaian kelandaian dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19: Faktor penyesuaian kelandaian (FG). (MKJI 1997).

### 2.4.4. Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Faktor penyesuaian parkir diperoleh dari grafik sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama dan lebar pendekat. Faktor penyesuaian parkir (FP) dapat di lihat pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20: Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek  $F_p$ . (MKJI 1997).

#### 2.4.5. Faktor Penyesuaian Belok Kanan ( $F_{RT}$ )

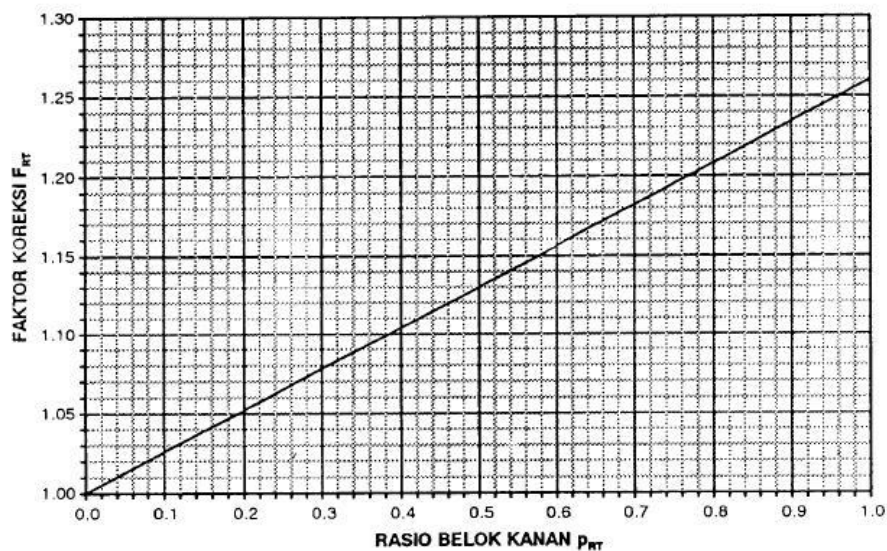
Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ ) hanya berlaku untuk pendekat tipe P, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Faktor penyesuaian belok kanan juga bisa didapat dengan menggunakan rumus:

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \quad (2.13)$$

Dimana:

$F_{RT}$  = faktor penyesuaian belok kanan,

$P_{RT}$  = rasio belok kanan.



Gambar 2.21: Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kanan ( $F_{RT}$ ). (MKJI 1997).

#### 2.4.6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri ( $F_{LT}$ )

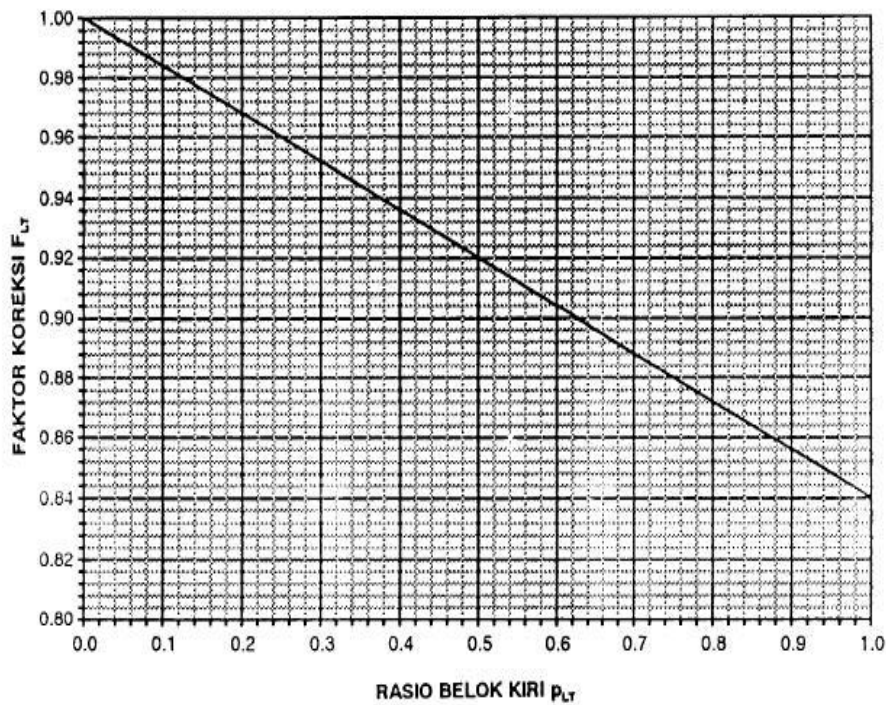
Faktor penyesuaian belok kiri hanya berlaku untuk pendekat tipe P tanpa belok kiri langsung, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Faktor penyesuaian belok kiri dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16 \quad (2.14)$$

Keterangan:

$F_{LT}$  = faktor penyesuaian belok kiri,

$P_{LT}$  = rasio belok kiri.



Gambar 2.22: Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri (FLT). (MKJI 1997).

Pada pendekat-pendekat terlindung tanpa penyediaan belok kiri langsung, kendaraan-kendaraan belok kiri cenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pendekat tersebut. Karena arus berangkat dalam pendekat-pendekat terlawan (tipe 0) pada umumnya lebih lambat, maka tidak diperlukan penyesuaian untuk pengaruh rasio belok kiri.

## 2.5. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

### 2.5.1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Hitung waktu siklus sebelum penyesuaian ( $C_{ua}$ ) untuk pengendalian waktu tetap, dan masukkan hasilnya kedalam kotak dengan tanda "waktu siklus".

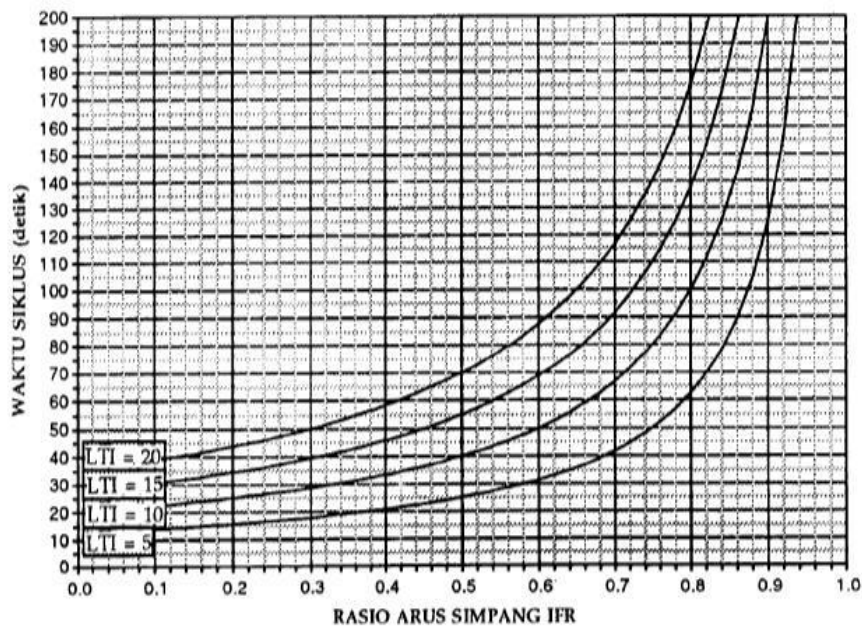
$$C_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad (2.15)$$

Dimana:

$C_{ua}$  = waktu siklus sebelum penyesuaian sinya (det)

LTI = waktu hilang total per siklus (det)

IFR = rasio arus simpang



Gambar 2.23: Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian. (MKJI 1997).

Tabel 2.6: Waktu siklus yang disarankan untuk keadaan yang berbeda. (MKJI 1997).

Tipe Pengaturan	Waktu siklus yang layak
Pengaturan dua fase	40 – 80
Pengaturan tiga fase	50 – 100
Pengaturan empat fase	80 – 130

Apabila perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi dari pada batas yang disarankan, maka hal ini menandakan bahwa kapasitas dari denah simpang tersebut tidak mencukupi.

### 2.5.2. Waktu Hijau

Hitung waktu hijau ( $g$ ) untuk masing-masing fase dapat dihitung dengan rumus:

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (2.16)$$

di mana:

$g_i$  = Tampilan waktu hijau pada fase  $i$  (det)

$C_{ua}$  = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus

PR<sub>i</sub> = Rasio fase FRcrit

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan.

### 2.5.3. Waktu Siklus yang Disesuaikan

Hitung waktu siklus yang disesuaikan (c) berdasar pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dan masukkan hasilnya pada bagian terbawah.

$$C = \sum g + LTI \quad (2.17)$$

Dimana : C = Waktu siklus yang telah disesuaikan (detik)

$\sum g$ . = jumlah total waktu hijau

LTI = Waktu hilang total persiklus (detik)

### 2.6. Panjang Antrian (QL)

Jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ2).

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (2.18)$$

dengan,

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{C}} \right] \quad (2.19)$$

Jika  $DS \leq 0,5$  ;  $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = C \frac{1 - GR}{1 - GR \cdot DS} \times \frac{Q_{masuk}}{3600} \quad (2.20)$$

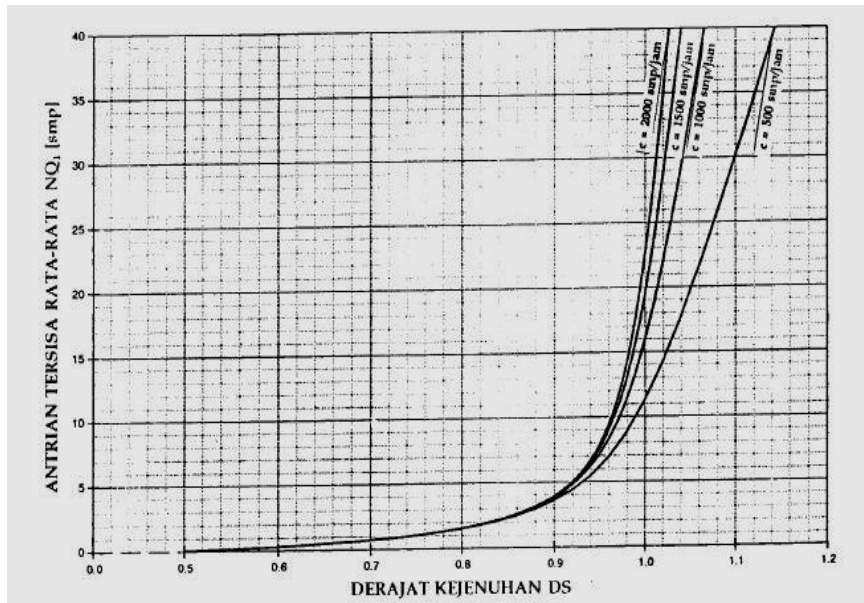
Dimana:

NQ1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah.

DS = derajat kejenuhan.

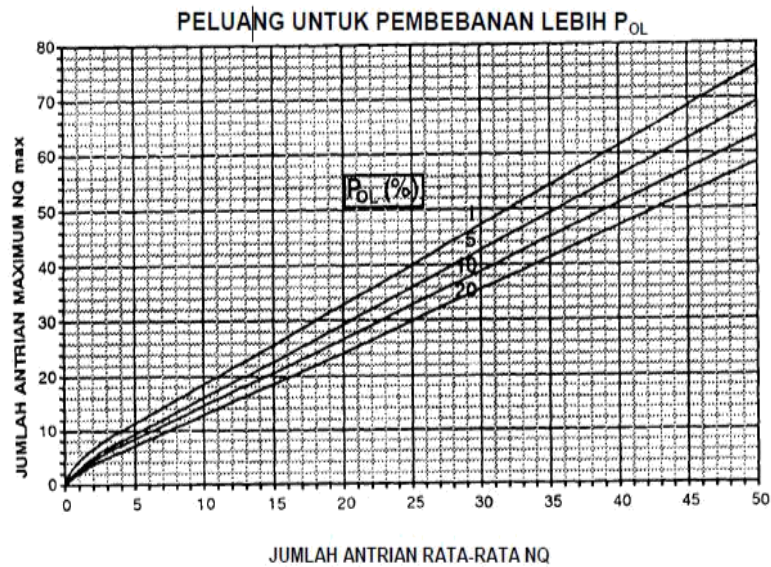
- GR = rasio siklus.
- c = waktu siklus (det)
- C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau (S x GR)
- Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/det)



Gambar 2.24: Jumlah kendaraan antri (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ). (MKJI 1997).

Panjang antrian (QL) kendaraan adalah dengan mengalikan  $NQ_{max}$  dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ( $20 \text{ m}^2$ ) kemudian dibagi dengan lebar masuknya.

$$QL = (NQ_{max} \cdot 20) / W_{masuk} \quad (2.21)$$



Gambar 2.25: Perhitungan jumlah antrian (NQmax) dalam smp. (MKJI 1997).

## 2.7. Kendaraan Terhenti

Angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp. NS adalah fungsi dari NQ dibagi dengan waktu siklus. (MKJI 1997).

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (2.22)$$

Dimana:

- c = waktu siklus
- Q = arus lalu lintas

Jumlah kendaraan terhenti  $N_{SV}$  masing-masing pendekat

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \quad (2.23)$$

Angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kend/jam

$$NS_{tot} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{total}} \quad (2.24)$$



## 2.8. Tundaan

Tundaan lalulintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang.

