

TUGAS AKHIR

**ANALISA PANJANG ANTRIAN DENGAN TUNDAAN
PADA PERSIMPANGAN BERSIGNAL DI JL. PROF. HM.
YAMIN SH – JL. GAHARU – JL. JAWA MEDAN
(Studi Kasus)**

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

Disusun Oleh:

**ANGGI PUTRA ARYANDY
1307210064**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Anggi Putra Aryandy

NPM : 1307210064

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisa Panjang Antrian Dengan Tundaan Pada
Persimpangan Bersignal Di Jl. Prof. HM. Yamin SH – Jl.
Gaharu – Jl. Jawa Medan.

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, Oktober 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II / Peguji

Ir. Sri Asfiati, M.T

Hj. Irma Dewi, S.T, Msi

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II / Peguji

Andri S.T, M.T

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Anggi Putra Aryandy

Tempat /Tanggal Lahir : Suaq Bakung, 26 Desember 1994

NPM : 1307210064

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

“Analisa Panjang Antrian Dengan Tundaan Pada Persimpangan Bersignal Di Jl. Prof. HM. Yamin SH – Jl. Gaharu – Jl. Jawa Medan.”,

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada 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 kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2017

Saya yang menyatakan,

Materai
Rp.6.000,-

Anggi Putra Aryandy

ABSTRAK

ANALISA PANJANG ANTRIAN DENGAN TUNDAAN PADA PERSIMPANGAN BERSIGNAL DI JL. Prof. HM. YAMIN SH – JL. GAHARU- JL. JAWA MEDAN (STUDI KASUS)

Anggi Putra Aryandy HSB
1307210064

Ir. Sri Asfiati, M.T
Hj. Irma Dewi, S.T. Msi

Pesatnya perkembangan kota, memerlukan perhatian maupun penilaian kerja untuk kondisi persimpangan, terutama pada perkotaan yang ketersediaan ruang yang sangat terbatas. Oleh karena itu pengolahan lalu lintas sangatlah penting, sehingga perlu diketahui karakteristik volume dan kapasitas pada ruas jalan, hubungan antara panjang antrian dengan tundaan pada persimpangan, serta melihat kinerja operasional persimpangan yang diteliti. Pengambilan data berupa data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil survei lapangan yang berlokasi dipersimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH- Jl. Gaharu- Jl. Jawa. Dan data sekunder yaitu berupa teori dan perhitungan dari buku-buku literatur yang berkaitan dengan studi ini. Analisa data berupa perhitungan nilai antrian, tundaan, serta panjang antrian, nilai derajat kejenuhan pada pendekat-pendekat persimpangan yang mana data diperoleh dari hasil survei yang dilakukan selama satu minggu terhadap volume lalu lintas dengan menggunakan konsep yang dikembangkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan Highway Capacity Manual (HCM) 1985. Hasil di lapangan menunjukkan nilai derajat kejenuhan pada Jl. Prof HM Yamin SH, Jl. Gaharu, dan Jl. Jawa adalah 1,144, 0,68 dan 0,288. Hal ini menunjukkan tingkat pelayanan jalan sangat tidak baik, karena derajat kejenuhan akan berdampak pada waktu tundaan dan panjang antrian. Maka dari itu perlu adanya evaluasi waktu hijau atau sebagian pengalihan lalu lintas kendaraan umum kejalan alternatif.

Kata kunci: Persimpangan bersignal, tundaan, MKJI 1997

ABSTRACT

ANALYSIS OF QUEUE LONG WITH MAJOR ON THE SIGNALIZED ADJUSTMENT AT JL. Prof. HM. YAMIN SH - JL. GAHARU- JL. JAWA MEDAN (CASE STUDY)

Anggi Putra Aryandy HSB
1307210064
Ir. Sri Asfiati, M.T
Hj. Irma Dewi, S.T. Msi

The rapid development of the city, requiring attention and assessment of work for the condition of intersections, especially in urban areas with very limited space availability. Therefore, traffic processing is very important, so we need to know the characteristics of volume and capacity on the road, the relationship between the length of the queue with the delay at the intersection, and see the operational performance of the intersection studied. Data retrieval is primary data that is data obtained from field survey results located at Jl. Prof. HM Yamin SH- Jl. Gaharu - Jl. Java. And secondary data is in the form of theory and calculation of literature books related to this study. Data analysis is calculation of queue value, delay, and length of queue, value of degree of saturation at intersection approaches where data obtained from survey results conducted during one week to traffic volume using concept developed by Manual of Capacity of Road Indonesia (MKJI) 1997 and Highway Capacity Manual (HCM) 1985. Results in the field shows the value of degree of saturation on Jl. Prof. HM Yamin SH, Jl. Gaharu, and Jl. Java is 1.144, 0.68 and 0.288. This indicates that the level of road service is not very good, because the degree of saturation will affect the time delay and the length of the queue. Therefore, it is necessary to evaluate the green time of part of the diversion of public vehicle traffic for alternative road.

Keywords: Intersection of berignal, delay, MKJI 1997

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Panjang Antrian Dengan Tundaan Pada Persimpangan Bersignal Di Jl. Prof. HM. Yamin SH – Jl. Gaharu – Jl. Jawa Medan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Ir. Sri Asfiati, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T, Msi selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Andri S.T, M.T, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah ST, MSc 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 ketekniksipilan kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Herman HSB, dan Suryanami MTD, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Abang saya Heryandy HSB dan Dany Armandy HSB yang telah membantu mengerjakan skripsi saya.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Sulaiman, Bang Ade, Sarman, Fattah, Agung, Suryadi, Sari dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, Oktober 2017

Anggi Putra Aryandy

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup penelitian	2
1.4. Tujuan penelitian	2
1.5. Manfaat penelitian	3
1.6. Sistematika penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian transportasi	4
2.2. Persimpangan	4
2.3. Karakteristik lalu lintas	7
2.3.1. Arus dan volume lalu lintas	8
2.3.2. Kecepatan	11
2.3.3. Kerapatan	14
2.4. Ekuivalensi mobil penumpang	14
2.5. Tundaan	15
2.6. Panjang antrian	18
2.7. Metode Perhitungan dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1. Rencana kegiatan penelitian	30

3.2. Pengumpulan data	31
3.3. Pemilihan lokasi penelitian	31
3.3. Pengambilan data	32
3.4.1. Alat yang digunakan	32
3.4.2. Data arus lalu lintas	32
3.4.3. Data geometrik persimpangan	32
3.4.4. Data sinyal lalu lintas	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. umum	34
4.2. Kondisi lalu lintas	34
4.3. Parameter-parameter persimpangan	30
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kerangka dasar karakteristik lalu lintas (Soedirdjo,2002)	8
Tabel 2.2	Nilai emp pendekat terlindung dan terlawan (MKJI,1997)	9
Tabel 2.3	Rekomendasi panjang jalan untuk studi kecepatan	13
Tabel 2.4	Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu arah	15
Tabel 2.5	Tipe kendaraan	19
Tabel 2.6	Nilai konversi satuan mobil penumpang pada simpang	20
Tabel 2.7	Faktor penyesuaian ukuran kota Fcs	21
Tabel 2.8	Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (Fsf)	21
Tabel 2.9	Waktu siklus yang layak untuk simpang	26
Tabel 3.1	Data geometrik persimpangan	33
Tabel 3.2	Data sinyal lalu lintas	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis persimpangan sebidang	6
Gambar 2.2	Jenis persimpangan tak sebidang	7
Gambar 2.3	Lebar efektif ruas jalan (W_e)	22
Gambar 2.4	Faktor koreksi untuk kemiringan jalan (F_g)	23
Gambar 2.5	Faktor penyesuaian untuk pengaruh parker (F_p)	23
Gambar 2.6	Faktor penyesuaian untuk kendaraan belok kanan (F_{rt})	24
Gambar 2.7	Faktor penyesuaian untuk kendaraan belok kiri (F_{lt})	24
Gambar 2.8	Peluang untuk pembebanan lebih (POL)	28
Gambar 3.1	Skema penelitian	30
Gambar 3.2	Denah lokasi studi	31

DAFTAR NOTASI

μ	= Kecepatan
d	= Jarak tempuh
t	= waktu tempuh
$\bar{\mu}t$	= Kecepatan rata-rata waktu
X	= Jarak tempuh
t_i	= Waktu tempuh kendaraan
n	= Jumlah kendaraan yang diamati
$\overline{\mu sr}$	= Kecepatan rata-rata ruang
D	= Kerapatan
HV	= Heavy vehicle (kendaraan berat)
MC	= Motorcycle (sepeda motor)
LV	= Light vehicle (Kendaraan ringan)
MKJI	= Manual kapasitas jalan Indonesia
PHF	= <i>Peak hour factor</i>
Q	= Volume lalu lintas
LHKRT	= Lalu lintas hari kerja rata-rata tahunan
LHR	= Lalu lintas harian rata-rata
LHKR	= Lalu lintas hari kerja rata-rata
LHRT	= Lalu lintas harian rata-rata tahunan
SMP	= Satuan mobil penumpang
EMP	= Ekuivalensi mobil penumpang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kemajuan dan perkembangan teknologi yang terjadi terhadap kota Medan dan masyarakat kota Medan menimbulkan peningkatan dan perkembangan diberbagai sektor. Dengan meningkatnya perkembangan diberbagai sektor khususnya disektor ekonomi, tentu akan menimbulkan kenaikan taraf hidup dan pendapatan masyarakat Kota Medan tentunya. Dengan meningkatnya taraf hidup maka mobilisasi masyarakat kota Medan dari satu wilayah ke wilayah yang lainnya dengan menggunakan transportasi baik angkutan umum, sepeda motor, mobil dan yang lainnya tentu juga akan meningkat.

Dengan meningkatnya perekonomian dan taraf hidup masyarakat Kota Medan maka kebutuhan akan transportasi pun akan meningkat pula. Meningkatnya jumlah kendaraan atau transportasi di Kota Medan tentu akan menimbulkan kepadatan dan panjang antrian yang cukup panjang di persimpangan-persimpangan Kota Medan.

Salah satu masalah yang terjadi di Kota Medan adalah masalah kemacetan yang terjadi di persimpangan (Jl. Gaharu - Jl. Prof. HM. Yamin. Sh - Jl. Jawa). Hal ini ditandai dengan antrian (*delay*) yang cukup panjang yang terjadi.

Guna mengatasi masalah tersebut sebaiknya dilakukan evaluasi kembali terhadap kondisi persimpangan, kondisi geometri jalan, peninjauan kapasitas jalan, antrian dan tundaan sehingga konflik yang terjadi di Jl. Prof. HM. Yamin. Sh akibat arus kendaraan dari Jl. Jawa dan Jl. Gaharu dapat diminimalisir, sehingga kemacetan dapat dihindarkan. Sehingga dapat memberikan kelancaran, kenyamanan, dan keselamatan bagi pengguna jalan.