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

Dimana:

DT = tundaan lalulintas rata-rata (det/smp)

c = waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{1-GR \times DS}$$

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

NQ<sub>1</sub> = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

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

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \quad (2.26)$$

Dimana:

DG<sub>j</sub> = tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

P<sub>SV</sub> = rasio kendaraan terhenti pada pendekat

P<sub>T</sub> = rasio kendaraan berbelok

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D<sub>1</sub>) diperoleh dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total (Q<sub>tot</sub>) dalam smp/jam.

$$D_1 = \frac{\sum(Q \times D_j)}{Q_{total}} \quad (2.27)$$

Menurut Tamin (2000) jika kendaraan berhenti terjadi antrian dipersimpangan sampai kendaraan tersebut keluar dari persimpangan karena

adanya pengaruh kapasitas persimpangan yang sudah tidak memadai. Semakin tinggi nilai tundaan semakin tinggi pula waktu tempuhnya. Untuk menentukan indeks tingkat pelayanan (ITP) suatu persimpangan:

Tabel 2.7: ITP pada persimpangan berlampu lalulintas. (MKJI 1997).

Indeks Tingkat Pelayanan (ITP)	Tundaan kendaraan (detik)
A	$\leq 5,0$
B	5,1-15,0
C	15,0-25,0
D	25,1-40,1
E	40,1-60,0
F	$\geq 60$

## 2.9. Estimasi Pertumbuhan Lalu Lintas

Formula yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan kendaraan bermotor dapat dilihat pada Persamaan 2.28

$$P_n = P_0 (1+i)^n \quad (2.28)$$

Dimana :

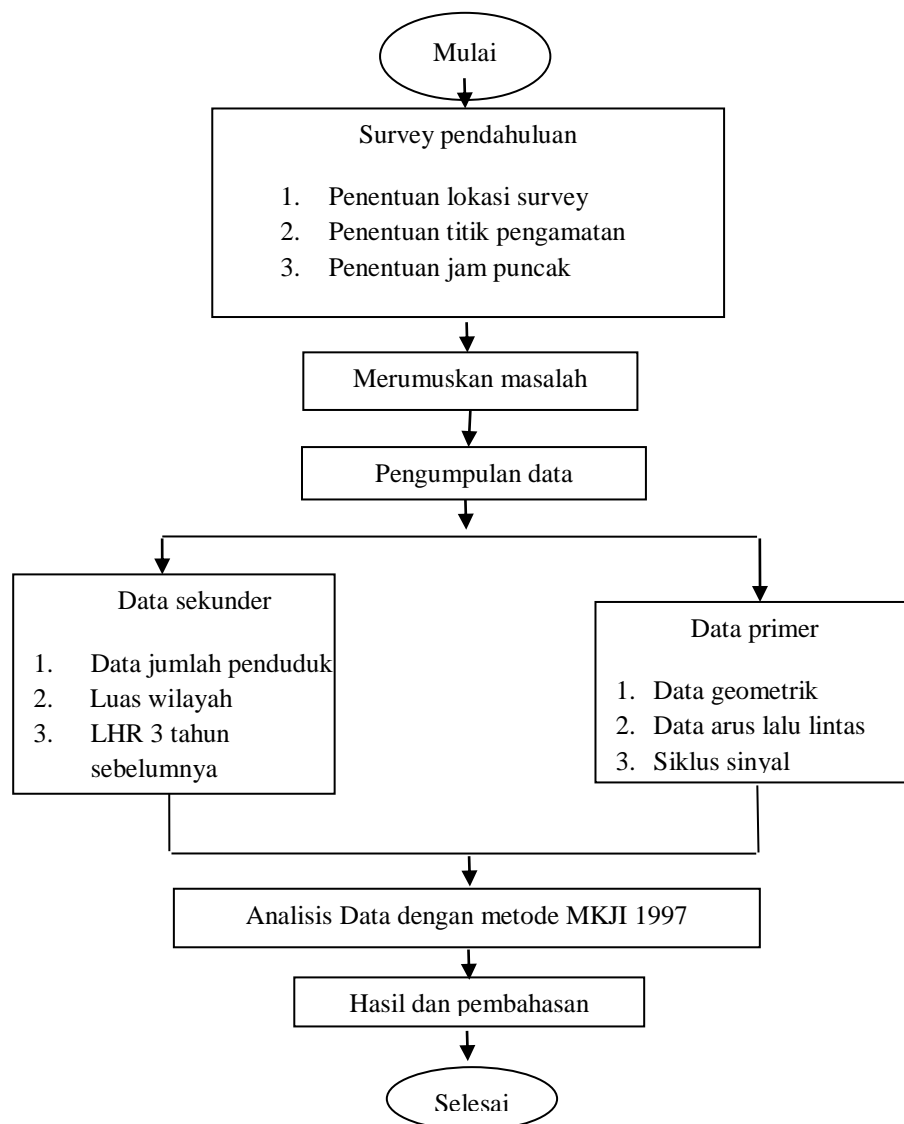
- I = pertumbuhan variabel rata – rata,
- $P_n$  = jumlah variabel pada tahun ke – n,
- $P_0$  = jumlah variabel pada tahun dasar rata – rata,
- n = jumlah tahun yang dihitung.

# BAB 3

## METODE PENELITIAN

### 3.1. Garis Besar Metodologi Penelitian

Secara keseluruhan kegiatan tahapan penyusunan tugas akhir ini dapat digambarkan ke dalam Gambar 3.1

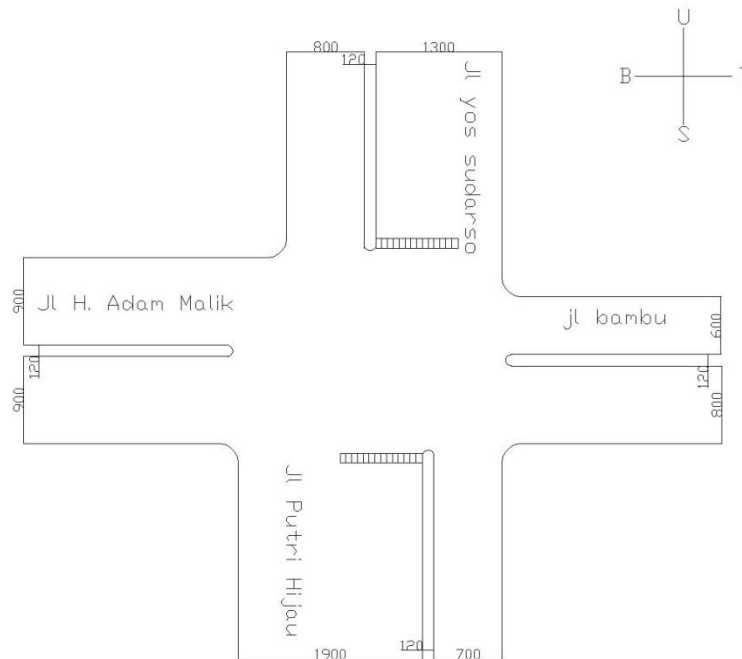


Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

### 3.2 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

#### 3.2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di daerah persimpangan Jalan Kol Yos Sudarso dan Jalan H. Adam Malik, Jalan minor adalah Jalan Bambu II dan Jalan Putri Hijau. Persimpangan tersebut menggunakan sinyal 3 fase sehingga kendaraan yang belok kanan dengan kendaraan jalan lurus dari arah depan pada persimpangan tersebut akan mengalami konflik saat terjadi lampu hijau. Untuk simpang 3 lengan, jalan yang menerus selalu jalan utama. Pendekat jalan minor sebaiknya diberi notasi A dan C, pendekat jalan utama diberi notasi B dan D. Pemberian notasi dibuat searah jarum jam.



Gambar 3.2: Lokasi Penelitian

### 3.2.2 Waktu Penelitian

Metode pengambilan data volume lalu lintas dilakukan secara manual. Surveyor menempati suatu titik yang tetap di tepi jalan sehingga mendapatkan pandangan yang cukup jelas. Kemudian surveyor akan mencatat setiap kendaraan yang melintasi titik yang telah ditentukan atau dengan menggunakan *hand tally* (*hand counter*) dan memindahkan nilai totalnya pada formulir survey (Rekayasa Lalu lintas, 1999).

Pengambilan data volume lalu lintas dilakukan selama 7 hari (satu minggu) mulai pukul 07.00-18.00 dengan interval waktu 15 menit. Dimana pencacahan kendaraan dilakukan pada waktu volume kendaraan yang melalui persimpangan mencapai nilai maksimum yaitu pada jam puncak. Waktu pengambilan data volume kendaraan adalah:

1. Pagi hari, dari pukul 07:00 - 09:00.
2. Siang hari, dari pukul 12:00 - 14:00.
3. Sore hari, dari pukul 16:00 - 18:00.

Jenis kendaraan yang disurvei dibagi dalam tiga golongan adalah sebagai berikut:

1. Sepeda motor (*motor cycle / MC*).
2. Kendaraan ringan (*light vehicle / LV*), dan
3. Kendaraan berat (*heavy vehicle / HV*).

Pelaksana survei ditempatkan pada masing-masing lengan persimpangan untuk menghitung kendaraan yang keluar dari lengan persimpangan dengan arah belok kiri, terus dan belok kanan.

### 3.3 Pengumpulan Data

Pengambilan data di bagi menjadi dua, yaitu: data sekunder dan data primer.

#### 3.3.1 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait dan buku-buku yang berhubungan dengan *study literature* untuk memperluas penelitian ini.

1. Data Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk ditempat lokasi survey kecamatan Medan Timur

diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2017.

## 2. Luas Wilayah

Data luas wilayah lokasi survey kecamatan Medan Timur diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2017.

## 3. LHR 3 tahun sebelumnya

### 3.3.2 Data Primer

Data primer merupakan data yang langsung diambil di lapangan, yang meliputi data geometrik dan inventaris jalan yang diperoleh dengan pengamatan untuk melihat ada tidaknya perlengkapan jalan seperti median, garis henti dan lain-lain. Mengukur jarak (dalam satuan meter) dengan menggunakan meteran. yaitu lebar jalur jalan, lebar pendekat. Data arus lalu lintas, waktu tempuh kendaraan, panjang antrian kendaraan, data tundaan kendaraan, waktu siklus pada persimpangan.

#### 1. Data Geometrik

Data geometrik ini berisikan tentang kode pendekat, tipe lingkungan, tingkat hambatan samping, median, kelandaian, belok kiri langsung, jarak kendaraan parkir, dan lebar pendekat (MKJI, 1997). Pendataan geometrik pada penelitian ini dilakukan secara manual, yaitu pengukuran langsung di lapangan. Data yang didapat dari hasil pengamatan.

Tabel. 3.1: Kondisi geometrik (simpang jalan Kol Yos Sudarso dan Jalan H. Adam Malik,

kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping	Median (Y/T)	Belok kiri langsung	Jarak kendaraan parkir	Lebar Pendekat			
						Wa	W Masuk	W keluar	WLTOR
Selatan	COM	R	Y	Y	100	19	14	7	5
Barat	COM	R	Y	Y	100	9	4	9	5
Timur	COM	R	Y	Y	100	8	5	6	3
Utara	COM	R	Y	Y	100	13	8.5	8	4.5

#### 2. Data Arus Lalu lintas

Data diperoleh dari hasil survey di lapangan dalam satuan kendaraan per jam.

Kemudian dikonversikan menjadi satuan mobil penumpang per-jam sesuai dengan rencana pendekat.

Data arus tertinggi pada jam puncak tertentu akan menjadi data acuan untuk mengevaluasi kinerja pada persimpangan. Data-data itu kemudian digunakan untuk perhitungan kapasitas, tundaan dan antrian pada persimpangan. Data ini diambil karena merupakan data maksimum dimana terjadi arus lalu lintas yang padat. Sehingga dianggap dapat mewakili data lainnya. Data utama yang dipakai adalah data volume lalu lintas kendaraan per jam.

Tabel 3.2: Data survey lalu lintas maksimal hari Senin

Hari/Tanggal= Senin/29 Maret 2021												
Pukul 07:00-09:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	55	125	61	28	27	34	10	13	20	16	21	28
Kendaraan Berat (HV)	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
Sepeda Motor (MC)	382	155	102	49	38	47	17	35	49	37	42	67
Pukul 12:00-14.00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	20	117	50	19	37	30	15	13	19	18	21	31
Kendaraan Berat (HV)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Sepeda Motor (MC)	54	163	120	37	41	46	26	24	41	23	36	70
Pukul 16:00-18:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	147	187	129	65	74	78	26	26	36	70	78	73
Kendaraan Berat (HV)	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0
Sepeda Motor (MC)	430	257	141	139	119	130	70	81	98	132	158	162

Tabel 3.3: Data survey lalu lintas maksimal hari Selasa

Hari/Tanggal= Selasa/30 Maret 2021												
Pukul 07:00-09:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	51	120	54	26	26	30	9	12	19	10	10	24
Kendaraan Berat (HV)	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0
Sepeda Motor (MC)	341	145	98	47	35	46	16	33	48	36	46	66
Pukul 12:00-14:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	12	113	45	17	36	26	14	12	12	11	20	32
Kendaraan Berat (HV)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Sepeda Motor (MC)	51	154	117	35	38	45	31	24	31	22	36	69
Pukul 16:00-18:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	141	176	127	63	73	74	19	22	30	64	67	70
Kendaraan Berat (HV)	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0
Sepeda Motor (MC)	415	243	139	137	116	129	50	75	91	130	151	154

Tabel 3.4 Data survey lalu lintas maksimal hari Rabu

Hari/Tanggal= Rabu/31 Maret 2021												
Pukul 07:00-09:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	41	128	46	22	26	29	6	13	22	11	15	22
Kendaraan Berat (HV)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1
Sepeda Motor (MC)	239	174	69	47	34	40	14	32	51	30	34	57
Pukul 12:00-14:00												



Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	19	126	34	13	36	25	11	12	18	10	19	31
Kendaraan Berat (HV)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Sepeda Motor (MC)	37	163	94	35	37	39	22	24	42	22	35	67
Pukul 16:00-18:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	140	173	122	59	73	73	16	23	33	63	66	69
Kendaraan Berat (HV)	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Sepeda Motor (MC)	415	239	132	137	115	123	48	74	94	129	150	152

Tabel 3.5 Data survey lalu lintas maksimal hari Kamis

Hari/Tanggal= Kamis/ 1 April 2021												
Pukul 07:00-09:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	51	124	57	25	24	32	8	13	20	7	4	16
Kendaraan Berat (HV)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Sepeda Motor (MC)	380	150	100	40	31	30	15	34	39	33	39	64
Pukul 12:00-14:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	16	116	46	16	34	28	10	16	9	8	14	24
Kendaraan Berat (HV)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Sepeda Motor (MC)	52	158	118	28	34	38	27	22	26	19	29	67
Pukul 16:00-18:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	143	186	125	62	71	76	18	23	31	61	61	62
Kendaraan Berat (HV)	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Sepeda Motor (MC)	428	252	139	130	112	122	49	76	82	127	144	152

Tabel 3.6 Data survey lalu lintas maksimal hari Jumat

Hari/Tanggal= Jumat/2 April2021												
Pukul 07:00-09:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	46	115	51	25	20	26	8	13	20	12	19	25
Kendaraan Berat (HV)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Sepeda Motor (MC)	374	143	81	37	29	34	12	35	37	31	38	55
Pukul 12:00-14.00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	11	107	40	16	30	22	13	12	16	18	33	28
Kendaraan Berat (HV)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Sepeda Motor (MC)	46	151	99	25	32	33	20	27	28	22	42	34
Pukul 16:00-18:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	138	177	119	62	67	70	18	23	31	62	66	68
Kendaraan Berat (HV)	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Sepeda Motor (MC)	422	245	120	127	110	117	46	77	80	128	150	150

Tabel 3.7 Data survey lalu lintas maksimal hari Sabtu

Hari/Tanggal= Sabtu/3 April 2021												
Pukul 07:00-09:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	50	113	49	25	24	30	8	18	21	22	17	24
Kendaraan Berat (HV)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Sepeda Motor (MC)	293	161	123	41	35	43	14	42	41	34	30	61
Pukul 12:00-14.00												

Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	24	111	48	16	34	26	13	17	17	19	17	29
Kendaraan Berat (HV)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Sepeda Motor (MC)	53	160	121	29	38	42	22	34	32	23	27	71
Pukul 16:00-18:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			U			T			B		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	151	181	127	62	71	74	18	28	32	72	64	67
Kendaraan Berat (HV)	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Sepeda Motor (MC)	429	254	142	131	116	126	48	84	84	131	142	156

Tabel 3.8 Data survey lalu lintas maksimal hari Minggu

Hari/Tanggal= Minggu/4 April 2021												
Pukul 07:00-09:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			B			T			U		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	43	115	50	7	11	15	16	23	30	20	13	35
Kendaraan Berat (HV)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Sepeda Motor (MC)	372	145	91	41	49	57	23	45	38	42	26	33
Pukul 12:00-14:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			B			T			U		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	8	107	39	8	21	23	21	22	26	11	23	31
Kendaraan Berat (HV)	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Sepeda Motor (MC)	44	153	109	27	39	60	31	37	29	30	29	32
Pukul 16:00-18:00												
Tipe Kendaraan	Kode Pendekat											
	S			B			T			U		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
Kendaraan Ringan (LC)	135	177	118	57	68	61	26	33	41	57	60	33
Kendaraan Berat (HV)	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	32

Sepeda Motor (MC)	420	247	130	135	154	145	57	87	81	132	107	116
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	-----	-----	-----

### 3. Siklus Sinyal

Tabel 3.9 Data waktu sinyal

Pendekat	waktu nyala				waktu sikus (detik)
	hijau	kuning	merah	<i>All Red</i>	
Utara	92	3	148	1	244
Selatan	145	3	109	1	258
Barat	65	3	205	1	274
Timur	75	3	170	1	249



### 3.4 Metode Pengumpulan

Metode pengumpulan yaitu dengan mengadakan pengamatan langsung keadaan lapangan (*observasi*). Penelitian ini menggunakan alat *hand counter* untuk menghitung jumlah kendaraan dan mencatatnya pada form survei sesuai kolom yang disediakan. Kemudian dipakai *stopwatch* untuk menghitung waktu merah, hijau dan kuning pada lampu lintas di persimpangan. Untuk survei geometri persimpangan dilakukan dengan cara mengukur lengan masing-masing simpang dengan rol meter. Pengukuran ini bertujuan untuk mendapatkan data seperti lebar jalan, jumlah dan lebar jalur pada persimpangan.

### 3.5 Analisis Data

Data-data hasil survey di lapangan ditambah dengan data-data sekunder kemudian diolah, maka kemudian akan diperoleh hasil penelitian. Hasil penelitian akan menjelaskan analisis kinerja persimpangan. Evaluasi dilakukan kemudian membuat model yang dapat menggambarkan keadaan di lapangan dan menjadi hasil kesimpulan dari penelitian.

Prosedur yang digunakan untuk perhitungan waktu sinyal, kapasitas dan tingkat kinerja persimpangan sesuai dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dapat dilihat dalam urutan berikut:

1. Analisis volume lalu lintas

2. Analisis geometrik
3. Analisis penentuan waktu sinyal
4. Analisis kinerja simpang empat bersinyal 10 tahun mendatang

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Umum

Data yang digunakan untuk proses perhitungan dalam penelitian ini adalah data primer. Dimana data primer merupakan data riil yang didapat dari pengamatan langsung dan perhitungan dilapangan, dengan lokasi penelitian di Simpang Glugur Darat Kol Yos Sudarso – Simpang Jalan H. Adam Malik

#### 4.2 Data Arus Lalulintas

Penelitian ini mengambil data arus lalulintas yang terdiri dari kendaraan ringan (*light vehicle / LV*), Sepeda motor (*motorcycle / MC*), dan kendaraan berat (*heavy vehcle/ HV*. Data yang digunakan adalah data jam pada jam puncak sore yaitu pukul 17:00 - 18:00. Keseluruhan perhitungan dilakukan berdasarkan metode Manual kapasitas Jalan.

Tabel 4.1: Data survey arus lalu lintas bermotor (MV)

Kode pend ekat	Arah	Arus lalu lintas bermotor (MV)								
		Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Sepeda Motor (MC)		
		emp terlindung= 1,0			emp terlindung= 1,3			emp terlindung= 0,2		
		emp terlawan= 1,0			emp terlawan= 1,3			emp terlawan= 0,4		
		Kend /jam	smp/jam		Kend/j am	smp/jam		Kend/j am	smp/jam	
Terlind ung	terlawa n		Terlindun g	terla wan		Terlind ung	terlawa n			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S	LT/LTO									
	R	528	528	528	2	2.6	2.6	1650	330	660
	ST	564	564	564	1	1.3	1.3	970	194	388
	RT	421	421	421	0	0	0	545	109	218
	Total	1513	1513	1513	3	3.9	3.9	3165	633	1266
B	LT/LTO									
	R	180	180	180	4	5.2	5.2	420	84	168
	ST	220	220	220	2	2.6	2.6	481	96.2	192.4

Tabel 4.1: Lanjutan

	RT	234	234	234	0	0	0	490	98	196
	Total	634	634	634	6	7.8	7.8	1391	278.2	556.4
T	LT/LTO									
	R	70	70	70	0	0	0	190	38	76
	ST	90	90	90	8	10.4	10.4	270	54	108
	RT	110	110	110	7	9.1	9.1	310	62	124
	Total	270	270	270	15	19.5	19.5	770	154	308
U	LT/LTO									
	R	210	210	210	3	3.9	3.9	390	78	156
	ST	225	225	225	1	1.3	1.3	410	82	164
	RT	240	240	240	0	0	0	430	86	172
	Total	675	675	675	4	5.2	5.2	1230	246	492

Tabel 4.2: Kendaraan total MV bermotor

Kendaraan Total MV Bermotor			Rasio Berbelok	
Kend/jam	smp/jam		PLT	PRT
	Terlindung	terlawan	Rms. (13)	Rms. (14)
12	13	14	15	16
2180	860.6	1190.6	0.42	
1535	759.3	953.3		
966	530	639		0.2465
4681	2149.9	2782.9		
604	269.2	353.2	0.31	
703	318.8	415		
724	332	430		0.3609
2031	920	1198.2		
260	108	146	0.12	
368	154.4	208.4		
427	181.1	243.1		0.4083
1055	443.5	597.5		
603	291.9	369.9	0.38	
636	308.3	390.3		
670	326	412		0.352
1909	926.2	1172.2		

## 4.2 Parameter-parameter persimpangan

Parameter-parameter persimpangan yang dihitung secara manual adalah total

arus lalulintas ( $Q_v$ ), ekivalen mobil penumpang arus lalulintas (smp/jam), arus jenuh dasar ( $S$ ), kapasitas ( $C$ ), derajat kejenuhan ( $DS$ ), dan parameter-parameter persimpangan yang didapat langsung dari pengamatan dilapangan pada jam puncak seperti waktu siklus (det), waktu hijau (det), waktu merah (det), waktu kuning (det), serta data-data penyesuaian kondisi persimpangan yang dipergunakan dalam menghitung dengan metode manual kapasitas jalan indonesia (MKJI) 1997, maka terlebih dahulu arus maksimum dikonversikan kedalam smp/jam. Untuk perhitungan selanjutnya pada Simpang Glugur Darat Kol Yos Sudarso – Simpang Jalan H. Adam Malik

a) Menghitung Arus Lalu lintas ( $Q$ )

$$Q = Q_{LV} \cdot EMP_{LV} + Q_{HV} \cdot EMP_{HV} + Q_{MC} \cdot EMP_{MC}$$

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

Pendekat terlindung

$$S = 2149,9$$

$$B = 920$$

$$T = 443,5$$

$$U = 926,2$$

b) Arus Jenuh

- $S_o = 600 \times w_e$

$$\text{Selatan} = 600 \times 14 = 8400$$

$$\text{Barat} = 600 \times 4 = 2400$$

$$\text{Timur} = 600 \times 5 = 3000$$

$$\text{Utara} = 600 \times 8,5 = 5100$$

- $F_{cs}$

Karna jumlah penduduk Medan Timur adalah 112.339 jiwa, maka berdasarkan tabel  $F_{cs}$  di MKJI 1997 digunakan nilai untuk  $F_{cs}$  nya adalah 0,83

- $FSF = 0,97$

- $FG = 1$

- $FP = 1$

- $F_{RT} = 1$  (karna terdapat LTOR atau belok kiri langsung)

- $F_{LT} = 1$



$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_G \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Tabel 4.3: Arus Jenuh (S)

Pendekat	S <sub>o</sub>	F <sub>cs</sub>	F <sub>sf</sub>	F <sub>G</sub>	F <sub>p</sub>	F <sub>RT</sub>	F <sub>LT</sub>	S
Selatan	8400	0.83	0.97	1	1	1	1	6762.8
Barat	2400	0.83	0.97	1	1	1	1	1932.2
Timur	3000	0.83	0.97	1	1	1	1	2415.3
Utara	5100	0.83	0.97	1	1	1	1	4106

c) Rasio Arus Jenuh (FR) =  $\frac{Q}{S}$

Tabel 4.4: Rasio Arus Jenuh (FR)

Pendekat	S	Q	FR
S	6762.8	2149.9	0.3179
B	1932.2	920	0,4761
T	2415.3	443,5	0.1836
U	4106	926,2	0.2256

Jadi  $\sum FR_{CRIT} = 1,20$

$\sum FR_{CRIT} = IFR$

d) Lost Time Intersection (LTI)

Tabel 4.5: Data waktu sinyal dilapangan

Pendekat	waktu nyala				waktu siklus (detik)
	hijau	kuning	merah	All Red	
Utara	92	3	148	1	244
Barat	145	3	109	1	258
Selatan	65	3	205	1	274
Timur	75	3	170	1	249

- Waktu kuning 3 detik
- Waktu semua merah 1 detik

Sehingga LTI = 4 detik

e) Waktu siklus (C)

Tabel 4.6: waktu siklus

Pendekat	waktu siklus (detik)
Utara	244
Barat	258
Selatan	274
Timur	249

f) Waktu hijau

Tabel 4.7: waktu hijau

Pendekat	Waktu hijau (gi)
Utara	92
Barat	145
Selatan	65
Timur	75

g) Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Menghitung kapasitas simpang (C) =  $S \times \frac{g_i}{c}$

Tabel 4.8: kapasitas simpang (C)

pendekat	S	gi	Waktu siklus (C)	Kapasitas simpang (C)
S	6762.8	92	244	2502.23
B	1932.2	145	258	1082.03
T	2415.3	65	274	555.51
U	4106	75	249	1231.8

Derajat kejenuhan =  $\frac{Q}{C}$

Tabel 4.9: derajat kejenuhan (DS)

Pendekat	Q	C	DS
S	2149.9	2502.23	0.86
B	920	1082.03	0,85
T	443,5	555.51	0,80
U	926,2	1231.8	0,75

h) Panjang antrian (NQ)