1.2. Perumusan Masalah

1. Faktor apa saja yang berpengaruh pada kapasitas di simpang Jl. Prof. HM Yamin SH- Jl. Jawa- Jl. Gaharu?
2. Bagaimana hubungan antara panjang antrian dengan tundaan pada persimpangan di simpang Jl. Prof. HM Yamin SH- Jl. Jawa- Jl. Gaharu?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk mendapatkan suatu sistem pengaturan persimpangan jalan, banyak faktor-faktor yang harus dipertimbangkan untuk menyelesaikan masalah. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membatasi pokok permasalahan yaitu:

- Analisa panjang antrian dengan tundaan pada persimpangan bersinyal antara Jl. Prof. HM Yamin SH- Jl. Jawa- Jl. Gaharu Medan ini dibatasi hanya mengevaluasi besarnya tundaan karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada persimpangan (tundaan lalu lintas) dan karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau berhenti karena lampu merah (tundaan geometri)
- Lokasi simpang yang dipilih adalah merupakan persimpangan bersinyal (*Signalized intersection*) dengan memakai waktu pengaturan tetap (*Fixed time signal*)
- Arus lalu lintas yang dihitung pada persimpangan dengan cara manual mewakili: kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), kendaraan bermotor (MC).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas di persimpangan bersinyal pada Jl. Prof. HM Yamin SH- Jl. Jawa- Jl. Gaharu Medan
2. Untuk mendapatkan nilai panjang antrian dan mengetahui hubungan antara panjang antrian dengan tundaan yang diperoleh di persimpangan pada Jl. Prof. HM. Yamin SH- Jl. Jawa- Jl. Gaharu Medan

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang kinerja simpang bersinyal yang terjadi di jl. Prof. HM. Yamin. Sh, Jl. Gaharu dan Jl. Jawa
2. Menambah pengalaman dan pengetahuan yang bermanfaat tentang analisis kinerja pada simpang bersinyal di simpang Jl. Prof. HM. Yamin SH- Jl. Jawa- Jl. Gaharu.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dilakukan dengan membagi tulisan menjadi beberapa bab, antara lain:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah yang dibahas, tujuan dilakukannya penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan umum mengenai teori dari beberapa sumber bacaan yang mendukung terhadap permasalahan yang berkaitan.

BAB III : METODOLOGI

Bab ini membahas tentang cara-cara yang dilakukan untuk mendapatkan data yang relevan dengan studi kasus terkait.

BAB IV : ANALISA DATA

Bab ini membahas tentang proses pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi, langkah kerja yang digunakan dalam analisa data.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang berdasarkan atas hasil pengolahan data yang dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Transportasi

Transportasi merupakan proses pergerakan atau perpindahan manusia atau barang dari suatu tempat ke tempat yang lain untuk tujuan tertentu. Manusia selalu berusaha mencapai efisiensi transportasi, yaitu berusaha mengangkut barang atau orang dengan waktu secepat mungkin dan dengan pengeluaran biaya sekecil mungkin. Terdapat tiga jenis moda yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pelayanan jasa transportasi, yaitu moda darat, laut dan udara. Dari ketiga jenis moda pelayanan transportasi, moda angkutan darat merupakan jenis moda yang paling banyak diminati masyarakat saat ini. Dengan banyaknya minat dari masyarakat untuk menggunakan jenis moda angkutan darat, permasalahan juga banyak yang timbul khususnya permasalahan lalulintas.

Sistem transportasi yang terbentuk dari komponen sarana, prasarana dan manusia adalah bagian hidup masyarakat saat ini. Permasalahan yang timbul seperti kemacetan, kecelakaan, penurunan kualitas lingkungan dan transportasi biaya tinggi menjadi pemandangan sehari-hari.

Dalam suatu sistem jaringan jalan raya, simpang merupakan titik tempat konflik terjadi antara moda transportasi. Tingkat efisiensi jaringan jalan sangat ditentukan oleh kinerja simpang. Ini disebabkan bila terjadi permasalahan pada pertemuan, sehingga dampak seperti penurunan kecepatan, tundaan, antrian kendaraan, kemacetan, kecelakaan, naiknya biaya operasi kendaraan dan penurunan kualitas lingkungan, ditambah seringnya kereta api yang melintasi persimpangan dan palang pintu lintasan kereta api ditutup akan membuat transportasi menjadi bentuk lain dari pemborosan energi dan ekonomi tinggi serta mengakibatkan waktu tempuh perjalanan semakin bertambah.

2.2. Persimpangan

Persimpangan (*Intersection*) adalah suatu daerah umum dimana dua ruas jalan atau lebih saling bergabung atau berpotongan, termasuk fasilitas-fasilitas yang

ada dipinggir jalan untuk pergerakan lalu lintas pada daerah tersebut (Morlok,1988). Persimpangan merupakan bagian terpenting dari sistem jaringan jalan yang harus dirancang dengan sebaik dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi dan kapasitas pertemuan antara dua buah ruas jalan, pertemuan antara jalan dan rel kereta api juga disebut dengan (perlintasan).

Persimpangan dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan ,yaitu persimpangan dengan lampu (*signalized intersection*) dan persimpangan tanpa lampu (*unsignalized intersection*). Pada persimpangan dengan lampu, fasilitas-fasilitas yang ada berupa sinyal lalu lintas (*traffic light*), dan bundaran (*rotary intersection*). Sedangkan pada persimpangan tanpa lampu, fasilitas-fasilitas yang ada berupa prioritas atau kanalisasi.

Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dengan alasan berikut (MKJI,1997):

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

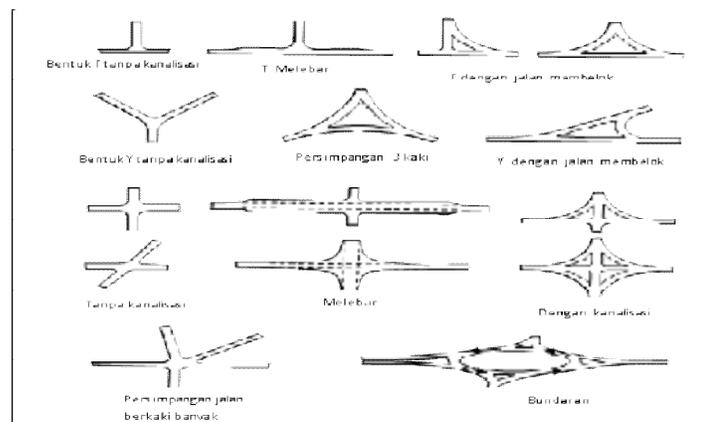
Persimpangan jalan terdiri dari dua kategori utama, yaitu persimpangan sebidang (*intersection*) dan persimpangan tak sebidang yang sering disebut dengan (*interchange*). Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk ke persimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalur yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lainnya, seperti misalnya pada persimpangan di jalan-jalan kota. Sebaliknya, persimpangan tak sebidang adalah memisah-misahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda-beda sedemikian rupa, sehingga perimpangan jalur dari kendaraan hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu pada jalur gerak yang sama.

- a. Persimpangan sebidang

Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana jalan raya bergabung atau berpotongan dengan jalan rel kereta api pada ketinggian yang sama. Menurut peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat (no. SK.770/KA.401/DRDJ/2005), maksimum gradien untuk dilewati kendaraan pada persilangan sebidang sebesar 2 % diukur dari sisi terluar permukaan datar untuk jarak 9,4 meter.

Jenis sistem pengendaliannya meliputi :

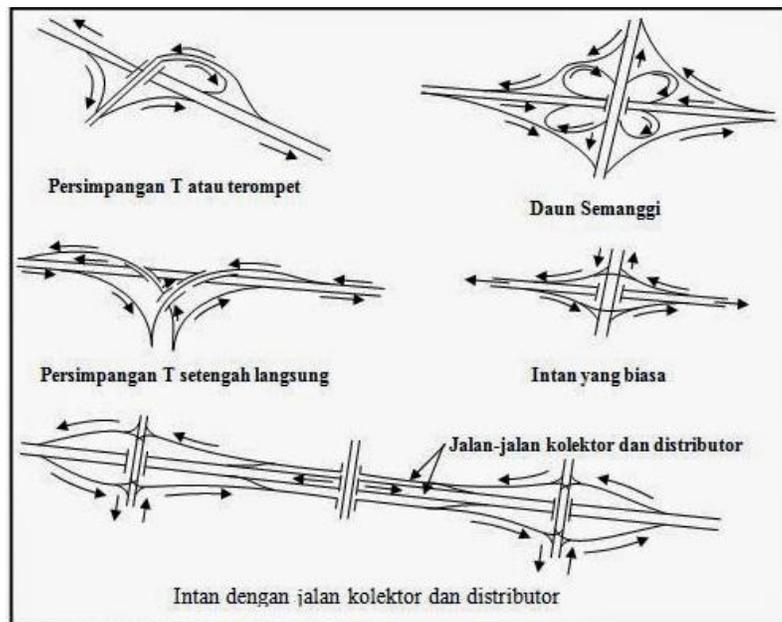
- Jenis tanpa pengaturan lalu lintas (*uncontrolled*).
- Jenis pengaturan berhenti atau prioritas (stop).
- Jenis pengaturan dengan lampu pengatur lalu lintas (*traffic light*).
- Jenis pengaturan dengan bundaran lalu lintas (*roundabout*).



Gambar 2.1: Jenis persimpangan sebidang (Morlok, 1991).

b. Persimpangan tidak sebidang

Sedangkan persimpangan tak sebidang, yaitu memisahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda sedemikian rupa sehingga persimpangan jalur dari kendaraan hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan memisah atau bergabung menjadi satu pada lajur gerak yang sama (contoh jalan layang), karena kebutuhan untuk menyediakan gerakan membelok tanpa berpotongan, maka dibutuhkan tikungan yang besar dan sulit serta biayanya yang mahal. Pertemuan jalan tak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi. Adapun contoh simpang susun secara visual pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Jenis persimpangan tak sebidang (Morlok, 1991).

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya suatu permasalahan lalu lintas yang biasa terjadi di persimpangan, antara lain :

1. Volume dan kapasitas, dimana secara langsung mempengaruhi hambatan.
2. Desain geometrik, dan kebebasan pandangan.
3. Kecelakaan dan keselamatan jalan, kecepatan, dan lampu jalan.
4. Parkir, akses dan pembangunan yang sifatnya aman.
5. Pejalan kaki.
6. Jarak antar persimpangan.

2.3. Karakteristik Lalulintas

Karakteristik dasar arus lalulintas adalah arus, kecepatan, dan kerapatan. Karakteristik ini dapat diamati dengan cara makroskopik atau mikroskopik. Pada tingkat mikroskopik analisis dilakukan secara individu sedangkan pada tingkat analisis makroskopik dilakukan secara kelompok (Soedirdjo, 2002). Tabel 2.1 menggambarkan kerangka dasar dari karakteristik lalulintas.

Tabel 2.1: Kerangka dasar karakteristik lalulintas (Soedirdjo, 2002).

Karakteristik Lalulintas	Mikroskopik	Makroskopik
Arus	Waktu antara (Time headway)	Tingkat arus
Kecepatan	Kecepatan individu	Kecepatan rata-rata
Kerapatan	Jarak antara (Distance headway)	Tingkat kerapatan

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara dan kendaraan yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Karena persepsi dan kemampuan individu pengemudi mempunyai sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan di dalam arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik lokal dan kebiasaan mengemudi. Tidak ada arus lalu lintas yang sama bahkan pada keadaan yang serupa, sehingga arus pada suatu ruas jalan tertentu selalu bervariasi.

Walaupun demikian diperlukan parameter yang dapat menunjukkan kondisi ruas jalan atau yang akan dipakai untuk desain. Parameter tersebut adalah volume, kecepatan, dan kepadatan.

2.3.1. Arus dan volume Lalulintas

Menurut manual kapasitas jalan Indonesia 1997 (MKJI), arus lalulintas (q) diartikan sebagai jumlah kendaraan bermotor yang melewati satu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan per jam. Menurut Soedirdjo (2002), arus lalulintas dibagi atas 4 variasi yaitu: variasi bulanan, variasi harian, variasi jam-an dan variasi per sub jam. Perhitungan arus lalu lintas dilakukan per satuan jam untuk satu arah atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Pada kenyataannya, arus lalu lintas tidak sama setiap saat. Variasi yang terjadi selama satu jam dinyatakan dalam faktor jam puncak (*Peak Hour Faktor/PHF*), yaitu perbandingan antara arus lalu lintas jam puncak dengan 4 kali 15 menit arus lalu lintas tertinggi pada jam yang sama.

$$PHF = \frac{V}{(4 \times V_{15})} \quad (2.1)$$

Keterangan:

PHF = Faktor jam puncak (*Peak Hour Faktor*)

V = volume selama 1 jam (kendaraan/jam)

V_{15} = volume selama 15 menit tersibuk pada jam tersebut (kendaraan/15menit)

Arus lalu lintas (Q) untuk masing-masing gerakan, baik belok kiri, lurus maupun belok kanan dikonversikan dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan nilai ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing jenis pendekatan, yaitu pendekatan terlindung (*Protected*) dan pendekatan terlawan (*Opposed*). Tipe pendekatan terlindung (P) adalah arus keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus. Sedangkan tipe pendekatan terlawan adalah arus keberangkatan dengan konflik antara gerak lalu lintas belok kanan dan gerakan lurus/belok kiri.

Tabel 2.2: Nilai emp pendekatan terlindung dan terlawan (MKJI,1997).

Jenis Kendaraan	Jalan Perkotaan	
	Pada Ruas	Pada Persimpangan
Kendaraan Ringan (LV)	1	1
Kendaraan Berat (HV)	1,2	1,3
Kendaraan Motor (MC)	0,25	0,2

Sedangkan volume adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik tiap satuan waktu (Alamsyah, 2008). Volume biasanya dihitung dalam kendaraan/hari atau kendaraan/jam. Volume dapat juga dinyatakan dalam periode waktu yang lain.

Biasanya untuk di daerah-daerah perkotaan khususnya Kota Medan, volume lalu lintas cenderung tinggi di waktu pagi hari, seperti diketahui untuk pagi hari pada jam 07.00-09.00 biasanya orang mulai pergi ke tempat kerja masing-masing. Juga pada waktu sore hari volume lalu lintas cenderung juga naik dikarenakan orang-orang juga mulai pulang dari tempat kerja masing-masing.

Dalam pembahasannya volume dibagi 3 (tiga) (Soedirdjo, 2002) yaitu:

1. Volume Harian (*Daily Volume*)

Ada empat parameter volume harian yang banyak digunakan yaitu:

a) Lalulintas harian rata-rata tahunan (LHRT) atau *average annual daily traffic (AADT)* yaitu volume lalu lintas 24 jam rata-rata disuatu lokasi tertentu selama 365 hari penuh, yaitu jumlah total kendaraan yang melintas lokasi dalam satu tahun dibagi 365.

Secara umum ada 2 (dua) tahap yang perlu dilakukan untuk menentukan (LHRT), yaitu:

- Pencacahan volume lalu lintas yang sifatnya menyeluruh selama satu tahun untuk menentukan arus lalu lintas rata-rata harian dan faktor variasi harian dan bulanan. Pencacahan volume lalu lintas harus dilakukan paling sedikit 4 (empat) kali dalam 1 (satu) tahun, dan lebih baik jika dilakukan setiap 1 (satu) bulan sekali. Pencacahan volume lalu lintas selama 7 (tujuh) hari direkomendasikan untuk memperkecil variasi.
- Pencacahan volume lalu lintas lanjutan dapat dilakukan untuk tahun selanjutnya dengan frekuensi yang lebih sedikit dan /atau untuk periode waktu yang lebih pendek. Pencacahan volume lalu lintas lanjutan ini dapat dikonversikan menjadi (LHRT) dengan menggunakan faktor variasi.

Pencacahan volume lalu lintas lanjutan direkomendasikan dilakukan selama 7 (tujuh) hari, dan paling sedikit 2 (dua) hari. Jika hasil dari pencacahan volume lalu lintas selama 2 (dua) hari sulit untuk dianalisis, maka pencacahan lalu lintas harus dilakukan kembali.

b) Lalulintas hari kerja rata-rata tahunan (LHKRT) atau *average annual weekday traffic (AAWT)* yaitu volume lalu lintas 24 jam rata-rata terjadi pada hari kerja selama satu tahun penuh.

c) Lalulintas harian rata-rata (LHR) atau *average daily traffic (ADT)* yaitu volume lalu lintas 24 jam rata-rata disuatu lokasi untuk periode waktu kurang dari satu tahun. Sementara *AADT* dihitung selama satu tahun penuh.

d) Lalulintas hari kerja rata-rata (LHKR) atau *average weekday traffic (AWT)* adalah volume lalu lintas 24 jam rata-rata terjadi pada hari kerja

selama periode kurang dari setahun, seperti selama satu bulan atau satu periode.

2. Volume jam-an (*Hourly Volumes*)

Yaitu suatu pengamatan terhadap arus lalu lintas untuk menentukan jam puncak selama periode pagi dan sore yang biasanya terjadi kesibukan akibat orang pergi dan pulang kerja. Volume lalu lintas umumnya rendah pada malam hari, tetapi meningkat secara cepat pada pagi hari dan sore hari. Volume jam sibuk biasanya terjadi di jalan perkotaan pada saat orang melakukan perjalanan ke atau dari tempat kerja atau sekolah. Dari pengamatan tersebut dapat diketahui arus yang paling besar yang disebut sebagai jam puncak.

3. Volume per sub jam (*Sub Hourly Volumes*)

Yaitu pengamatan terhadap arus lalu lintas lebih kecil dari satu jam. Pada umumnya kendaraan pada suatu arus lalu lintas mempunyai suatu komposisi lalu lintas, dalam hal ini dikenal dengan klasifikasi kendaraan. Klasifikasi kendaraan sangat tergantung pada tujuan dari suatu survei yang dilakukan. Klasifikasi kendaraan meliputi:

1. Klasifikasi kendaraan berdasarkan berat kendaraan , terutama beban sumbu, umumnya dilakukan untuk hal-hal yang berhubungan dengan desain konstruksi perkerasan dan penanganan jalan.
2. Klasifikasi kendaraan berdasarkan dimensi kendaraan umumnya dilakukan untuk menentukan lebar lajur dan radius putar.
3. Klasifikasi kendaraan berdasarkan kendaraan pribadi dan kendaraan umum, umumnya dilakukan untuk menentukan skema manajemen pembatasan yang akan dilakukan.
4. Klasifikasi kendaraan berdasarkan kendaraan bermotor, kendaraan tidak bermotor dan pejalan kaki, umumnya dilakukan untuk menentukan teknik-teknik optimasi penggunaan ruang jalan dan keselamatan pejalan kaki.

2.3.2. Kecepatan

Kecepatan adalah besaran yang menentukan jarak yang ditempuh kendaraan dalam waktu tertentu. Pemakai jalan dapat menaikkan kecepatn untuk

memperpendek waktu perjalanan, atau memperpanjang waktu perjalanan (Soedirdjo, 2002)

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

Dengan : μ = kecepatan (km/jam atau m/det)

d = jarak tempuh (km atau m)

t = waktu tempuh (jam atau detik)

Menurut peraturan menteri perhubungan republik Indonesia nomor PM 96 tahun 2015 tentang pedoman pelaksanaan kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas, ada tiga klasifikasi kecepatan yang biasanya dijadikan analisa, yaitu:

1. Kecepatan setempat (*spot speed*)

Kecepatan setempat (*spot speed*) adalah kecepatan sesaat dilokasi tertentu pada suatu ruas jalan. Terdapat 2 (dua) jenis kecepatan rata-rata setempat (*mean spot speed*), yaitu:

- Kecepatan rata-rata waktu (*time mean speed*) yang merupakan rata-rata aritmatik kecepatan kendaraan yang melintasi suatu titik selama rentang waktu tertentu.

$$\bar{\mu}_t = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x}{t_i}}{n} \quad (2.3)$$

Keterangan :

$\bar{\mu}_t$ = kecepatan rata-rata waktu

X = jarak tempuh (km)

t_i = waktu tempuh kendaraan (jam)

n = jumlah kendaraan yang diamati

- Kecepatan rata-rata ruang (*space mean speed*) yang merupakan rata-rata aritmatik kecepatan kendaraan yang berada pada rentang jarak tertentu pada waktu tertentu.

$$\bar{\mu}_{sr} = \frac{x}{\sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}} \quad (2.4)$$

Keterangan :

μ_{sr} = kecepatan rata-rata ruang

x = jarak tempuh (km)

t_i = waktu tempuh kendaraan (jam)

n = jumlah yang diamati

Tabel 2.3: Rekomendasi panjang jalan untuk studi kecepatan setempat (Bina Marga, 1990).

Perkiraan kecepatan rata-rata arus lalulintas (km/jam)	Penggal jalan (m)
<40	25
40 – 65	50
>65	75

Dalam pergerakan arus lalulintas, tiap kendaraan berjalan pada kecepatan yang berbeda. Dengan demikian dalam arus lalulintas tidak dikenal kecepatan tunggal tetapi lebih dikenal sebagai distribusi dari kecepatan kendaraan tunggal. Dari distribusi tersebut jumlah rata-rata atau nilai tipikal dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik dari arus lalulintas.

2. Kecepatan tempuh (*travel speed*)

Kecepatan tempuh (*travel speed*) merupakan kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu lintas dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan. Waktu tempuh rata-rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk semua tundaan waktu berhenti (detik) atau jam. Waktu tempuh tidak termasuk berhenti untuk istirahat dan perbaikan kendaraan.

3. Kecepatan arus bebas (*free flow speed*)

Kecepatan arus bebas (*free flow speed*) merupakan kecepatan rata-rata teoritis (km/jam) lalulintas pada kerapatan = 0, yaitu tidak ada kendaraan yang lewat. kecepatan arus bebas (*free flow speed*) juga diartikan sebagai kecepatan (km/jam) kendaraan yang tidak dipengaruhi oleh kendaraan lain (yaitu kecepatan dimana pengendara merasakan perjalanan yang nyaman, dalam kondisi geometrik, lingkungan dan pengaturan lalulintas yang ada pada segmen jalan dimana tidak ada kendaraan yang lain).

2.3.3. Kerapatan

Kerapatan adalah sebagai jumlah kendaraan yang menempati panjang ruas jalan tertentu atau lajur yang umumnya dinyatakan sebagai jumlah kendaraan per kilometer (Alamsyah, 2008).