- Selatan

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

NQ = Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat Kejenuhan

$$NQ_1 = 0,25 \times 2502,23 \times \left[ (0,86-1) + \sqrt{(0,86-1)^2 + \frac{8 \times (0,86-0,5)}{2502,23}} \right]$$

$$= 2,53 \text{ smp}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

GR = Rasio Hijau g/c

$$= 145 / 258$$

$$= 0,56 \text{ smp}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$= 258 \times \frac{1-0,56}{1-0,56 \times 0,86} \times \frac{2149,9}{3600}$$

$$= 58,30 \text{ smp}$$

$$NQ_{\text{total}} = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 2,53 + 58,30$$

$$= 60,83 \text{ smp}$$

$$QL = \frac{NQ \text{ maks} \times 20}{W \text{ masuk}}$$

$$= \frac{60,83 \times 20}{14}$$

$$= 86,9 \text{ m}$$

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR)} + \frac{NQ_1}{c} \times 3600$$

$$= 258 \times \frac{0,5 \times (1-0,56)^2}{(1-0,56)} + \frac{2,53}{2502,23} \times 3600$$

$$= 60,40 \text{ detik}$$

- Barat

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

NQ = Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat Kejenuhan

$$NQ_1 = 0,25 \times 1082,03 \times \left[ (0,85-1) + \sqrt{(0,85-1)^2 + \frac{8 \times (0,85-0,5)}{1082,03}} \right]$$

$$= 2,27 \text{ smp}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

GR = Rasio Hijau g/c

$$= 65 / 274$$

$$= 0,24 \text{ smp}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$= 274 \times \frac{1-0,24}{1-0,24 \times 0,85} \times \frac{920}{3600}$$

$$= 45,23 \text{ smp}$$

$$NQ_{\text{total}} = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 2,27 + 45,23$$

$$= 47,5 \text{ smp}$$

$$QL = \frac{NQ \text{ maks} \times 20}{W \text{ masuk}}$$

$$= \frac{47,5 \times 20}{4}$$

$$= 237,5 \text{ m}$$

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR)} + \frac{NQ_1}{C} \times 3600$$

$$= 274 \times \frac{0,5 \times (1-0,24)^2}{(1-0,24)} + \frac{2,27}{1082,03} \times 3600$$

$$= 111,67 \text{ detik}$$

- Timur

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

NQ = Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat Kejenuhan

$$NQ_1 = 0,25 \times 555,52 \times \left[ (0,80-1) + \sqrt{(0,80-1)^2 + \frac{8 \times (0,80-0,5)}{555,52}} \right]$$
$$= 1,46 \text{ smp}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

GR = Rasio Hijau g/c

$$= 75 / 249$$

$$= 0,30 \text{ smp}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$
$$= 249 \times \frac{1-0,30}{1-0,30 \times 0,80} \times \frac{555,52}{3600}$$
$$= 48,02 \text{ smp}$$

$$NQ_{\text{total}} = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 1,46 + 48,02$$

$$= 49,48 \text{ smp}$$

$$QL = \frac{NQ \text{ maks} \times 20}{W \text{ masuk}}$$
$$= \frac{49,48 \times 20}{5}$$
$$= 197,92 \text{ m}$$

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR)} + \frac{NQ_1}{c} \times 3600$$
$$= 249 \times \frac{0,5 \times (1-0,30)^2}{(1-0,30)} + \frac{1,46}{555,52} \times 3600$$
$$= 96,61 \text{ detik}$$

- Utara

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

NQ = Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat Kejenuhan

$$NQ_1 = 0,25 \times 1231,8 \times \left[ (0,75-1) + \sqrt{(0,75-1)^2 + \frac{8 \times (0,75-0,5)}{1231,8}} \right]$$

$$= 0,99 \text{ smp}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$GR = \text{Rasio Hijau } g/c$$

$$= 92 / 244$$

$$= 0,37 \text{ smp}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

$$= 244 \times \frac{1-0,37}{1-0,37 \times 0,75} \times \frac{1231,8}{3600}$$

$$= 111,32 \text{ smp}$$

$$NQ_{\text{total}} = NQ_1 + NQ_2$$

$$= 0,99 + 111,32$$

$$= 112,31 \text{ smp}$$

$$QL = \frac{NQ \text{ maks} \times 20}{W \text{ masuk}}$$

$$= \frac{112,31 \times 20}{8,5}$$

$$= 262,8 \text{ m}$$

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR)} + \frac{NQ_1}{c} \times 3600$$

$$= 244 \times \frac{0,75 \times (1-0,37)^2}{(1-0,37)} + \frac{0,99}{1231,8} \times 3600$$

$$= 118,18 \text{ detik}$$

Tabel 4.10: Indeks Tingkat Pelayanan

Pendekat	DS	Panjang antrian QL= (m)	Tundaan (Detik)	Tingkat pelayanan
Selatan	0,86	86,9	60,40	F
Barat	0,85	237,5	111,67	F
Timur	0,80	197,92	96,61	F
Utara	0,75	262,8	118,18	F

i.) Menghitung pertumbuhan lalu lintas

Tabel 4.11: Pertumbuhan jumlah penduduk dengan menggunakan geometrik

No	Tahun	Jumlah penduduk/jiwa	Pertumbuhan penduduk dengan menggunakan geometrik	
			Rasio ( r )	P 2031
1	2018	112482	2%	145174
2	2019	113045		
3	2020	116985		

Perhitungan proyeksi pertumbuhan kendaraan digunakan rumus bunga majemuk:

$$P_n = P_0(1+r)^n$$

Tabel 4.12: Pertumbuhan Kendaraan Jam Sibuk Sore Tahun 2021 – 2031

NO	kendaraan	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	LV	989	1009	1029	1050	1071	1092	1114	1136	1159	1182	1206
2	HV	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
3	MC	2392	2440	2489	2538	2589	2641	2694	2748	2803	2859	2916

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja simpang Glugur Darat tahun 2021 dengan kapasitas simpang pada Pendekat Selatan 2502,36, Pendekat Barat 1082,032, Pendekat Timur 555,519, Pendekat Utara 1231,8. Sedangkan derajat kejenuhan (DS) pendekat selatan 0,86, pendekat barat 0,85, pendekat timur 0,80, pendekat utara 0,75. Dan Panjang Antrian pada Pendekat Selatan 86,9 M, Pendekat Barat 237,5 M, Pendekat Timur 197,92 M, Dan Pendekat Utara 262,8 M
2. Pertumbuhan lalulintas di jam sibuk sore setiap tahun nya meningkat 2%

Tabel 4.12: Pertumbuhan Kendaraan Jam Sibuk Sore Tahun 2021 – 2031

NO	kendaraan	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	LV	989	1009	1029	1050	1071	1092	1114	1136	1159	1182	1206
2	HV	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
3	MC	2392	2440	2489	2538	2589	2641	2694	2748	2803	2859	2916

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut guna mengetahui ada tidaknya pengaruh hambatan samping akibat aktivitas menaikkan atau menurunkan penumpang oleh angkutan umum pada lokasi yang diamati.
2. Melihat besarnya volume lalu lintas pada lengan persimpangan perlu dilakukan perencanaan ulang waktu siklus sehingga tidak terjadi tundaan yang begitu besar lagi.
3. Solusi penanganan terbaik dilakukan secara simultan yaitu perancangan ulang waktu siklus, penambahan lebar pendekat, perubahan fase dan perencanaan jalan layang pada pendekat Utara dan Selatan.



## DAFTAR PUSTAKA

- M. Naufal Diara, (2017). Proyeksi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Terminal Lama Kota Takengon Sampai Tahun 2027. Jurnal UNIMAL
- Alamsyah, A. A., (2005). *Rekayasa lalulintas*. Malang: UMM Press.
- Dairi. H. Rahmat, 2005. Analisa Perencanaan Lampu Pengatur lalu Lintas (Traffic Light) Pada Persimpangan Jalan Betoambari-Murhum-Bataraguru. Jurnal Fakultas Teknik Unidayan Baubau.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 1997, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)", Jakarta.
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 1999, *Pedoman Pengumpulan Data Lalu Lintas*, Jakarta.
- Harianto, Joni, 2004. Sistem Pengendalian Lalu Lintas Pada Pertemuan Jalan Sebidang. Digitized by USU Digital Library, 2004.
- Jaya, Putu dkk, 2013. Analisis Kinerja Simpang Dan Pembebanan Ruas Jalan Pada Pengelolaan Lalu Lintas Dengan Sistem Satu Arah (Studi kasus Jalan Tukad Pakerisan, - Jalan Tukad Yeh Aya, - Jalan Tukad Batanghari, - Jalan Tukad Barito). Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil, Volume 2, No. 1, Pebruari 2013.
- Juwita, Farida, 2011. Analisis Kinerja Simpang Berlampu Lalu Lintas (Studi Kasus Pada Simpang Ruas Jalan Sultan Agung). TAPAK, Vol. 1 No. 1 Nopember 2011.
- Khysti, C. Jotin dan Lall B. Kent, 2003, "Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid- I", Erlangga.
- Lumintang, Gland, 2013. Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Walanda Maramis Manado). Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.3, Februari 2013 (202-208).
- Morlok, E.K. 1991. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Terjemahan Johan K. Hainim. Erlangga, Jakarta.
- Prasetyo, Wahyu Eko. 2014. *Optimasi Kinerja Simpang Bersinyal Berhimpit (Studi Kasus Simpang Dr. Rajiman Laweyan, Surakarta)*. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Rahayu Gati dkk, 2009. Analisis Arus Jenuh dan Panjang Antrian pada Simpang Bersinyal: Studi Kasus di Jalan Dr. Sutomo-Suryopranoto, Yogyakarta. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 12, No. 1, 99-108, Mei 2009.

Sitanggang, L. H.S. 2013, “ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus: Jalan K.H Wahid Hasyim – Jalan Gajah Mada)”, Kota Medan.

Soedirdjo, Titi Liliani. 2002, *Rekayasa lalulintas*, Malang, Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Depdiknas

Wida, Widiyati, 2011. Perbandingan Panjang Antrian Simpang Bersinyal Jalan Kopo- Soekarno Hatta Bandung Berdasarkan MKJI 1997 Dan Kondisi Lapangan. The 14th FSTPT International Symposium, Pekanbaru, 11-12 November 2011.

Wikrama, Jaya, 2011. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan teuku Umar Barat-Jalan Gunung Salak). Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 15, No. 1, Januari 2011.

# **LAMPIRAN 1**

## LAMPIRAN



Gambar L.1.1 : mengukur median jalan



Gambar L.1.2: Menghitung kendaraan lewat menggunakan aplikasi dan pencatatan manual



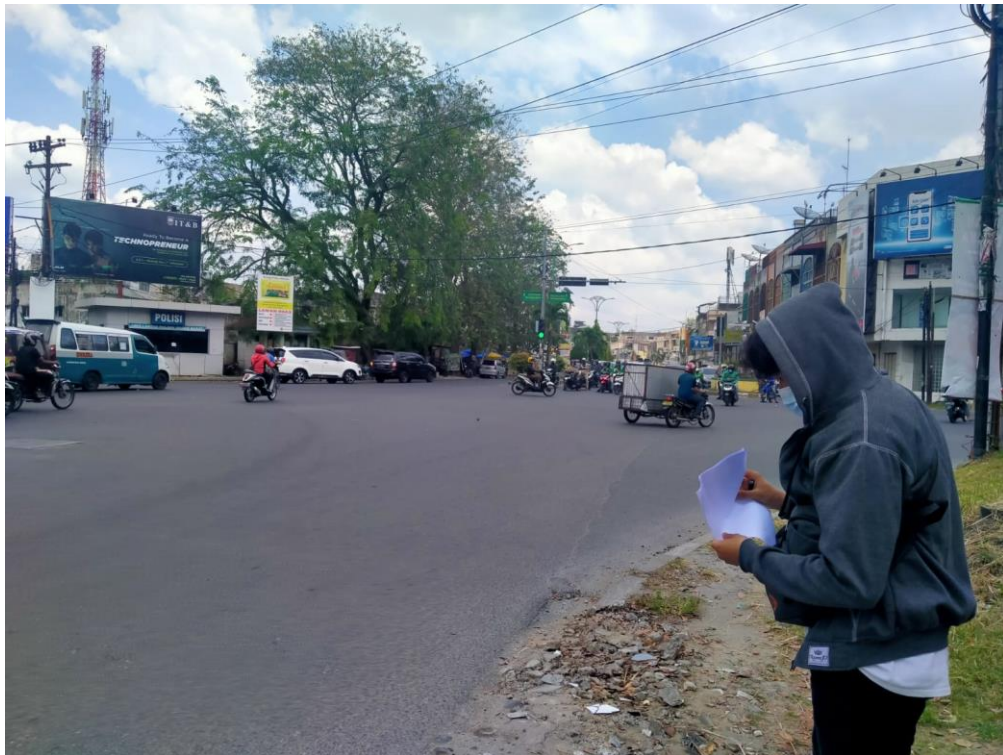
Gambar L.1.3: Proses Pengukuran Lebar Jalan