Menurut Soedirdjoe (2002), kerapatan adalah jumlah kendaraan yang menggunakan suatu panjang jalan,

Pada umumnya ditentukan panjang 1 km dan satu lajur jalan. Kerapatan lalu lintas bervariasi dari nol (tidak ada kendaraan di suatu lajur sepanjang 1 km) sampai nilai yang menyatakan antrian kendaraan yang cukup rapat dan tidak dapat bergerak. Batas atas ini disebut kerapatan macet, dan umumnya antara 115 sampai 156 kendaraan per km. kerapatan sukar diukur secara langsung (karena diperlukan titik ketinggian tertentu yang dapat mengamati jumlah kendaraan dalam panjang ruas jalan tertentu). Sehingga besarnya ditentukan dari dua parameter sebelumnya, yaitu kecepatan volume (Alamsyah, 2008). Dimana kerapatan, kecepatan dan volume mempunyai hubungan sebagai berikut:

$$V = \bar{u}_{sr} \times D \quad (2.5)$$

$$\text{Dan } D = V / \bar{u}_{sr} \quad (2.6)$$

keterangan:

V = volume (smp/jam)

\bar{u}_{sr} = kecepatan rata-rata ruang (km/jam)

D = kerapatan (smp/km)

2.4. Ekivalensi Mobil Penumpang

Untuk keperluan analisa dan perhitungan dari volume lalu lintas yang terdiri dari berbagai tipe, maka perlu dikonversikan kedalam satuan kendaraan ringan yang dikenal sebagai satuan mobil penumpang dengan menggunakan faktor ekivalensi mobil penumpang. MKJI (1997), mendefenisikan satuan mobil penumpang dan ekivalensi mobil penumpang sebagai berikut:

1. Satuan mobil penumpang, yaitu satuan arus, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.
2. Ekuivalensi mobil penumpang, yaitu faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas.

Menurut MKJI (1997), untuk jalan perkotaan dan persimpangan, kendaraan pada arus lalu lintas dibagi dalam 3 (tiga) tipe yaitu:

- Kendaraan ringan (*LV*) adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikro, bis, pick up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- Kendaraan berat (*HV*) adalah kendaraan bermotor dengan lebih dari empat roda (meliputi: bis, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
- Sepeda motor (*MC*) adalah kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda (meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

Tabel 2.4: Emp untuk jalan perkotaan terbagi dan satu-arah (MKJI, 1997).

Tipe jalan Jalan satu arah dan jalan	Arus lalulintas per lajur (kend/jam)	Emp	
		HV	MC
Dua-lajur-satu arah (2/1), dan empat-lajur terbagi (4/2D)	1050	1,3	0,40
Tiga-lajur satu arah (3/1) dan enam-lajur terbagi	1100	1,2	0,25

2.5. Tundaan

Tundaan yang disebabkan oleh adanya gangguan pada arus lalulintas akan mengakibatkan kinerja dari sistem lalulintas terganggu. Tundaan akibat hentian (*stopped delay*) adalah tundaan yang terjadi pada kendaraan dengan kendaraan tersebut berada dalam kondisi benar-benar berhenti pada kondisi mesin masih hidup (*stationer*). Kondisi ini bila berlangsung lama, maka pada akhirnya akan

mengakibatkan suatu kemacetan. Tundaan menggambarkan suatu kondisi yang tidak produktif, terutama bila dinilai dalam bentuk uang.

Tundaan akan mengakibatkan selisih waktu antara kecepatan perjalanan dan kecepatan bergerak. Pada sebagian besar pertemuan jalan, waktu operasi akan hilang terutama sekali pada pertemuan jalan yang sebidang. Baik yang tidak diatur oleh lampu sinyal maupun yang diatur oleh lampu sinyal. Dalam kondisi kemacetan, waktu yang hilang akibat tundaan dan panjang antrian merupakan parameter yang sangat esensial dan merupakan hal yang sangat penting untuk ditangani.

Tundaan dalam manual kapasitas jalan Indonesia 1997, disebutkan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Tundaan lalu lintas (*vehicle interaction delay*) adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

Tundaan geometri (*geometric delay*) adalah yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok simpang dan atau yang terhenti oleh lampu merah. Beberapa definisi tentang tundaan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. *Stopped delay* adalah waktu saat kendaraan berada dalam kondisi stasioner akibat adanya aktifitas pada persimpangan, *stopped delay* disini sama pengertiannya dengan *stopped time*.
2. *Time in queue delay* adalah waktu sejak kendaraan pertama berhenti sampai kendaraan tersebut keluar dari antrian. Pada persimpangan, waktu kendaraan tersebut dari antrian dihitung saat kendaraan melewati stop line.

Studi tentang tundaan pada persimpangan, pada umumnya dilakukan secara terpisah pada tiap-tiap persimpangan. Metode yang digunakan berdasarkan pada studi waktu tempuh antara dua titik, dari satu lengan kelengan yang lainnya dari persimpangan.

Tundaan dipehitungkan pada simpang yang dilengkapi APILL dan simpang yang tidak dilengkapi APILL (simpang prioritas).

1. Tundaan pada simpang ber APILL

Tundaan lalu lintas pada simpang ber APILL meliputi:

- a) Tundaan lalu lintas (*delay Traffic*) merupakan waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.
- b) Tundaan geometrik merupakan waktu menunggu yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpangan dan/ atau yang terhenti oleh lampu merah.

2. Tundaan pada simpang yang tidak dilengkapi dengan APILL .

Tundaan lalu lintas pada simpang yang tidak dilengkapi dengan APILL (simpang prioritas) meliputi:

- a) Tundaan lalu lintas (*delay traffic*) merupakan waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan lalu lintas yang berkonflik.tundaan lalu lintas terdiri dari tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama, serta tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan minor.
- b) Tundaan geometrik (*delay geometric*) merupakan waktu menunggu yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan lalu lintas yang terganggu dan yang tidak terganggu.

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$DT = \frac{c \times 0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \quad (2.7)$$

di mana:

DT = Tundaan Lalu lintas rata-rata pada pendekat (det/jam)

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

NQ1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

Tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$DG = (1 - psv) \times pT \times 6 + (psv \times 4) \quad (2.8)$$

dimana:

DG = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat (det/smp)

psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

pT = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai:

$$D = DT + DG \quad (2.9)$$

dimana:

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

DG = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DT = Tundaan geometric rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

2.6. Panjang Antrian

Antrian kendaraan adalah fenomena transportasi yang tampak sehari-hari. Antrian dalam MKJI 1997, didefinisikan sebagai jumlah yang antri dalam suatu pendekat simpang dan dinyatakan dalam kendaraan atau satuan mobil penumpang. Sedangkan panjang antrian didefinisikan sebagai panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan dinyatakan dalam satuan meter. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan dikontrol oleh gerakan yang didepannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas.

Menurut Setianingsih (2007), antrian terbentuk ketika permintaan melebihi kapasitas untuk suatu periode waktu tertentu atau terciptanya suatu kondisi kedatangan yang lebih rendah dibandingkan dengan waktu pelayanan di suatu lokasi tertentu. Antrian dapat dibedakan atas antrian bergerak dan antrian berhenti. Antrian biasanya terjadi pada persimpangan, *bottleneck* pada jalan bebas hambatan, lokasi kecelakaan dan lokasi penggabungan arus.

Terdapat dua aturan yaitu *first in, first out (FIFO)* dan *last in, first out (LIFO)*. Dalam analisa pengaruh penutupan pintu perlintasan kereta api ini digunakan aturan antrian yang pertama yaitu *first in, first out* hal ini disebabkan penyesuaian dengan kenyataan dilapangan dan kondisi pendekat lintasan. Dalam

melakukan pengukuran panjang antrian, didalamnya harus meliputi pencacahan dari jumlah kendaraan yang berada dalam sistem antrian pada suatu waktu tertentu. Hal tersebut dapat dilakukan dengan perhitungan fisik kendaraan atau dengan memberi tanda (*Placing mark along the road length*) pada jalan, sehingga mengindikasikan bahwa jumlah kendaraan yang berada dalam antrian akan dinyatakan dalam satuan panjang. Alternatif lain adalah menggunakan video camera untuk merekam kondisi antrian yang terjadi untuk digunakan dalam analisis selanjutnya.

2.7. Metode Perhitungan dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) adalah suatu metode yang dirancang untuk memudahkan dalam menyelesaikan permasalahan yang terkait dengan kapasitas jalan di Indonesia, termasuk untuk masalah persimpangan bersinyal.

1. Geometri

Perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekat. Hal ini terjadi jika arus belok kanan dan belok kiri mendapat sinyal waktu hijau yang berbeda fase dengan arus lurus, atau jika dipisahkan secara fisik oleh pulau-pulau lalu lintas dalam pendekat.

2. Arus Lalu Lintas

Perhitungan dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore, terlihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Tipe Kendaraan (MKJI, 1997).

No.	Tipe Kendaraan	Defenisi
1	Kendaraan bermotor (UM)	Sepeda, Becak
2	Sepeda bermotor (MC)	Sepeda Motor, Sekuter
3	Kendaraan Ringan (LV)	Colt, Pick Up, Taksi
4	Kendaraan Berat (HV)	Bus Kecil, Bus Besar, Truk

Tabel 2.6: Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang pada Simpang (MKJI, 1997).

Jenis Kendaraan	Nilai emp untuk tiap pendekatan	
	Terlindung (P)	Terlawan (O)
HV	1,0	1,0
LV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

Arus jenuh yang terjadi di persimpangan merupakan suatu hal yang harus menjadi perhatian karena dipengaruhi oleh lebar jalur, kemiringan permukaan, dan sebagainya. Tingkat kepadatan lalu lintas (*Saturation Flow*) atau tingkat arus jenuh adalah arus kendaraan per jam yang dapat diakomodasi oleh kelompok lajur tersebut dengan anggapan bahwa fase hijau selalu tersedia untuk jalan, yakni perbandingan g/c adalah 1,00. Perhitungan dimulai dengan memilih suatu tingkat arus jenuh yang ideal biasanya 1800 mobil penumpang per jam dan waktu hijau tiap lajur, dan penyesuaian nilai ini untuk berbagai kondisi yang ada bukan merupakan kondisi yang ideal. Arus jenuh (*saturation flow*) pada suatu persimpangan dapat dihitung dengan Pers. 2.10

$$S = S_o \cdot F_{cs} \cdot F_{sf} \cdot F_g \cdot F_{rt} \cdot F_{lt} \quad (2.10)$$

Dimana :

- S = Arus jenuh, besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekatan selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).
- S_o = Arus jenuh dasar, besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekatan selama kondisi ideal (smp/jam).
- F_{cs} = Faktor koreksi untuk ukuran kota (jumlah penduduk kota) dapat dilihat pada Tabel 2.7
- F_{sf} = Faktor koreksi untuk hambatan samping dan lingkungan jalan dan kendaraan bermotor, ditunjukkan dalam Tabel 2.8
- F_g = Faktor koreksi untuk kemiringan jalan, diberikan dalam Gambar 2.4
- F_p = Faktor koreksi untuk parkir kendaraan di sepanjang jalan pada areal persimpangan, dalam Gambar 2.5

Frt = Faktor koreksi untuk kendaraan belok kanan, diberikan dalam Gambar 2.6

Flt = Faktor koreksi untuk kendaraan belok kiri dalam kelompok lajur, diberikan dalam Gambar 2.7

Akan tetapi untuk pendekatan terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dan lebar efektif pendekatan (W_e):

$$S_o = 600 \cdot W_e \quad (2.11)$$

Untuk perhitungan arus jenuh (S) maka diperlukan beberapa tabel yang berisikan faktor-faktor koreksi yaitu:

Tabel 2.7: Faktor penyesuaian ukuran kota F_{cs} (MKJI 1997).

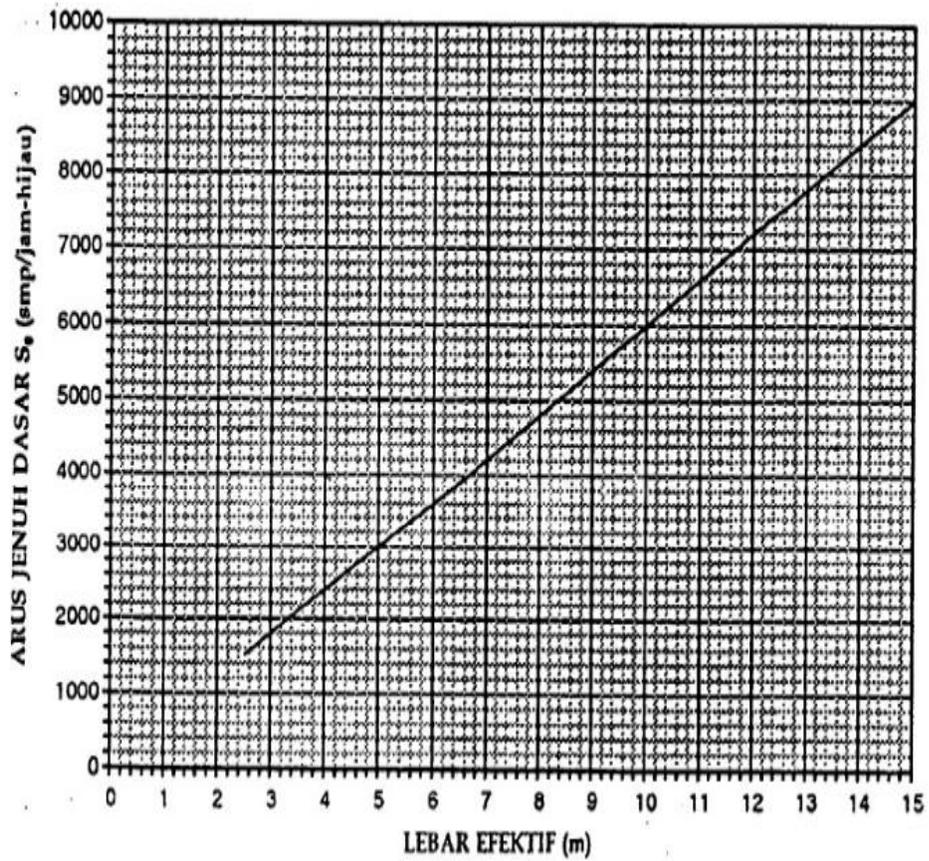
Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})
>3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
<0,1	0,82

Tabel 2.8 : Faktor Penyesuaian Untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{sf}) (MKJI, 1997).

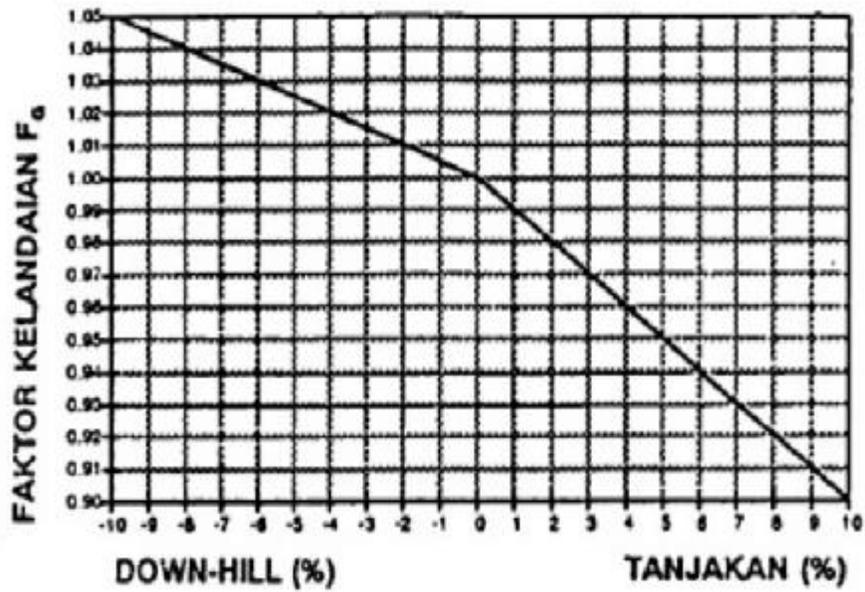
Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	>0,25
Komersil (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86

Tabel 2.8: Lanjutan.

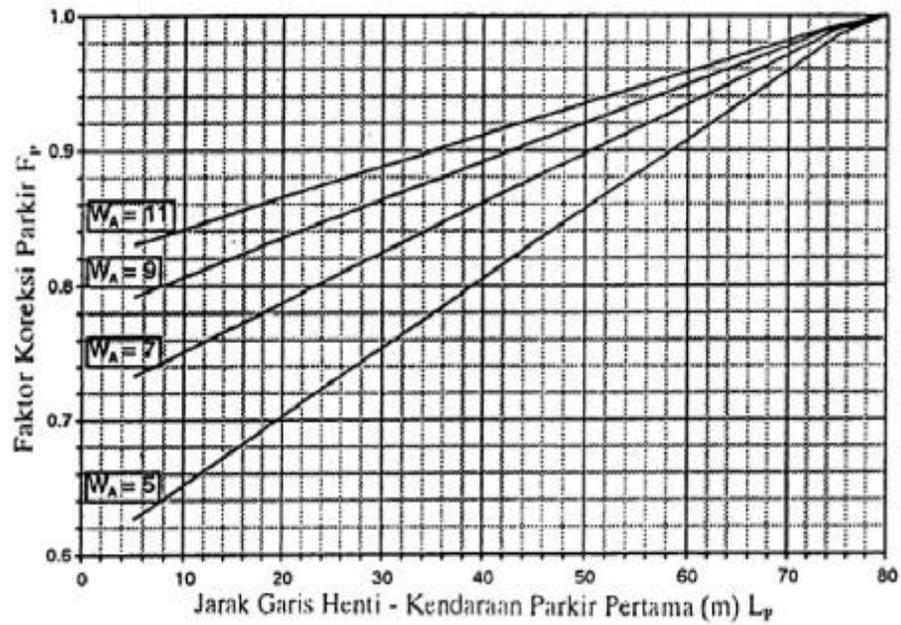
Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	>0,25
Akses terbatas (RA)	Tinggi / Sedang / Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88



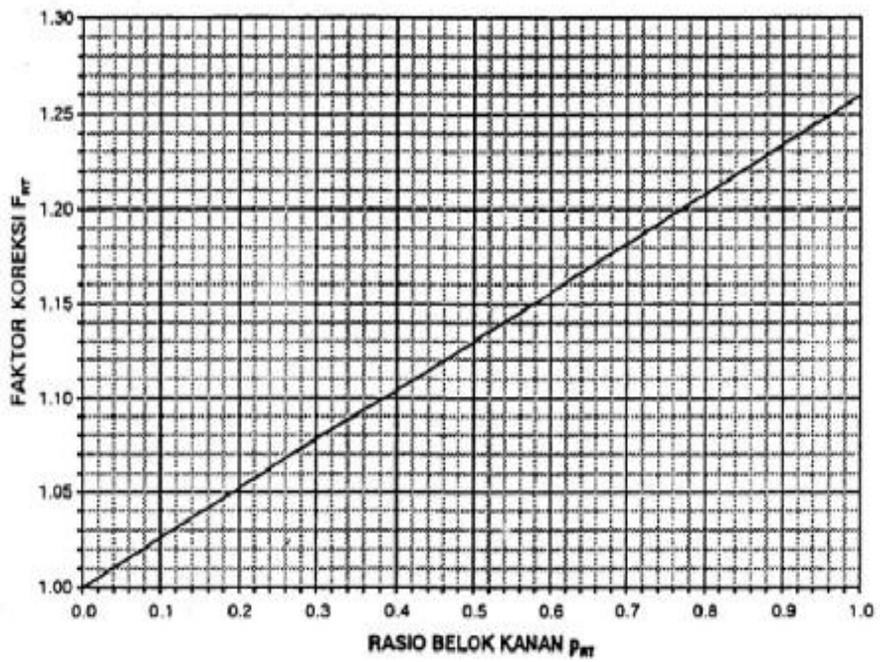
Gambar 2.3: Lebar efektif ruas jalan (W_e) (MKJI, 1997).



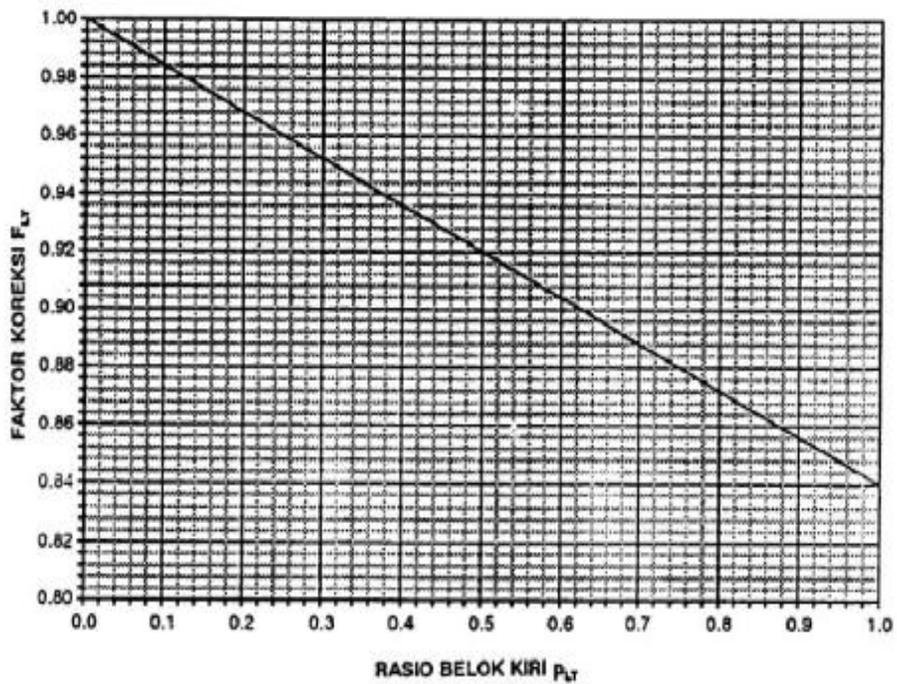
Gambar 2.4: Faktor koreksi untuk kemiringan jalan (F_g) (MKJI, 1997).



Gambar 2.5: Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir (F_p) (MKJI, 1997).