Gambar L.1.4: kendaraan datang disisi pendekat utara JL. KL Yos Sudarso



Gambar L.1.5: Tim Survey Lalu lintas



Gambar L.1.6: Proses survey lalu lintas

# **LAMPIRAN 2**

Tabel L1 : Volume lalu lintas per 15 menit

Hari/Tanggal : Senin/29 maret 2021

Pendekat Barat

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	7	0	30	12	0	42	20	0	34	145
2	07:15-07:30	9	0	31	13	0	41	23	0	54	171
3	07:30-07:45	10	0	33	15	0	28	24	0	57	167
4	07:45-08:00	12	2	31	16	0	35	23	0	59	178
5	08:00-08:15	14	0	23	14	0	32	27	0	61	171
6	08:15-08:30	13	1	30	19	0	26	26	0	63	178
7	08:30-08:45	16	0	37	21	0	42	28	0	67	211
8	08:45-09:00	10	1	36	10	1	46	24	0	66	194
9	12:00-12:15	9	0	16	17	0	41	31	0	49	163
10	12:15-12:30	11	0	23	23	0	40	34	0	37	168
11	12:30-12:45	12	1	23	21	0	36	31	0	70	194
12	12:45-13:00	13	0	21	24	0	49	33	0	30	170
13	13:00-13:15	14	0	28	26	0	47	18	0	35	168
14	13:15-13:30	12	0	20	30	0	46	20	0	27	155
15	13:30-13:45	19	0	26	29	0	42	23	0	37	176
16	13:45-14:00	20	0	24	34	0	43	30	0	38	189
17	16:00-16:15	20	0	29	52	0	54	42	0	41	238
18	16:15-16:30	12	0	35	55	0	52	47	0	43	244
19	16:30-16:45	13	0	43	45	0	56	48	0	45	250
20	16:45-17:00	11	0	70	71	0	60	43	0	51	306
21	17:00-17:15	20	0	82	36	0	87	41	0	89	355
22	17:15-17:30	41	3	96	51	0	111	59	0	115	476
23	17:30-17:45	49	0	110	55	0	125	61	0	124	524
24	17:45-18:00	70	1	132	78	2	158	73	0	162	676
	TOTAL	437	9	1029	767	3	1339	829	0	1454	5867



Tabel L1 : *Lanjutan*

Hari/Tanggal : Senin/29 maret 2021

Pendekat Timur

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	8	0	19	8	0	31	6	0	47	119
2	07:15-07:30	9	0	18	7	0	34	7	0	48	123
3	07:30-07:45	12	0	19	9	3	35	8	0	43	129
4	07:45-08:00	11	0	14	10	1	37	9	0	49	131
5	08:00-08:15	10	0	17	13	0	35	20	2	49	146
6	08:15-08:30	8	0	16	14	2	32	19	1	48	140
7	08:30-08:45	9	0	21	15	0	31	7	0	47	130
8	08:45-09:00	13	0	22	13	2	29	8	0	43	130
9	12:00-12:15	15	1	26	13	0	24	19	0	41	139
10	12:15-12:30	11	1	28	15	0	26	9	0	31	121
11	12:30-12:45	12	0	29	17	0	28	8	0	34	128
12	12:45-13:00	10	2	30	19	0	29	10	0	31	131
13	13:00-13:15	11	0	31	10	0	34	11	0	32	129
14	13:15-13:30	13	0	32	13	0	31	12	0	31	132
15	13:30-13:45	14	1	13	12	0	34	13	0	30	117
16	13:45-14:00	15	0	12	8	0	36	15	0	27	113
17	16:00-16:15	13	0	13	9	0	26	21	0	39	121
18	16:15-16:30	9	0	14	7	0	26	20	0	43	119
19	16:30-16:45	8	0	28	12	1	28	21	0	49	147
20	16:45-17:00	10	2	31	15	4	36	22	0	51	171
21	17:00-17:15	12	0	37	15	2	59	20	5	62	212
22	17:15-17:30	15	0	40	24	3	57	26	2	69	236
23	17:30-17:45	17	0	43	25	1	73	28	0	81	268
24	17:45-18:00	26	0	70	26	2	81	36	0	98	339
	TOTAL	291	7	623	329	21	892	375	10	1123	3671

Tabel L1 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Senin/29 maret 2021

Pendekat Utara

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	23	0	48	20	0	39	28	0	58	216
2	07:15-07:30	21	0	43	19	0	37	24	0	34	178
3	07:30-07:45	22	0	41	22	0	35	22	0	45	187
4	07:45-08:00	24	0	39	28	0	31	35	0	55	212
5	08:00-08:15	27	0	40	20	0	34	36	0	43	200
6	08:15-08:30	26	0	47	28	0	36	36	0	46	219
7	08:30-08:45	28	0	49	27	0	38	34	1	47	224
8	08:45-09:00	19	0	41	26	0	41	36	0	51	214
9	12:00-12:15	19	0	19	28	0	41	41	0	57	205
10	12:15-12:30	18	0	28	29	0	44	25	0	30	174
11	12:30-12:45	17	0	25	31	0	45	23	0	46	187
12	12:45-13:00	19	0	29	33	0	38	32	0	54	205
13	13:00-13:15	16	0	31	36	0	37	35	0	41	196
14	13:15-13:30	15	0	36	31	0	39	38	0	43	202
15	13:30-13:45	19	0	37	37	0	41	30	0	46	210
16	13:45-14:00	21	0	38	19	1	34	34	0	50	197
17	16:00-16:15	22	0	39	28	0	20	44	0	59	212
18	16:15-16:30	29	0	44	22	0	48	25	0	36	204
19	16:30-16:45	27	0	49	26	0	51	23	0	47	223
20	16:45-17:00	39	0	50	33	0	66	35	0	56	279
21	17:00-17:15	40	3	66	45	1	87	43	0	84	369
22	17:15-17:30	47	0	87	49	0	95	54	0	92	424
23	17:30-17:45	58	0	98	57	0	109	65	0	124	511
24	17:45-18:00	65	0	139	74	0	119	78	0	130	605
	TOTAL	661	3	1163	768	2	1205	876	1	1374	6053

Tabel L1 : *Lanjutan*

Hari/Tanggal : Senin/29 maret 2021

Pendekat Selatan

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	10	0	43	95	0	132	41	0	91	412
2	07:15-07:30	30	0	45	97	1	146	38	0	99	456
3	07:30-07:45	50	0	132	132	0	181	47	0	106	648
4	07:45-08:00	46	0	294	119	0	164	51	1	122	797
5	08:00-08:15	55	0	382	125	0	155	61	0	102	880
6	08:15-08:30	49	0	259	135	0	187	55	0	80	765
7	08:30-08:45	28	1	295	97	0	134	45	0	90	690
8	08:45-09:00	43	1	294	89	0	124	39	0	80	670
9	12:00-12:15	20	0	55	90	0	130	40	0	90	425
10	12:15-12:30	12	0	41	95	1	145	30	0	98	422
11	12:30-12:45	21	0	42	130	0	170	45	0	105	513
12	12:45-13:00	20	0	54	117	0	163	50	1	120	525
13	13:00-13:15	17	0	39	124	0	152	60	0	100	492
14	13:15-13:30	17	0	54	134	0	186	52	0	70	513
15	13:30-13:45	15	0	40	98	0	130	40	0	89	412
16	13:45-14:00	21	0	37	90	0	120	39	0	75	382
17	16:00-16:15	22	0	57	90	0	140	41	0	92	442
18	16:15-16:30	23	0	58	100	0	160	39	1	80	461
19	16:30-16:45	70	0	132	145	0	190	49	0	107	693
20	16:45-17:00	100	0	301	135	0	210	54	0	120	920
21	17:00-17:15	120	1	399	115	1	230	70	0	129	1065
22	17:15-17:30	126	0	401	123	0	240	105	0	135	1130
23	17:30-17:45	135	0	420	139	0	243	117	0	140	1194
24	17:45-18:00	147	1	430	187	0	257	129	0	141	1292
	TOTAL	1197	4	4304	2801	3	4089	1337	3	2461	16199

Tabel L2 : Volume lalu lintas per 15 menit

Hari/Tanggal : Selasa/30 maret 2021

Pendekat Barat

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	7	0	30	12	0	42	20	0	34	145
2	07:15-07:30	9	0	31	13	0	41	23	0	54	171
3	07:30-07:45	10	0	33	15	0	28	24	0	57	167
4	07:45-08:00	12	2	31	16	0	35	23	0	59	178
5	08:00-08:15	14	0	23	14	0	32	27	0	61	171
6	08:15-08:30	13	1	30	19	0	26	26	0	63	178
7	08:30-08:45	14	1	33	20	0	39	27	0	59	193
8	08:45-09:00	10	1	36	10	1	46	24	0	66	194
9	12:00-12:15	9	0	16	17	0	41	31	0	49	163
10	12:15-12:30	11	0	23	23	0	40	34	0	37	168
11	12:30-12:45	11	1	22	20	0	36	32	0	69	191
12	12:45-13:00	13	0	21	24	0	49	33	0	30	170
13	13:00-13:15	14	0	28	26	0	47	18	0	35	168
14	13:15-13:30	12	0	20	30	0	46	20	0	27	155
15	13:30-13:45	19	0	26	29	0	42	23	0	37	176
16	13:45-14:00	20	0	24	34	0	43	30	0	38	189
17	16:00-16:15	20	0	29	52	0	54	42	0	41	238
18	16:15-16:30	12	0	35	55	0	52	47	0	43	244
19	16:30-16:45	13	0	43	45	0	56	48	0	45	250
20	16:45-17:00	11	0	70	71	0	60	43	0	51	306
21	17:00-17:15	20	0	82	36	0	87	41	0	89	355
22	17:15-17:30	41	3	96	51	0	111	59	0	115	476
23	17:30-17:45	49	0	110	55	0	125	61	0	124	524
24	17:45-18:00	64	0	130	67	1	151	70	0	154	637
	TOTAL	428	9	1022	754	2	1329	826	0	1437	5807

Tabel L2 : *Lanjutan*

Hari/Tanggal : Selasa/30 maret 2021

Pendekat Timur

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	7	0	16	7	0	20	6	0	47	103
2	07:15-07:30	9	0	16	5	0	29	7	0	48	114
3	07:30-07:45	11	0	18	6	1	31	8	0	43	118
4	07:45-08:00	10	0	13	9	1	32	9	0	49	123
5	08:00-08:15	9	0	16	12	0	33	19	2	48	139
6	08:15-08:30	6	0	15	13	1	29	19	1	48	132
7	08:30-08:45	8	0	20	14	0	29	7	0	47	125
8	08:45-09:00	12	0	21	12	2	27	8	0	43	125
9	12:00-12:15	14	1	24	11	0	25	15	0	39	129
10	12:15-12:30	10	1	27	14	0	25	9	0	31	117
11	12:30-12:45	11	0	28	15	0	21	8	0	34	117
12	12:45-13:00	9	2	29	16	0	21	10	0	31	118
13	13:00-13:15	10	0	30	9	0	22	11	0	32	114
14	13:15-13:30	14	0	31	12	0	24	12	0	31	124
15	13:30-13:45	14	1	12	10	0	25	13	0	30	105
16	13:45-14:00	13	0	11	6	0	26	15	0	27	98
17	16:00-16:15	16	0	12	6	0	29	21	0	39	123
18	16:15-16:30	8	0	13	7	0	28	20	0	43	119
19	16:30-16:45	8	0	27	10	1	21	21	0	49	137
20	16:45-17:00	9	2	29	14	4	20	22	0	51	151
21	17:00-17:15	10	0	32	12	2	45	20	5	62	188
22	17:15-17:30	13	0	39	20	3	54	26	2	69	226
23	17:30-17:45	16	0	40	21	1	64	28	0	81	251
24	17:45-18:00	19	0	50	22	2	75	30	0	91	289
	TOTAL	266	7	569	283	18	755	364	10	1113	3385

Tabel L2 : *Lanjutan*

Hari/Tanggal : Selasa/30 maret 2021

Pendekat Utara

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	21	0	46	19	0	36	24	0	57	203
2	07:15-07:30	19	0	41	18	0	34	20	0	33	165
3	07:30-07:45	20	0	39	21	0	32	18	0	44	174
4	07:45-08:00	22	0	37	27	0	28	31	0	54	199
5	08:00-08:15	25	0	38	19	0	31	32	0	42	187
6	08:15-08:30	24	0	45	27	0	33	32	0	45	206
7	08:30-08:45	26	0	47	26	0	35	30	1	46	211
8	08:45-09:00	17	0	39	25	0	38	32	0	50	201
9	12:00-12:15	17	0	17	27	0	38	37	0	56	192
10	12:15-12:30	16	0	26	28	0	41	21	0	29	161
11	12:30-12:45	15	0	23	30	0	42	19	0	45	174
12	12:45-13:00	17	0	27	32	0	35	28	0	53	192
13	13:00-13:15	14	0	29	35	0	34	31	0	40	183
14	13:15-13:30	13	0	34	30	0	36	34	0	42	189
15	13:30-13:45	17	0	35	36	0	38	26	0	45	197
16	13:45-14:00	19	0	36	18	1	31	30	0	49	184
17	16:00-16:15	20	0	37	27	0	17	40	0	58	199
18	16:15-16:30	27	0	42	21	0	45	21	0	35	191
19	16:30-16:45	25	0	47	25	0	48	19	0	46	210
20	16:45-17:00	37	0	48	32	0	63	31	0	55	266
21	17:00-17:15	38	3	64	44	1	84	39	0	83	356
22	17:15-17:30	45	0	85	48	0	92	50	0	91	411
23	17:30-17:45	56	0	96	56	0	106	61	0	123	498
24	17:45-18:00	63	0	137	73	0	116	74	0	129	592
	TOTAL	613	3	1115	744	2	1133	780	1	1350	5741

Tabel L2 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Selasa/30 maret 2021