Gambar 2.6: Faktor penyesuaian untuk kendaraan belok kanan (F_{fr}) (MKJI, 1997).



Gambar 2.7: Faktor penyesuaian untuk kendaraan belok kiri (F_{fl}) (MKJI, 1997).

3. Model Dasar

Tujuan yang penting dari analisis kapasitas yaitu penilaian jumlah maksimum lalu lintas yang dapat disalurkan oleh fasilitas yang tersedia. Pada umumnya operasi atau pemakaian terhadap fasilitas yang tersedia jarang sekali dimanfaatkan pada tingkat kapasitas penuh. Oleh karena itu penilaian terhadap jumlah maksimum lalu lintas yang dapat disalurkan pada tingkat yang telah ditentukan dan selama masih dapat dipertahankan desain dan kriteria operasional yang dinyatakan dalam tingkat pelayanan.

Defenisi kapasitas (C) yaitu jumlah arus lalu lintas yang maksimum yang dapat melalui suatu lengan persimpangan dalam kondisi yang tersedia yang dapat dipertahankan. Kondisi lalu lintas yang dimaksud yaitu volume setiap kedatangan kendaraan, distribusi kendaraan berdasarkan pergerakannya (belok kiri, lurus, dan belok kanan), pergerakan parkir di sekitar lengan yang ditinjau.

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad (2.12)$$

Dimana :

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam hijau)

g = waktu hijau (det)

c = waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap.

Oleh karena itu perlu diketahui atau ditentukan waktu sinyal agar dapat menghitung kapasitas dan ukuran perilaku lalu lintas lainnya. Waktu Siklus yang layak untuk simpang terlihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Waktu Siklus yang Layak Untuk Simpang (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997).

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus (detik)
2 fase	40 – 80
3 fase	50 – 100
4 fase	60 – 130

4. Penentuan Waktu Sinyal

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metode Webster (1996) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang.

$$C_{\text{optimum}} = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - \sum FR_{\text{crit}}} \quad (2.13)$$

dimana :

c_{optimum} = Waktu siklus optimum (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

FR = Arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)

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

$\sum FR_{\text{crit}}$ = Jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut (rasio arus simpan).

Jika siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini maka ada resiko serius akan terjadinya lewat jenuh pada persimpangan tersebut.

Waktu hijau (*green time*) untuk masing-masing fase menggunakan rumus:

$$g_i = (cua - LTI) \times Pri \quad (2.14)$$

dimana:

g_i = waktu hijau dalam fase-I (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

cua = waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik)

Pri = perbandingan fase $FR_{\text{crit}}/\sum(FR_{\text{crit}})$

Waktu hijau yang telah disesuaikan (c) berdasarkan waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dihitung dengan rumus:

$$c = \Sigma g + LTI \quad (2.15)$$

dimana :

c = waktu hijau (detik)

LTI = total waktu hilang per siklus (detik)

Σg = total waktu hijau (detik)

5. Kapasitas dan Jarak Kejenuhan

Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat.

Derajat kejenuhan diperoleh sebagai:

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{(Q \times C)}{C \times g} \quad (2.16)$$

dimana:

C = kapasitas (smp/jam)

Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/jam)

6. Perilaku Lalu Lintas

a. Panjang Antrian

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

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (2.17)$$

Dengan :

$$NQ1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right]$$

Jika $DS > 0,5$; selain itu $NQ1 = 0$

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

dimana:

NQ1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus

C = kapasitas (smp/jam)

Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/jam)

Panjang antrian (QL) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$QL = NQ_{max} \times 20 / W_{masuk} \quad (2.18)$$

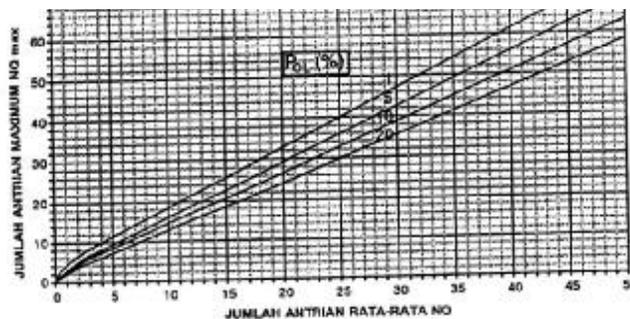
Keterangan:

QL = panjang antrian

Nqmax = jumlah antrian

Wmasuk = lebar masuk

Nilai NQmax diperoleh dari Gambar E-2:2 MKJI hal 2-66 yang terlihat pada Gambar 2.8 dibawah dengan anggapan peluang untuk pembebanan (POL) sebesar 5% untuk kegiatan perancangan.



Gambar 2.8: Peluang untuk pembebanan lebih (POL) (MKJI, 1997).

b. Angka Henti

Angka henti (*Number of Stop*), yaitu jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (termasuk terhenti berulang dalam antrian sebelum melewati persimpangan).

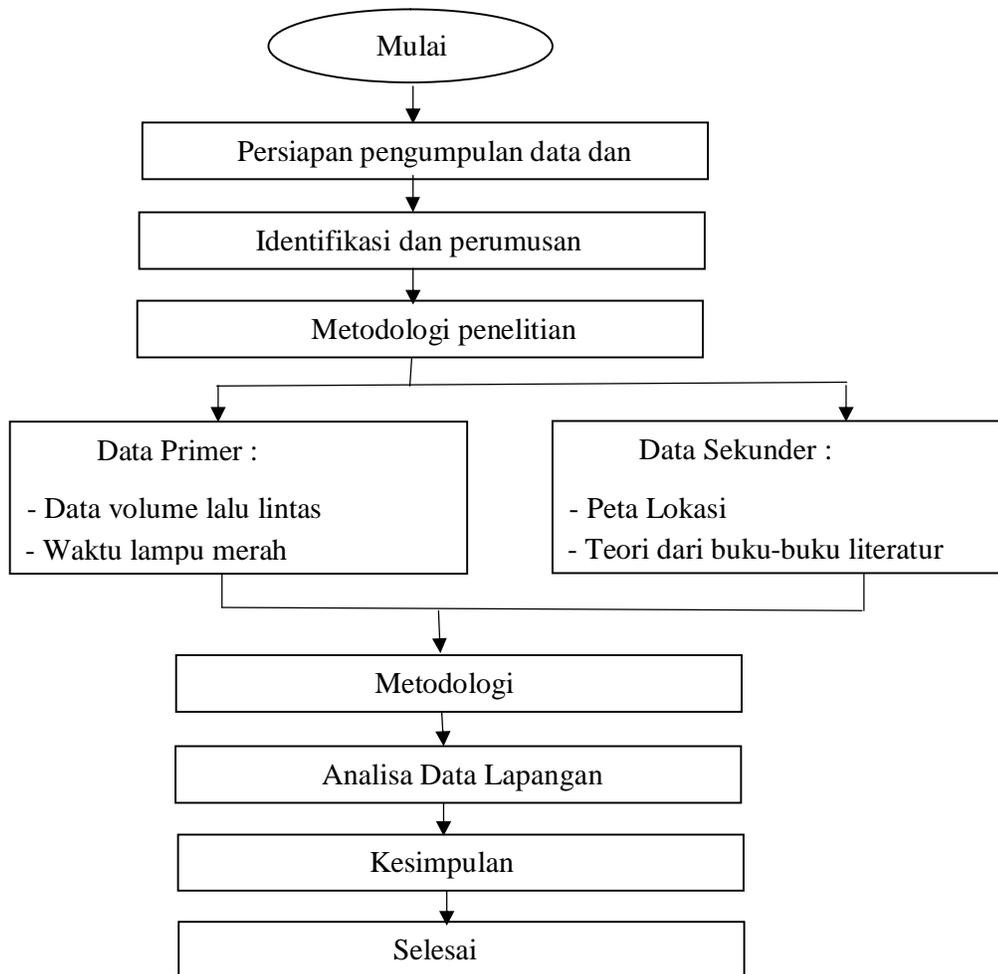
$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (2.19)$$

dimana c adalah waktu siklus (detik) dan Q arus lalu lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau.

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rencana Kegiatan Penelitian

Dalam melakukan kegiatan penelitian diperlukan kerangka kerja yang berisi skema penelitian dari awal sampai dengan diperolehnya suatu kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan. Kerangka kerja penelitian dibuat dalam skema alur penelitian sebagaimana Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Skema penelitian.

3.2. Pengumpulan Data

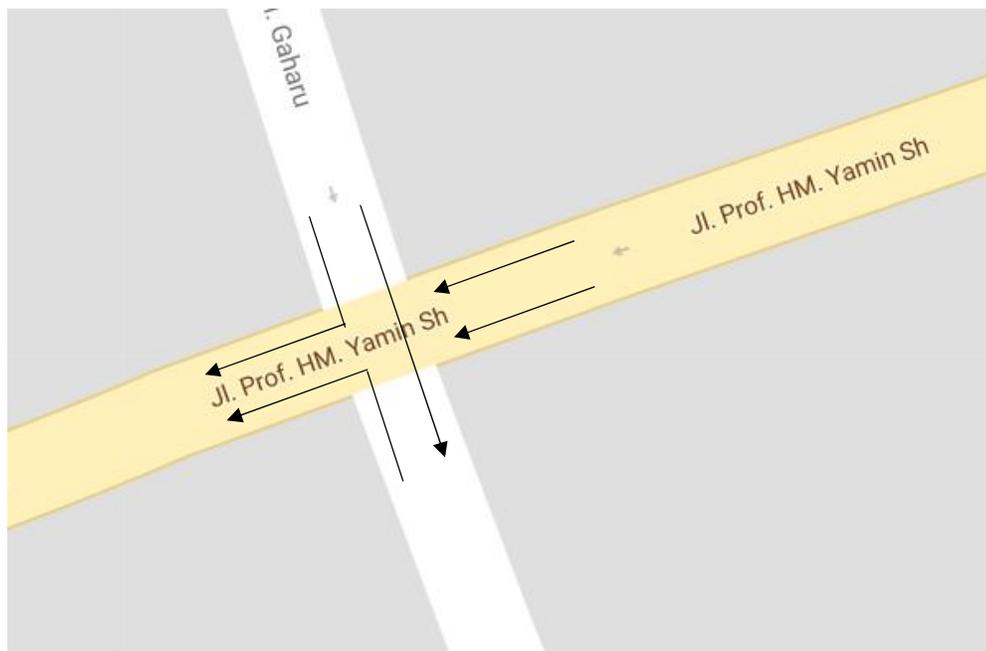
Dalam melakukan penelitian ini, perlu direncanakan apa-apa saja data yang akan diambil di lapangan, waktu yang akan diambil untuk melakukan survei, penentuan lokasi survei, dan peralatan yang akan digunakan. Cara pengumpulan data sebagai data latar belakang untuk penelitian dilakukan dua tahap kegiatan, yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil di lapangan itu sendiri, yang berkaitan dengan arus lalu lintas. Sedangkan data sekunder adalah data yang diambil dari buku-buku literatur, dalam hal ini

3.3. Pemilihan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini lokasi yang diambil sebagai tempat dilakukannya survei adalah di perlintasan sebidang yang berada di jl. Prof. HM. Yamin SH kota Medan yang merupakan jalur kereta api Medan-Binjai.

Adapun pemilihan lokasi ini adalah:

1. Jenis kendaraan dan volume lalu lintas yang melewati jalan ini bervariasi.
2. Aktifitas di persimpangan lumayan padat.



Gambar 3.2: Denah lokasi studi.

3.4. Pengambilan Data

3.4.1. Alat Yang Digunakan

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat yang dapat membantu dalam penelitian dilapangan, alat-alat tersebut adalah:

- a) Alat tulis
- b) Kamera
- c) *Hand tally counter*

3.4.2. Data Arus Lalu Lintas

Data arus lalu lintas yang melewati jl. Prof. HM Yamin SH – jl. Gaharu – jl. Jawa selama 7 (tujuh) hari diambil pada waktu jam sibuk. Yaitu pada waktu,

- Pagi hari pukul 07.00-09.00 WIB
- Siang hari pukul 12.00-14.00 WIB
- Sore hari pukul 17.00-19.00 WIB

Data mengenai jenis kendaraan yang lewat dibedakan menjadi 3 jenis kendaraan, yaitu:

1. Kendaraan ringan LV (*Light Vehicle*). Termasuk mobil, mini bus, pick up, dan angkutan umum.
2. Kendaraan berat HV (*Heavy Vehicle*). Termasuk mikro bus, bus besar, truk 2 as, truk 3 as dan truk gandengan semi trailer.
3. Sepeda motor MC (*Motor Cycle*). Termasuk sepeda motor roda dua dan becak mesin.

3.4.3. Data Geometrik Persimpangan

Dari hasil pengukuran langsung didapatkan data-data geometrik yaitu:

1. Lebar jalan
2. Jumlah lajur dan lebar jalan.

Tabel 3.1: Data geometrik persimpangan.

Nama Jalan	Jumlah Lajur	Lebar Jalan (m)
Jl. Prof. HM Yamin SH (Lengan Timur)	4	11
Jl. Gaharu (Lengan Utara)	4	7
Jl. Jawa (Lengan Selatan)	2	7

3.4.4. Data Sinyal Lalu Lintas

Dari hasil pengamatan di lapangan didapat data mengenai lama waktu sinyal lalu lintas.

Tabel 3.2: Data sinyal lalu lintas.

Nama Jalan	Waktu merah (det)	Waktu Hijau (det)	Waktu Kuning (det)
Jl. Prof. HM Yamin SH (Lengan Timur)	120	65	3
Jl. Gaharu (Lengan Utara)	98	45	3
Jl. Jawa (Lengan Selatan)	98	45	3

BAB 4

ANALISA DATA

4.1. Umum

Data hasil pengamatan merupakan data primer yang akan dipergunakan sebagai dasar menghitung pada persimpangan untuk kondisi yang ada. Dari data yang ada akan ditentukan total arus lalu lintas maksimum, arus jenuh, kapasitas, derajat kejenuhan, waktu siklus, waktu merah, tundaan serta panjang antrian. Parameter-parameter tersebut akan lebih memudahkan kita untuk mendapatkan nilai antrian dan tundaan yang diharapkan.

Studi ini dimaksudkan untuk mendapatkan panjang antrian dan tundaan maksimum dan melihat hubungan panjang antrian yang diperoleh untuk perhitungan akan dipergunakan metode MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997.

4.2. Kondisi Lalu Lintas

Kondisi lalu lintas sekarang ini perlu diperhatikan adalah terjadinya kemacetan yang sangat parah akibat tingginya hambatan samping serta dengan tidak efektifnya penggunaan lebar jalan akibat penggunaan fungsi jalan. Akibat terjadinya kemacetan yang panjang, maka antrian kendaraan yang menuju simpang tersebut mengalami penundaan yang cukup lama.

4.3. Parameter-Parameter Persimpangan

Parameter-parameter persimpangan yang dihitung secara manual adalah total arus lalu lintas (Q_v), ekuivalen mobil penumpang arus lalu lintas (smp/jam), arus jenuh (S), Kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS). Dan parameter-parameter persimpangan yang didapat langsung dari pengamatan di lapangan 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 MKJI 1997 maka terlebih dahulu arus

maksimum dikonversikan kedalam smp/jam. Untuk perhitungan selanjutnya diambil contoh pada jalan Prof. HM. Yamin SH (Lengan timur) sebagai berikut:

Fase 1

Ø Total arus lalu lintas pada lengan Timur (Jl. Prof. HM Yamin SH)

$$LV = 184 \text{ Kend/ Jam}$$

$$HV = 2 \text{ Kend/ Jam}$$

$$\underline{MC = 918 \text{ Kend/ Jam} +}$$

$$\text{Total} = 1104 \text{ Kend/ Jam}$$

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya = 1104 kend/Jam

Selanjutnya perlu diketahui jumlah kendaraan dalam satuan smp/ jam dengan mengekivalenkan mobil penumpang yaitu :

$$LV = 184 \times 1,0 = 184 \text{ smp/ jam}$$

$$HV = 2 \times 1,3 = 2,6 \text{ smp/ jam}$$

$$\underline{MC = 918 \times 0,4 = 367,2 \text{ smp/ jam} +}$$

$$\text{Total} = 553,8 \text{ smp/ jam}$$

Sehingga total jumlah kendaraan = 553,8 smp/ jam

Ø Rasio Kendaraan Berbelok

$$PLT = \frac{QLT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} = \frac{399}{553,8} = 0,72$$

Ø Lebar efektif (We)

Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapaitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap W_a , W_{masuk} , dan W_{keluar} dan gerakan lalu lintas membelok).

Berdasarkan survei langsung dilapangan didapat $W_e = 3,5$ meter.

Ø Arus jenuh (S)

Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/ jam hijau).

Nilai disesuaikan smp/jam hijau

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT$$

$$= 2100 \times 1,00 \times 0,93 \times 1,00 \times 0,749 \times 1,00 \times 0,85 = 1243,377 \text{ smp/ jam}$$

Dimana :

Faktor – faktor penyesuaian

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota, berdasarkan jumlah penduduk kota medan ± 3 juta jiwa, Fcs = 1,00

FSF = Faktor penyesuaian hambatan samping, berdasarkan kelas hambatan samping dari lingkungan jalan tersebut, maka dinyatakan lingkungan jalan adalah termasuk kawasan pendidikan, perumahan, perdagangan dan jasa jalan yang ditinjau merupakan jalan arah tipe fase adalah terlindung FSF = 0,93

FG = Faktor penyesuaian terhadap kelandaian (G), berdasarkan naik (+) atau turun (-) permukaan jalan, FG = 1,00

FP = Faktor penyesuaian parkir (P), berdasarkan jarak henti kendaraan parkir, $F_p = \frac{L_p}{3} - W_A - 2 \times \frac{(\frac{L_p}{3} - g)}{W_A} K$

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan (FRT = 1,0 + PRT x 0,26)

FLT = faktor penyesuaian belok kiri (FLT = 1,0 – PLT x 0,16)

Ø Rasio Arus (FR)

Rasio Arus terhadap arus jenuh (Q/S) dari suatu pendekat.

Q = 548,8 smp/ jam (arus kendaraan terus)

S = 1243,377 smp/ jam

Menghitung rasio Arus :

$$\begin{aligned} FR &= \frac{Q}{S} \\ &= \frac{548,8}{1243,377} = 0,45 \end{aligned}$$

Ø Waktu hilang (LT1)

Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sebagai contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama).

$G_i = (Cua - LTI) \times PR_i \rightarrow Cua =$ Waktu siklus sebelum penyesuaian

LTI = Waktu hilang total persiklus (det)

$$\begin{aligned}
&= \Sigma (\text{merah semua} + \text{kuning}) \\
&= 3 \text{ det} + 9 \text{ det} \\
&= 12 \text{ det}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Waktu hilang total} &= \text{LT1 Fase 1} + \text{LT1 fase 2} \\
&= 3 \text{ detik} + 1 \text{ detik} = 4 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Ø Waktu siklus

Penentuan waktu siklus ini didapat dari:

$$\begin{aligned}
c &= g \text{ arah semua} + \text{LT1} \\
&= 65 + 45 + 45 + 12 \\
&= 167
\end{aligned}$$

Ø Kapasitas(C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Kapasitas (C) arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.

$$\begin{aligned}
\text{Kapasitas (C)} &= \text{Nilai dasar} \times \text{waktu hijau/waktu siklus} \\
&= S \times g/c ; g = 65. c = 167 = 1243 \times 65/167 = 484 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

Derajat kejenuhan (DS) rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat ($Q \times c/S \times g$).

$$\begin{aligned}
\text{Derajat kejenuhan (DS)} &= Q/C = 553,8/484 \\
&= 1,144
\end{aligned}$$

Ø Antrian

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

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
NQ1 &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \\
&= 0,25 \times 484 \times \left[(1,144 - 1) + \sqrt{(1,144 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,144 - 0,5)}{484}} \right]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 38,962 \text{ smp} \\
\text{NQ2} &= c \times ((1 - \text{GR}) / (1 - \text{GR} \times \text{DS}) \times Q / 3600 \\
&= 484 \times ((1 - 0,39) / (1 - 0,39 \times 1,144)) \times 553,8 / 3600 \\
&= 65,083 \text{ smp} \\
\text{Total} &= \text{NQ1} + \text{NQ2} = 38,962 + 65,083 = 104,045 \text{ smp}
\end{aligned}$$

Ø Panjang antrian (QL)

$$\begin{aligned}
\text{QL} &= \frac{\text{NQTotal} \times 20}{W_{\text{masuk}}} \\
&= \frac{104,045 \times 20}{11} = 189,172 \text{ m}
\end{aligned}$$

Ø Tundaan (Delay)

Tundaan lalu lintas rata – rata (detik/ smp)

$$\text{DT} = c \times \frac{0,5 \cdot (1 - \text{GR})^2}{1 - \text{GR} \times \text{DS}} \times \frac{3600 \text{ NQ}_1}{C}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
A &= \frac{0,5 \cdot (1 - \text{GR})^2}{1 - \text{GR} \times \text{DS}} \\
&= \frac{0,5 \cdot (1 - 0,39)^2}{1 - 0,39 \times 1,144} = 0,336
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{DT} &= c \times \frac{0,5 \times (1 - \text{GR})^2}{(1 - \text{GR} \times \text{DS})} + \frac{\text{NQ1} \times 3600}{C} \\
&= 167 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,39)^2}{(1 - 0,39 \times 1,144)} + \frac{38,962 \times 3600}{484} \\
&= 346,112 \text{ det/smp}
\end{aligned}$$

Ø Tundaan Geometrik (DG)

$$\begin{aligned}
\text{DG} &= (1 - \text{Psv}) \times \text{PT} \times 6 + (\text{Psv} \times 4) \\
&= (1 - 0) \times 0,72 \times 6 + (0 \times 4) \\
&= 4,32 \text{ det/smp}
\end{aligned}$$

Psv = Rasio kendaraan berhenti dalam kaki simpang (NS =0)
 PT = Rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang (0,72)

Ø Tundaan Rata – Rata (D)

D = DT + DG
 = 346,112 det/smp + 4,32 det/smp
 = 440,432 det/smp
 = 440 det/smp

Fase 2

Ø Total arus lalu lintas pada lengan Utara (Jl. Gaharu)

LV = 175 Kend/ Jam
 HV = 3 Kend/ Jam
MC = 178 Kend/ Jam +
 Total = 356 Kend/ Jam

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya = 356 kend/Jam

Selanjutnya perlu diketahui jumlah kendaraan dalam satuan smp/ jam dengan mengekivalenkan mobil penumpang yaitu :

LV = 175 x 1,0 = 175 smp/ jam
 HV = 3 x 1,3 = 3,9 smp/ jam
MC = 178 x 0,4 = 71,2 smp/ jam +
 Total = 250,1 smp/ jam

Sehingga total jumlah kendaraan = 250 smp/ jam

Ø Rasio Kendaraan Berbelok

$$PRT = \frac{QRT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} = \frac{149,6}{250} = 0,598$$

Ø Lebar efektif (We)

Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapaitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap Wa, Wmasuk, dan Wkeluar dan gerakan lalu lintas membelok).