Pendekat Selatan

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	9	0	40	90	0	129	41	0	78	387
2	07:15-07:30	28	0	41	91	1	142	32	0	88	423
3	07:30-07:45	41	0	133	130	0	174	23	0	101	602
4	07:45-08:00	43	0	278	115	0	161	50	1	120	768
5	08:00-08:15	51	0	341	120	0	145	54	0	98	809
6	08:15-08:30	42	0	241	131	0	178	51	0	76	719
7	08:30-08:45	23	1	287	93	0	129	44	0	78	655
8	08:45-09:00	41	1	278	80	0	124	38	0	80	642
9	12:00-12:15	19	1	41	89	0	130	32	0	87	399
10	12:15-12:30	10	0	40	91	1	145	31	0	86	404
11	12:30-12:45	20	0	39	129	0	167	39	0	101	495
12	12:45-13:00	12	0	51	113	0	154	45	1	117	493
13	13:00-13:15	14	0	31	121	0	143	55	0	98	462
14	13:15-13:30	16	0	51	124	0	176	51	0	69	487
15	13:30-13:45	14	0	39	92	0	129	39	0	88	401
16	13:45-14:00	22	0	34	90	0	119	38	0	74	377
17	16:00-16:15	17	0	54	90	0	139	37	0	87	424
18	16:15-16:30	21	0	52	100	0	159	39	1	74	446
19	16:30-16:45	69	0	130	145	0	187	49	0	100	680
20	16:45-17:00	99	0	297	135	0	209	54	0	102	896
21	17:00-17:15	119	1	378	115	1	227	70	0	108	1019
22	17:15-17:30	125	0	390	122	0	267	101	0	134	1139
23	17:30-17:45	134	0	410	123	0	234	116	0	138	1155
24	17:45-18:00	141	1	415	176	0	243	127	0	139	1242
	TOTAL	1130	5	4091	2705	3	4010	1256	3	2321	15524

Tabel L3 : Volume lalu lintas per 15 menit

Hari/Tanggal : Rabu/31 maret 2021

Pendekat Barat

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	6	0	29	11	0	41	19	0	32	138
2	07:15-07:30	8	0	30	12	1	40	22	0	52	165
3	07:30-07:45	9	0	32	14	0	27	23	0	55	160
4	07:45-08:00	11	2	30	15	0	34	22	1	57	172
5	08:00-08:15	13	0	22	13	0	31	26	0	59	164
6	08:15-08:30	12	1	29	18	0	25	25	0	61	171
7	08:30-08:45	13	1	32	19	0	38	26	0	57	186
8	08:45-09:00	9	1	35	9	0	45	23	0	64	186
9	12:00-12:15	8	0	15	16	0	40	30	0	47	156
10	12:15-12:30	10	0	22	22	1	39	33	0	35	162
11	12:30-12:45	10	1	21	19	0	35	31	0	67	184
12	12:45-13:00	12	0	20	23	0	48	32	1	28	164
13	13:00-13:15	13	0	27	25	0	46	17	0	33	161
14	13:15-13:30	11	0	19	29	0	45	19	0	25	148
15	13:30-13:45	18	0	25	28	0	41	22	0	35	169
16	13:45-14:00	19	0	23	33	0	42	29	0	36	182
17	16:00-16:15	19	0	28	51	0	53	41	0	39	231
18	16:15-16:30	11	0	34	54	0	51	46	1	41	238
19	16:30-16:45	12	0	42	44	0	55	47	0	43	243
20	16:45-17:00	10	0	69	70	0	59	42	0	49	299
21	17:00-17:15	19	0	81	35	1	86	40	0	87	349
22	17:15-17:30	40	3	95	50	0	110	58	0	113	469
23	17:30-17:45	48	0	109	54	0	124	60	0	122	517
24	17:45-18:00	63	0	129	66	0	150	69	0	152	629
	TOTAL	404	9	998	730	3	1305	802	3	1389	5643



Tabel L3 : *Lanjutan*

Hari/Tanggal : Rabu/31 maret 2021

Pendekat Timur

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	4	0	14	8	0	19	9	0	50	104
2	07:15-07:30	6	0	14	6	1	28	10	0	51	116
3	07:30-07:45	8	0	16	7	0	30	11	0	46	118
4	07:45-08:00	7	0	11	10	0	31	12	1	52	124
5	08:00-08:15	6	0	14	13	0	32	22	0	51	138
6	08:15-08:30	3	0	13	14	0	28	22	0	51	131
7	08:30-08:45	5	1	18	15	0	28	10	0	50	127
8	08:45-09:00	9	1	19	13	0	26	11	0	46	125
9	12:00-12:15	11	1	22	12	0	24	18	0	42	130
10	12:15-12:30	7	0	25	15	1	24	12	0	34	118
11	12:30-12:45	9	0	26	16	0	20	11	0	37	119
12	12:45-13:00	6	0	27	17	0	20	13	1	34	118
13	13:00-13:15	7	0	28	10	0	21	14	0	35	115
14	13:15-13:30	11	0	29	13	0	23	15	0	34	125
15	13:30-13:45	11	0	10	11	0	24	16	0	33	105
16	13:45-14:00	10	0	9	7	0	25	18	0	30	99
17	16:00-16:15	13	0	10	7	0	28	24	0	42	124
18	16:15-16:30	5	0	11	8	0	27	23	1	46	121
19	16:30-16:45	5	0	25	11	0	20	24	0	52	137
20	16:45-17:00	6	0	27	15	0	19	25	0	54	146
21	17:00-17:15	7	1	30	13	1	44	23	0	65	184
22	17:15-17:30	10	0	37	21	0	53	29	0	72	222
23	17:30-17:45	13	0	38	22	0	63	31	0	84	251
24	17:45-18:00	16	1	48	23	0	74	33	0	94	289
	TOTAL	195	5	521	307	3	731	436	3	1185	3386

Tabel L3 : *Lanjutan*

Hari/Tanggal : Rabu/31 maret 2021

Pendekat Utara

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	17	0	46	19	0	35	23	0	55	195
2	07:15-07:30	15	0	41	18	1	33	19	0	27	154
3	07:30-07:45	16	0	39	21	0	31	17	0	38	162
4	07:45-08:00	18	0	37	27	0	27	30	1	48	188
5	08:00-08:15	21	0	38	19	0	30	31	0	36	175
6	08:15-08:30	20	0	45	27	0	32	31	0	39	194
7	08:30-08:45	22	1	47	26	0	34	29	0	40	199
8	08:45-09:00	13	1	39	25	0	37	31	0	44	190
9	12:00-12:15	13	1	17	27	0	37	36	0	50	181
10	12:15-12:30	12	0	26	28	1	40	20	0	23	150
11	12:30-12:45	11	0	23	30	0	41	18	0	39	162
12	12:45-13:00	13	0	27	32	0	34	27	1	47	181
13	13:00-13:15	10	0	29	35	0	33	30	0	34	171
14	13:15-13:30	9	0	34	30	0	35	33	0	36	177
15	13:30-13:45	13	0	35	36	0	37	25	0	39	185
16	13:45-14:00	15	0	36	18	0	30	29	0	43	171
17	16:00-16:15	16	0	37	27	0	16	39	0	52	187
18	16:15-16:30	23	0	42	21	0	44	20	1	29	180
19	16:30-16:45	21	0	47	25	0	47	18	0	40	198
20	16:45-17:00	33	0	48	32	0	62	30	0	49	254
21	17:00-17:15	34	1	64	44	1	83	38	0	77	342
22	17:15-17:30	41	0	85	48	0	91	49	0	85	399
23	17:30-17:45	52	0	96	56	0	105	60	0	117	486
24	17:45-18:00	59	1	137	73	0	115	73	0	123	581
	TOTAL	517	5	1115	744	3	1109	756	3	1210	5462

Tabel L3 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Rabu/31 maret 2021

Pendekat Selatan

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	8	0	38	87	0	125	36	0	71	365
2	07:15-07:30	27	0	39	88	1	138	27	0	81	401
3	07:30-07:45	40	0	131	127	0	170	18	0	94	580
4	07:45-08:00	42	0	276	112	0	157	45	1	113	746
5	08:00-08:15	50	0	339	117	0	141	49	0	91	787
6	08:15-08:30	41	0	239	128	0	174	46	0	69	697
7	08:30-08:45	22	1	285	90	0	125	39	0	71	633
8	08:45-09:00	40	1	276	77	0	120	33	0	73	620
9	12:00-12:15	18	1	39	86	0	126	27	0	80	377
10	12:15-12:30	9	0	38	88	1	141	26	0	79	382
11	12:30-12:45	19	0	37	126	0	163	34	0	94	473
12	12:45-13:00	11	0	49	110	0	150	40	1	110	471
13	13:00-13:15	13	0	29	118	0	139	50	0	91	440
14	13:15-13:30	15	0	49	121	0	172	46	0	62	465
15	13:30-13:45	13	0	37	89	0	125	34	0	81	379
16	13:45-14:00	21	0	32	87	0	115	33	0	67	355
17	16:00-16:15	16	0	52	87	0	135	32	0	80	402
18	16:15-16:30	20	0	50	97	0	155	34	1	67	424
19	16:30-16:45	68	0	128	142	0	183	44	0	93	658
20	16:45-17:00	98	0	295	132	0	205	49	0	95	874
21	17:00-17:15	118	1	376	112	1	223	65	0	101	997
22	17:15-17:30	124	0	388	119	0	263	96	0	127	1117
23	17:30-17:45	133	0	408	120	0	230	111	0	131	1133
24	17:45-18:00	140	1	413	173	0	239	122	0	132	1220
	TOTAL	1106	5	4043	2633	3	3914	1136	3	2153	14996

Tabel L4 : Volume lalu lintas per 15 menit

Hari/Tanggal : Kamis/01 April 2021

Pendekat Barat

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	4	0	27	6	0	35	12	0	32	116
2	07:15-07:30	6	0	28	7	1	34	15	0	52	143
3	07:30-07:45	7	0	30	9	0	21	16	0	55	138
4	07:45-08:00	9	2	28	10	0	28	15	1	57	150
5	08:00-08:15	11	0	20	8	0	25	19	0	59	142
6	08:15-08:30	10	1	27	13	0	19	18	0	61	149
7	08:30-08:45	11	1	30	14	0	24	19	0	57	156
8	08:45-09:00	7	1	33	4	0	39	16	0	64	164
9	12:00-12:15	6	0	13	11	0	34	23	0	47	134
10	12:15-12:30	8	0	20	17	1	33	26	0	35	140
11	12:30-12:45	8	1	19	14	0	29	24	0	67	162
12	12:45-13:00	10	0	18	18	0	42	25	1	28	142
13	13:00-13:15	11	0	25	20	0	40	10	0	33	139
14	13:15-13:30	9	0	17	24	0	39	12	0	25	126
15	13:30-13:45	16	0	23	23	0	35	15	0	35	147
16	13:45-14:00	17	0	21	28	0	36	22	0	36	160
17	16:00-16:15	17	0	26	46	0	47	34	0	39	209
18	16:15-16:30	9	0	32	49	0	45	39	1	41	216
19	16:30-16:45	10	0	40	39	0	49	40	0	43	221
20	16:45-17:00	8	0	67	65	0	53	35	0	49	277
21	17:00-17:15	17	0	79	30	1	80	33	0	87	327
22	17:15-17:30	38	3	93	45	0	104	51	0	113	447
23	17:30-17:45	46	0	107	49	0	118	53	0	122	495
24	17:45-18:00	61	0	127	61	0	144	62	0	152	607
	TOTAL	356	9	950	610	3	1153	634	3	1389	5107

Tabel L4 : *Lanjutan*

Hari/Tanggal : Kamis/01 April 2021

Pendekat Timur

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	6	0	15	8	0	21	7	0	38	95
2	07:15-07:30	8	0	15	6	1	30	8	0	39	107
3	07:30-07:45	10	0	17	7	0	32	9	0	34	109
4	07:45-08:00	9	0	12	10	0	33	10	1	40	115
5	08:00-08:15	8	0	15	13	0	34	20	0	39	129
6	08:15-08:30	5	0	14	14	0	30	20	0	39	122
7	08:30-08:45	7	1	19	15	0	30	8	0	38	118
8	08:45-09:00	11	1	20	13	0	28	9	0	34	116
9	12:00-12:15	13	1	23	12	0	26	16	0	30	121
10	12:15-12:30	9	0	26	15	1	26	10	0	22	109
11	12:30-12:45	10	0	27	16	0	22	9	0	26	110
12	12:45-13:00	8	0	28	17	0	22	11	1	22	109
13	13:00-13:15	9	0	29	10	0	23	12	0	23	106
14	13:15-13:30	13	0	30	13	0	25	13	0	22	116
15	13:30-13:45	13	0	11	11	0	26	14	0	21	96
16	13:45-14:00	12	0	10	7	0	27	16	0	18	90
17	16:00-16:15	15	0	11	7	0	30	22	0	30	115
18	16:15-16:30	7	0	12	8	0	29	21	1	34	112
19	16:30-16:45	7	0	26	11	0	22	22	0	40	128
20	16:45-17:00	8	0	28	15	0	21	23	0	42	137
21	17:00-17:15	9	1	31	13	1	46	21	0	53	175
22	17:15-17:30	12	0	38	21	0	55	27	0	60	213
23	17:30-17:45	15	0	39	22	0	65	29	0	72	242
24	17:45-18:00	18	1	49	23	0	76	31	0	82	280
	TOTAL	242	5	545	307	3	779	388	3	898	3170

Tabel L4 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Kamis/01 April 2021

Pendekat Utara

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	20	0	39	17	0	32	26	0	50	184
2	07:15-07:30	18	0	34	16	1	30	22	0	26	147
3	07:30-07:45	19	0	32	19	0	28	20	0	37	155
4	07:45-08:00	21	0	30	25	0	24	33	1	47	181
5	08:00-08:15	24	0	31	17	0	27	34	0	35	168
6	08:15-08:30	23	0	38	25	0	29	34	0	38	187
7	08:30-08:45	25	1	40	24	0	31	32	0	39	192
8	08:45-09:00	16	1	32	23	0	34	34	0	43	183
9	12:00-12:15	16	1	10	25	0	34	39	0	49	174
10	12:15-12:30	15	0	19	26	1	37	23	0	22	143
11	12:30-12:45	14	0	16	28	0	38	21	0	38	155
12	12:45-13:00	16	0	20	30	0	31	30	1	46	174
13	13:00-13:15	13	0	22	33	0	30	33	0	33	164
14	13:15-13:30	12	0	27	28	0	32	36	0	35	170
15	13:30-13:45	16	0	28	34	0	34	28	0	38	178
16	13:45-14:00	18	0	29	16	0	27	32	0	42	164
17	16:00-16:15	19	0	30	25	0	13	42	0	51	180
18	16:15-16:30	26	0	35	19	0	41	23	1	28	173
19	16:30-16:45	24	0	40	23	0	44	21	0	39	191
20	16:45-17:00	36	0	41	30	0	59	33	0	48	247
21	17:00-17:15	37	1	57	42	1	80	41	0	76	335
22	17:15-17:30	44	0	78	46	0	88	52	0	84	392
23	17:30-17:45	55	0	89	54	0	102	63	0	116	479
24	17:45-18:00	62	1	130	71	0	112	76	0	122	574
	TOTAL	589	5	947	696	3	1037	828	3	1182	5290

Tabel L4 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Kamis/01 April 2021

Pendekat Selatan

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	6	0	41	94	0	127	37	0	89	394
2	07:15-07:30	26	0	43	96	1	141	34	0	97	438
3	07:30-07:45	46	0	130	131	0	176	43	0	104	630
4	07:45-08:00	42	0	292	118	0	159	47	1	120	779
5	08:00-08:15	51	0	380	124	0	150	57	0	100	862
6	08:15-08:30	45	0	257	134	0	182	51	0	78	747
7	08:30-08:45	24	1	293	96	0	129	41	0	88	672
8	08:45-09:00	39	1	292	88	0	119	35	0	78	652
9	12:00-12:15	16	1	53	89	0	125	36	0	88	408
10	12:15-12:30	8	0	39	94	1	140	26	0	96	404
11	12:30-12:45	17	0	40	129	0	165	41	0	103	495
12	12:45-13:00	16	0	52	116	0	158	46	1	118	507
13	13:00-13:15	13	0	37	123	0	147	56	0	98	474
14	13:15-13:30	13	0	52	133	0	181	48	0	68	495
15	13:30-13:45	11	0	38	97	0	125	36	0	87	394
16	13:45-14:00	17	0	35	89	0	115	35	0	73	364
17	16:00-16:15	18	0	55	89	0	135	37	0	90	424
18	16:15-16:30	19	0	56	99	0	155	35	1	78	443
19	16:30-16:45	66	0	130	144	0	185	45	0	105	675
20	16:45-17:00	96	0	299	134	0	205	50	0	118	902
21	17:00-17:15	116	1	397	114	1	225	66	0	127	1047
22	17:15-17:30	122	0	399	122	0	235	101	0	133	1112
23	17:30-17:45	131	0	418	138	0	238	113	0	138	1176
24	17:45-18:00	143	1	428	186	0	252	125	0	139	1274
	TOTAL	1101	5	4256	2777	3	3969	1241	3	2413	15768

Tabel L5 : Volume lalu lintas per 15 menit

Hari/Tanggal : Jumat/02 April 2021

Pendekat Barat

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	5	0	28	11	0	41	18	0	30	133
2	07:15-07:30	7	0	29	12	1	40	21	0	50	160
3	07:30-07:45	8	0	31	14	0	27	22	0	53	155
4	07:45-08:00	10	2	29	15	0	34	21	1	55	167
5	08:00-08:15	12	0	21	13	0	31	25	0	57	159
6	08:15-08:30	11	1	28	18	0	25	24	0	59	166
7	08:30-08:45	12	1	31	19	0	38	25	0	55	181
8	08:45-09:00	8	1	34	9	0	34	22	0	62	170
9	12:00-12:15	7	0	14	16	0	40	29	0	45	151
10	12:15-12:30	9	0	21	22	1	39	32	0	33	157
11	12:30-12:45	9	1	20	19	0	35	30	0	65	179
12	12:45-13:00	11	0	19	23	0	48	31	1	26	159
13	13:00-13:15	12	0	26	25	0	46	16	0	31	156
14	13:15-13:30	10	0	18	29	0	45	18	0	23	143
15	13:30-13:45	17	0	24	28	0	41	21	0	33	164
16	13:45-14:00	18	0	22	33	0	42	28	0	34	177
17	16:00-16:15	18	0	27	51	0	53	40	0	37	226
18	16:15-16:30	10	0	33	54	0	51	45	1	39	233
19	16:30-16:45	11	0	41	44	0	55	46	0	41	238
20	16:45-17:00	9	0	68	70	0	59	41	0	47	294
21	17:00-17:15	18	0	80	35	1	86	39	0	85	344
22	17:15-17:30	39	3	94	50	0	110	57	0	111	464
23	17:30-17:45	47	0	108	54	0	124	59	0	120	512
24	17:45-18:00	62	0	128	66	0	150	68	0	150	624
	TOTAL	380	9	974	730	3	1294	778	3	1341	5512



Tabel L5 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Jumat/02 April 2021

Pendekat Timur

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	9	0	12	8	0	22	7	0	36	94
2	07:15-07:30	8	0	12	6	1	31	8	0	37	103
3	07:30-07:45	10	0	14	7	0	33	9	0	32	105
4	07:45-08:00	9	0	9	10	0	34	10	1	38	111
5	08:00-08:15	8	0	12	13	0	35	20	0	37	125
6	08:15-08:30	5	0	11	14	0	31	20	0	37	118
7	08:30-08:45	7	1	16	15	0	31	8	0	36	114
8	08:45-09:00	11	1	17	13	0	29	9	0	32	112
9	12:00-12:15	13	1	20	12	0	27	16	0	28	117
10	12:15-12:30	9	0	23	15	1	27	10	0	20	105
11	12:30-12:45	10	0	24	16	0	23	9	0	23	105
12	12:45-13:00	8	0	25	17	0	23	11	1	20	105
13	13:00-13:15	9	0	26	10	0	24	12	0	21	102
14	13:15-13:30	13	0	27	13	0	26	13	0	20	112
15	13:30-13:45	13	0	8	11	0	27	14	0	19	92
16	13:45-14:00	12	0	7	7	0	28	16	0	16	86
17	16:00-16:15	15	0	8	7	0	31	22	0	28	111
18	16:15-16:30	7	0	9	8	0	30	21	1	32	108
19	16:30-16:45	7	0	23	11	0	23	22	0	38	124
20	16:45-17:00	8	0	25	15	0	22	23	0	40	133
21	17:00-17:15	9	1	28	13	1	47	21	0	51	171
22	17:15-17:30	12	0	35	21	0	56	27	0	58	209
23	17:30-17:45	15	0	36	22	0	66	29	0	70	238
24	17:45-18:00	18	1	46	23	0	77	31	0	80	276
	TOTAL	245	5	473	307	3	803	388	3	849	3076

Tabel L5 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Jumat/02 April 2021

Pendekat Utara

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	20	0	36	13	0	30	20	0	45	164
2	07:15-07:30	18	0	31	12	1	28	16	0	21	127
3	07:30-07:45	19	0	29	15	0	26	14	0	32	135
4	07:45-08:00	21	0	27	21	0	22	27	1	42	161
5	08:00-08:15	24	0	28	13	0	25	28	0	30	148
6	08:15-08:30	23	0	35	21	0	27	28	0	33	167
7	08:30-08:45	25	1	37	20	0	29	26	0	34	172
8	08:45-09:00	16	1	29	19	0	32	28	0	38	163
9	12:00-12:15	16	1	7	21	0	32	33	0	44	154
10	12:15-12:30	15	0	16	22	1	35	17	0	17	123
11	12:30-12:45	14	0	13	24	0	36	15	0	33	135
12	12:45-13:00	16	0	17	26	0	29	24	1	41	154
13	13:00-13:15	13	0	19	29	0	28	27	0	28	144
14	13:15-13:30	12	0	24	24	0	30	30	0	30	150
15	13:30-13:45	16	0	25	30	0	32	22	0	33	158
16	13:45-14:00	18	0	26	12	0	25	26	0	37	144
17	16:00-16:15	19	0	27	21	0	11	36	0	46	160
18	16:15-16:30	26	0	32	15	0	39	17	1	23	153
19	16:30-16:45	24	0	37	19	0	42	15	0	34	171
20	16:45-17:00	36	0	38	26	0	57	27	0	43	227
21	17:00-17:15	37	1	54	38	1	78	35	0	71	315
22	17:15-17:30	44	0	75	42	0	86	46	0	79	372
23	17:30-17:45	55	0	86	50	0	100	57	0	111	459
24	17:45-18:00	62	1	127	67	0	110	70	0	117	554
	TOTAL	589	5	875	600	3	989	684	3	1062	4810

Tabel L5 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Jumat/02 April 2021

Pendekat selatan

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	8	0	35	85	0	120	31	0	70	349
2	07:15-07:30	21	0	37	87	1	134	28	0	78	386
3	07:30-07:45	41	0	124	122	0	169	37	0	85	578
4	07:45-08:00	37	0	286	109	0	152	41	1	101	727
5	08:00-08:15	46	0	374	115	0	143	51	0	81	810
6	08:15-08:30	40	0	251	125	0	175	45	0	59	695
7	08:30-08:45	19	1	287	87	0	122	35	0	69	620
8	08:45-09:00	34	1	286	79	0	112	29	0	59	600
9	12:00-12:15	11	1	47	80	0	118	30	0	69	356
10	12:15-12:30	3	0	33	85	1	133	20	0	77	352
11	12:30-12:45	12	0	34	120	0	158	35	0	84	443
12	12:45-13:00	11	0	46	107	0	151	40	1	99	455
13	13:00-13:15	8	0	31	114	0	140	50	0	79	422
14	13:15-13:30	8	0	46	124	0	174	42	0	49	443
15	13:30-13:45	6	0	32	88	0	118	30	0	68	342
16	13:45-14:00	12	0	29	80	0	108	29	0	54	312
17	16:00-16:15	13	0	49	80	0	128	31	0	71	372
18	16:15-16:30	14	0	50	90	0	148	29	1	59	391
19	16:30-16:45	61	0	124	135	0	178	39	0	86	623
20	16:45-17:00	91	0	293	125	0	198	44	0	99	850
21	17:00-17:15	111	1	391	105	1	218	60	0	108	995
22	17:15-17:30	117	0	393	113	0	228	95	0	114	1060
23	17:30-17:45	126	0	412	129	0	231	107	0	119	1124
24	17:45-18:00	138	1	422	177	0	245	119	0	120	1222
	TOTAL	988	5	4112	2561	3	3801	1097	3	1957	14527

Tabel L6 : Volume lalu lintas per 15 menit

Hari/Tanggal : Sabtu/03 April 2021

Pendekat Barat

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	15	0	31	9	0	33	17	0	36	141
2	07:15-07:30	17	0	32	10	1	32	20	0	56	168
3	07:30-07:45	18	0	34	12	0	19	21	0	59	163
4	07:45-08:00	20	2	32	13	0	26	20	1	61	175
5	08:00-08:15	22	0	24	11	0	23	24	0	63	167
6	08:15-08:30	21	1	31	16	0	17	23	0	65	174
7	08:30-08:45	22	1	34	17	0	30	24	0	61	189
8	08:45-09:00	18	1	37	7	0	37	21	0	65	186
9	12:00-12:15	17	0	17	14	0	32	28	0	51	159
10	12:15-12:30	19	0	24	20	1	31	31	0	39	165
11	12:30-12:45	19	1	23	17	0	27	29	0	71	187
12	12:45-13:00	21	0	22	21	0	40	30	1	32	167
13	13:00-13:15	22	0	29	23	0	38	15	0	37	164
14	13:15-13:30	20	0	21	27	0	37	17	0	29	151
15	13:30-13:45	27	0	27	26	0	33	20	0	39	172
16	13:45-14:00	28	0	25	31	0	34	27	0	40	185
17	16:00-16:15	28	0	30	49	0	45	39	0	43	234
18	16:15-16:30	20	0	36	52	0	43	44	1	45	241
19	16:30-16:45	21	0	44	42	0	47	45	0	47	246
20	16:45-17:00	19	0	71	68	0	51	40	0	53	302
21	17:00-17:15	28	0	83	33	1	78	38	0	91	352
22	17:15-17:30	49	3	97	48	0	102	56	0	117	472
23	17:30-17:45	57	0	111	52	0	116	58	0	126	520
24	17:45-18:00	72	0	131	64	0	142	67	0	156	632
	TOTAL	620	9	1046	682	3	1113	754	3	1482	5712

Tabel L6 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Sabtu/03 April 2021

Pendekat Timur

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	6	0	14	13	0	29	8	0	40	110
2	07:15-07:30	8	0	14	11	1	38	9	0	41	122
3	07:30-07:45	10	0	16	12	0	40	10	0	36	124
4	07:45-08:00	9	0	11	15	0	41	11	1	42	130
5	08:00-08:15	8	0	14	18	0	42	21	0	41	144
6	08:15-08:30	5	0	13	19	0	38	21	0	41	137
7	08:30-08:45	7	1	18	20	0	38	9	0	40	133
8	08:45-09:00	11	1	19	18	0	36	10	0	36	131
9	12:00-12:15	13	1	22	17	0	34	17	0	32	136
10	12:15-12:30	9	0	25	20	1	34	11	0	24	124
11	12:30-12:45	10	0	26	21	0	30	10	0	27	124
12	12:45-13:00	8	0	27	22	0	30	12	1	24	124
13	13:00-13:15	9	0	28	15	0	31	13	0	25	121
14	13:15-13:30	13	0	29	18	0	33	14	0	24	131
15	13:30-13:45	13	0	10	16	0	34	15	0	23	111
16	13:45-14:00	12	0	9	12	0	35	17	0	20	105
17	16:00-16:15	15	0	10	12	0	38	23	0	32	130
18	16:15-16:30	7	0	11	13	0	37	22	1	36	127
19	16:30-16:45	7	0	25	16	0	30	23	0	42	143
20	16:45-17:00	8	0	27	20	0	29	24	0	44	152
21	17:00-17:15	9	1	30	18	1	54	22	0	55	190
22	17:15-17:30	12	0	37	26	0	63	28	0	62	228
23	17:30-17:45	15	0	38	27	0	73	30	0	74	257
24	17:45-18:00	18	1	48	28	0	84	32	0	84	295
	TOTAL	242	5	521	427	3	971	412	3	945	3529

Tabel L6 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Sabtu/03 April 2021

Pendekat Utara

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	20	0	40	17	0	36	24	0	54	191
2	07:15-07:30	18	0	35	16	1	34	20	0	30	154
3	07:30-07:45	19	0	33	19	0	32	18	0	41	162
4	07:45-08:00	21	0	31	25	0	28	31	1	51	188
5	08:00-08:15	24	0	32	17	0	31	32	0	39	175
6	08:15-08:30	23	0	39	25	0	33	32	0	42	194
7	08:30-08:45	25	1	41	24	0	35	30	0	43	199
8	08:45-09:00	16	1	33	23	0	38	32	0	47	190
9	12:00-12:15	16	1	11	25	0	38	37	0	53	181
10	12:15-12:30	15	0	20	26	1	41	21	0	26	150
11	12:30-12:45	14	0	17	28	0	42	19	0	42	162
12	12:45-13:00	16	0	21	30	0	35	28	1	50	181
13	13:00-13:15	13	0	23	33	0	34	31	0	37	171
14	13:15-13:30	12	0	28	28	0	36	34	0	39	177
15	13:30-13:45	16	0	29	34	0	38	26	0	42	185
16	13:45-14:00	18	0	30	16	0	31	30	0	46	171
17	16:00-16:15	19	0	31	25	0	17	40	0	55	187
18	16:15-16:30	26	0	36	19	0	45	21	1	32	180
19	16:30-16:45	24	0	41	23	0	48	19	0	43	198
20	16:45-17:00	36	0	42	30	0	63	31	0	52	254
21	17:00-17:15	37	1	58	42	1	84	39	0	80	342
22	17:15-17:30	44	0	79	46	0	92	50	0	88	399
23	17:30-17:45	55	0	90	54	0	106	61	0	120	486
24	17:45-18:00	62	1	131	71	0	116	74	0	126	581
	TOTAL	589	5	971	696	3	1133	780	3	1278	5458

Tabel L6 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Sabtu/03 April 2021

Pendekat Selatan

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	14	0	42	89	0	129	39	0	92	405
2	07:15-07:30	34	0	44	91	1	143	36	0	100	449
3	07:30-07:45	54	0	131	126	0	178	45	0	107	641
4	07:45-08:00	50	0	293	113	0	161	49	1	123	790
5	08:00-08:15	59	0	381	119	0	152	59	0	103	873
6	08:15-08:30	53	0	258	129	0	184	53	0	81	758
7	08:30-08:45	32	1	294	91	0	131	43	0	91	683
8	08:45-09:00	47	1	293	83	0	121	37	0	81	663
9	12:00-12:15	24	1	54	84	0	127	38	0	91	419
10	12:15-12:30	16	0	40	89	1	142	28	0	99	415
11	12:30-12:45	25	0	41	124	0	167	43	0	106	506
12	12:45-13:00	24	0	53	111	0	160	48	1	121	518
13	13:00-13:15	21	0	38	118	0	149	58	0	101	485
14	13:15-13:30	21	0	53	128	0	183	50	0	71	506
15	13:30-13:45	19	0	39	92	0	127	38	0	90	405
16	13:45-14:00	25	0	36	84	0	117	37	0	76	375
17	16:00-16:15	26	0	56	84	0	137	39	0	93	435
18	16:15-16:30	27	0	57	94	0	157	37	1	81	454
19	16:30-16:45	74	0	131	139	0	187	47	0	108	686
20	16:45-17:00	104	0	300	129	0	207	52	0	121	913
21	17:00-17:15	124	1	398	109	1	227	68	0	130	1058
22	17:15-17:30	130	0	400	117	0	237	103	0	136	1123
23	17:30-17:45	139	0	419	133	0	240	115	0	141	1187
24	17:45-18:00	151	1	429	181	0	254	127	0	142	1285
	TOTAL	1293	5	4280	2657	3	4017	1289	3	2485	16032

Tabel L7 : Volume lalu lintas per 15 menit

Hari/Tanggal : Minggu/04 April 2021

Pendekat Barat

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	5	0	35	13	0	45	11	0	25	134
2	07:15-07:30	5	0	36	14	1	44	14	0	45	159
3	07:30-07:45	7	0	38	16	0	31	15	0	48	155
4	07:45-08:00	5	2	36	17	0	38	14	1	50	163
5	08:00-08:15	7	0	28	15	0	35	18	0	52	155
6	08:15-08:30	6	1	35	20	0	29	17	0	54	162
7	08:30-08:45	7	1	38	21	0	42	18	0	50	177
8	08:45-09:00	7	1	41	11	0	49	15	0	57	181
9	12:00-12:15	9	0	21	18	0	44	22	0	40	154
10	12:15-12:30	9	0	28	24	1	43	25	0	28	158
11	12:30-12:45	8	1	27	21	0	39	23	0	60	179
12	12:45-13:00	6	0	26	25	0	52	24	1	21	155
13	13:00-13:15	7	0	33	27	0	50	9	0	26	152
14	13:15-13:30	5	0	25	31	0	49	11	0	18	139
15	13:30-13:45	12	0	31	30	0	45	14	0	28	160
16	13:45-14:00	13	0	29	35	0	46	21	0	29	173
17	16:00-16:15	13	0	34	53	0	57	33	0	32	222
18	16:15-16:30	5	0	40	56	0	55	38	1	34	229
19	16:30-16:45	6	0	48	46	0	59	39	0	36	234
20	16:45-17:00	4	0	75	72	0	63	34	0	42	290
21	17:00-17:15	13	0	87	37	1	90	32	0	80	340
22	17:15-17:30	34	3	101	52	0	114	50	0	106	460
23	17:30-17:45	42	0	115	56	0	128	52	0	115	508
24	17:45-18:00	57	0	135	68	0	154	61	0	145	620
	TOTAL	292	9	1142	778	3	1401	610	3	1221	5459



Tabel L7 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Minggu/04 April 2021

Pendekat Timur

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	14	0	23	18	0	32	17	0	37	141
2	07:15-07:30	16	0	23	16	1	41	18	0	38	153
3	07:30-07:45	18	0	25	17	0	43	19	0	33	155
4	07:45-08:00	17	0	20	20	0	44	20	1	39	161
5	08:00-08:15	16	0	23	23	0	45	30	0	38	175
6	08:15-08:30	13	0	22	24	0	41	30	0	38	168
7	08:30-08:45	15	1	27	25	0	41	18	0	37	164
8	08:45-09:00	19	1	28	23	0	39	19	0	33	162
9	12:00-12:15	21	1	31	22	0	37	26	0	29	167
10	12:15-12:30	17	0	34	25	1	37	20	0	21	155
11	12:30-12:45	18	0	35	26	0	33	19	0	24	155
12	12:45-13:00	16	0	36	27	0	33	21	1	21	155
13	13:00-13:15	17	0	37	20	0	34	22	0	22	152
14	13:15-13:30	21	0	38	23	0	36	23	0	21	162
15	13:30-13:45	21	0	19	21	0	37	24	0	20	142
16	13:45-14:00	20	0	18	17	0	38	26	0	17	136
17	16:00-16:15	23	0	19	17	0	41	32	0	29	161
18	16:15-16:30	15	0	20	18	0	40	31	1	33	158
19	16:30-16:45	15	0	34	21	0	33	32	0	39	174
20	16:45-17:00	16	0	36	25	0	32	33	0	41	183
21	17:00-17:15	17	1	39	23	1	57	31	0	52	221
22	17:15-17:30	20	0	46	31	0	66	37	0	59	259
23	17:30-17:45	23	0	47	32	0	76	39	0	71	288
24	17:45-18:00	26	1	57	33	0	87	41	0	81	326
	TOTAL	434	5	737	547	3	1043	628	3	873	4273

Tabel L7 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Minggu/04 April 2021

Pendekat Utara

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	15	0	41	6	0	27	29	0	44	162
2	07:15-07:30	13	0	36	5	1	25	25	0	20	125
3	07:30-07:45	14	0	34	8	0	23	23	0	31	133
4	07:45-08:00	16	0	32	14	0	19	36	1	41	159
5	08:00-08:15	19	0	33	6	0	22	37	0	29	146
6	08:15-08:30	18	0	40	14	0	24	37	0	32	165
7	08:30-08:45	20	1	42	13	0	26	35	0	33	170
8	08:45-09:00	11	1	34	12	0	29	37	0	37	161
9	12:00-12:15	11	1	12	14	0	29	42	0	43	152
10	12:15-12:30	10	0	21	15	1	32	26	0	16	121
11	12:30-12:45	9	0	18	17	0	33	24	0	32	133
12	12:45-13:00	11	0	22	19	0	26	33	1	40	152
13	13:00-13:15	8	0	24	22	0	25	36	0	27	142
14	13:15-13:30	7	0	29	17	0	27	39	0	29	148
15	13:30-13:45	11	0	30	23	0	29	31	0	32	156
16	13:45-14:00	13	0	31	5	0	22	35	0	36	142
17	16:00-16:15	14	0	32	14	0	25	45	0	45	175
18	16:15-16:30	21	0	37	8	0	36	26	1	22	151
19	16:30-16:45	19	0	42	12	0	39	24	0	33	169
20	16:45-17:00	31	0	43	19	0	54	36	0	42	225
21	17:00-17:15	32	1	59	31	1	75	44	0	70	313
22	17:15-17:30	39	0	80	35	0	83	55	0	78	370
23	17:30-17:45	50	0	91	43	0	97	66	0	110	457
24	17:45-18:00	57	1	132	60	0	107	79	0	116	552
	TOTAL	469	5	995	432	3	934	900	3	1038	4779

Tabel L7 : Lanjutan

Hari/Tanggal : Minggu/04 April 2021

Pendekat Selatan

NO	Pukul	Jenis kendaraan									Jumlah
		LT			ST			RT			
		LC	HV	MC	LC	HV	MC	LC	HV	MC	
1	07:00-07:15	5	0	33	85	0	122	30	0	80	355
2	07:15-07:30	18	0	35	87	1	136	27	0	88	392
3	07:30-07:45	38	0	122	122	0	171	36	0	95	584
4	07:45-08:00	34	0	284	109	0	154	40	1	111	733
5	08:00-08:15	43	0	372	115	0	145	50	0	91	816
6	08:15-08:30	37	0	249	125	0	177	44	0	69	701
7	08:30-08:45	16	1	285	87	0	124	34	0	79	626
8	08:45-09:00	31	1	284	79	0	114	28	0	69	606
9	12:00-12:15	8	1	45	80	0	120	29	0	79	362
10	12:15-12:30	0	0	31	85	1	135	19	0	87	358
11	12:30-12:45	9	0	32	120	0	160	34	0	94	449
12	12:45-13:00	8	0	44	107	0	153	39	1	109	461
13	13:00-13:15	5	0	29	114	0	142	49	0	89	428
14	13:15-13:30	5	0	44	124	0	176	41	0	59	449
15	13:30-13:45	3	0	30	88	0	120	29	0	78	348
16	13:45-14:00	9	0	27	80	0	110	28	0	64	318
17	16:00-16:15	10	0	47	80	0	130	30	0	81	378
18	16:15-16:30	11	0	48	90	0	150	28	1	69	397
19	16:30-16:45	58	0	122	135	0	180	38	0	96	629
20	16:45-17:00	88	0	291	125	0	200	43	0	109	856
21	17:00-17:15	108	1	389	105	1	220	59	0	118	1001
22	17:15-17:30	114	0	391	113	0	230	94	0	124	1066
23	17:30-17:45	123	0	410	129	0	233	106	0	129	1130
24	17:45-18:00	135	1	420	177	0	247	118	0	130	1228
	TOTAL	916	5	4064	2561	3	3849	1073	3	2197	14671

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Malik Vanidi  
Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 10 Nopember 1997  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam

### IDENTITAS PRIBADI

Alamat : Arul Kumer Barat, Aceh Tengah  
No. Tlp/Hp : 0823 1954 4743  
Nama Orang Tua  
Ayah : Baidi S.E  
Ibu : Mariani  
E-mail : [Malik.vanedi@gmail.com](mailto:Malik.vanedi@gmail.com)

### PENDIDIKAN FORMAL

No. Induk Mahasiswa : 1607210108  
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	SDN 15 Silih Nara	2009
2	SMP	MTsS Arul Kumer	2012
3	SMA	MAS Silih Nara	2015
4	Perguruan Tinggi	UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	2021