Berdasarkan survei langsung dilapangan didapat $W_e = 3,5$ meter.

Ø Arus jenuh (S)

Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/ jam hijau).

Nilai disesuaikan smp/jam hijau

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT$$
$$= 2100 \times 1,00 \times 0,93 \times 1,00 \times 0,609 \times 1,15 \times 1 = 1367,783 \text{ smp/ jam}$$

Dimana :

Faktor – faktor penyesuaian

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota, berdasarkan jumlah penduduk kota medan ± 3 juta jiwa, Fcs = 1,00

FSF = Faktor penyesuaian hambatan samping, berdasarkan kelas hambatan samping dari lingkungan jalan tersebut, maka dinyatakan lingkungan jalan adalah termasuk kawasan pendidikan, perumahan, perdagangan dan jasa jalan yang ditinjau merupakan jalan arah tipe fase adalah terlindung FSF = 0,93

FG = Faktor penyesuaian terhadap kelandaian (G), berdasarkan naik (+) atau turun (-) permukaan jalan, FG = 1,00

FP = Faktor penyesuaian parkir (P), berdasarkan jarak henti kendaraan parkir, $F_p = \frac{L_p}{3} - W_A - 2 \times \frac{\left(\frac{L_p}{3} - g\right)}{W_A} K$

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan (FRT = 1,0 + PRT x 0,26)

FLT = faktor penyesuaian belok kiri (FLT = 1,0 – PLT x 0,16)

Ø Rasio Arus (FR)

Rasio Arus terhadap arus jenuh (Q/S) dari suatu pendekat.

$$Q = 250,1 \text{ smp/ jam}$$

$$S = 1368 \text{ smp/ jam}$$

Menghitung rasio Arus :

$$FR = \frac{Q}{S}$$

$$= \frac{250,1}{1368} = 0,183$$

Ø Waktu hilang (LT1)

Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sebagai contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama).

$G_i = (C_{ua} - L_{TI}) \times P_{Ri} \rightarrow C_{ua} =$ Waktu siklus sebelum penyesuaian

$L_{TI} =$ Waktu hilang total persiklus (det)

$= \Sigma$ (merah semua + kuning)

$= 3 \text{ det} + 9 \text{ det}$

$= 12 \text{ det}$

Waktu hilang total $= L_{T1} \text{ Fase 1} + L_{T1} \text{ fase 2}$

$= 3 \text{ detik} + 1 \text{ detik} = 4 \text{ detik}$

Ø Waktu siklus

Penentuan waktu siklus ini didapat dari:

$c = g$ arah semua + L_{T1}

$= 65 + 45 + 45 + 12$

$= 167$

Ø Kapasitas(C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Kapasitas (C) arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.

Kapasitas (C) $=$ Nilai dasar x waktu hijau/waktu siklus

$= S \times g/c ; g = 45. c = 167 = 1368 \times 45/167 = 369 \text{ smp/jam}$

Derajat kejenuhan (DS) rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat ($Q \times c/S \times g$).

Derajat kejenuhan (DS) $= Q/C = 250,1/369$

$= 0,68$

Ø Antrian

Jumlah rata – rata antrian (smp) pada awal sinyal hijau yaitu NQ dihitung sebagai jumlah kendaraan (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

(NQ1) ditambah jumlah kendaraan (smp) yang akan datang selama fase merah (NQ2).

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Dimana :

$$\begin{aligned} NQ1 &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \\ &= 0,25 \times 369 \times \left[(0,68 - 1) + \sqrt{(0,68 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,68 - 0,5)}{369}} \right] \\ &= 0,563 \text{ smp} \\ NQ2 &= c \times ((1 - GR) / (1 - GR \times DS)) \times Q / 3600 \\ &= 369 \times ((1 - 0,269) / (1 - 0,269 \times 0,68)) \times 250,1 / 3600 \\ &= 37,699 \text{ smp} \\ \text{Total} &= NQ1 + NQ2 = 0,563 + 37,699 = 38,26 \text{ smp} \end{aligned}$$

Ø Panjang antrian (QL)

$$\begin{aligned} QL &= \frac{NQ_{\text{Total}} \times 20}{W_{\text{masuk}}} \\ &= \frac{38,26 \times 20}{7} = 109,314 \text{ m} \end{aligned}$$

Ø Tundaan (Delay)

Tundaan lalu lintas rata – rata (detik/ smp)

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

Dimana :

$$\begin{aligned} A &= \frac{0,5 \cdot (1 - GR)^2}{1 - GR \times DS} \\ &= \frac{0,5 \cdot (1 - 0,269)^2}{1 - 0,269 \times 0,68} = 0,327 \\ DT &= c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \end{aligned}$$

$$= 167 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,269)^2}{(1 - 0,269 \times 0,68)} + \frac{0,563 \times 3600}{369}$$

$$= 60 \text{ det/smp}$$

Ø Tundaan Geometrik (DG)

$$\text{DG} = (1 - \text{Psv}) \times \text{PT} \times 6 + (\text{Psv} \times 4)$$

$$= (1 - 0) \times 0,598 \times 6 + (0 \times 4)$$

$$= 3,588 \text{ det/smp}$$

Psv = Rasio kendaraan berhenti dalam kaki simpang (NS = 0)

PT = Rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang (0,598)

Ø Tundaan Rata – Rata (D)

$$\text{D} = \text{DT} + \text{DG}$$

$$= 60 \text{ det/smp} + 3,588 \text{ det/smp}$$

$$= 63,588 \text{ det/smp}$$

$$= 64 \text{ det/smp}$$

Fase 3

Ø Total arus lalu lintas pada lengan Selatan (Jl. Jawa)

$$\text{LV} = 15 \text{ Kend/ Jam}$$

$$\text{HV} = 0 \text{ Kend/ Jam}$$

$$\underline{\text{MC}} = 156 \text{ Kend/ Jam} +$$

$$\text{Total} = 171 \text{ Kend/ Jam}$$

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya = 171 kend/Jam

Selanjutnya perlu diketahui jumlah kendaraan dalam satuan smp/ jam dengan mengekivalenkan mobil penumpang yaitu :

$$\text{LV} = 15 \times 1,0 = 15 \text{ smp/ jam}$$

$$\text{HV} = 0 \times 1,3 = 0 \text{ smp/ jam}$$

$$\underline{\text{MC}} = 156 \times 0,4 = 62,4 \text{ smp/ jam} +$$

$$\text{Total} = 77,4 \text{ smp/ jam}$$

Sehingga total jumlah kendaraan = 77,4 smp/ jam

Ø Rasio Kendaraan Berbelok

$$PLT = \frac{QLT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} = \frac{77,4}{77,4} = 1$$

Ø Lebar efektif (We)

Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan terhadap W_a , W_{masuk} , dan W_{keluar} dan gerakan lalu lintas membelok).

Berdasarkan survei langsung dilapangan didapat $W_e = 3,5$ meter.

Ø Arus jenuh (S)

Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/ jam hijau).

Nilai disesuaikan smp/jam hijau

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \\ = 2100 \times 1,00 \times 0,93 \times 1,00 \times 0,609 \times 1,00 \times 0,84 = 999,077 \text{ smp/ jam}$$

Dimana :

Faktor – faktor penyesuaian

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota, berdasarkan jumlah penduduk kota medan ± 3 juta jiwa, $Fcs = 1,00$

FSF = Faktor penyesuaian hambatan samping, berdasarkan kelas hambatan samping dari lingkungan jalan tersebut, maka dinyatakan lingkungan jalan adalah termasuk kawasan pendidikan, perumahan, perdagangan dan jasa jalan yang ditinjau merupakan jalan arah tipe fase adalah terlindung $FSF = 0,93$

FG = Faktor penyesuaian terhadap kelandaian (G), berdasarkan naik (+) atau turun (-) permukaan jalan, $FG = 1,00$

FP = Faktor penyesuaian parkir (P), berdasarkan jarak henti kendaraan

$$\text{parkir, } Fp = \frac{L_p}{3} - W_A - 2 \times \frac{\left(\frac{L_p}{3} - g\right)}{W_A} K$$

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan ($FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$)

FLT = faktor penyesuaian belok kiri ($FLT = 1,0 - PLT \times 0,16$)

Ø Rasio Arus (FR)

Rasio Arus terhadap arus jenuh (Q/S) dari suatu pendekat.

$$Q = 77,4 \text{ smp/ jam}$$

$$S = 999,077 \text{ smp/ jam}$$

Menghitung rasio Arus :

$$\begin{aligned} \text{FR} &= \frac{Q}{S} \\ &= \frac{77,4}{999,077} = 0,08 \end{aligned}$$

Ø Waktu hilang (LT1)

Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sebagai contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekat yang sama).

$$G_i = (Cua - LTI) \times PR_i \rightarrow Cua = \text{Waktu siklus sebelum penyesuaian}$$

$$LTI = \text{Waktu hilang total persiklus (det)}$$

$$= \Sigma (\text{merah semua} + \text{kuning})$$

$$= 3 \text{ det} + 9 \text{ det}$$

$$= 12 \text{ det}$$

$$\text{Waktu hilang total} = \text{LT1 Fase 1} + \text{LT1 fase 2}$$

$$= 3 \text{ detik} + 1 \text{ detik} = 4 \text{ detik}$$

Ø Waktu siklus

Penentuan waktu siklus ini didapat dari:

$$c = g \text{ arah semua} + LTI$$

$$= 65 + 45 + 45 + 12$$

$$= 167$$

Ø Kapasitas(C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Kapasitas (C) arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.

$$\text{Kapasitas (C)} = \text{Nilai dasar} \times \text{waktu hijau/waktu siklus}$$

$$= S \times g/c ; g = 65. c = 167 = 999,077 \times 45/167 = 269$$

$$\text{smp/jam}$$

Derajat kejenuhan (DS) rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat ($Q \times c/S \times g$).

$$\begin{aligned} \text{Derajat kejenuhan (DS)} &= Q/C = 77,4/269 \\ &= 0,288 \end{aligned}$$

Ø Antrian

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

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Dimana :

$$\begin{aligned} NQ1 &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \\ &= 0,25 \times 269 \times \left[(0,288 - 1) + \sqrt{(0,288 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,288 - 0,5)}{269}} \right] \\ &= 0,269 \text{ smp} \\ NQ2 &= c \times ((1 - GR) / (1 - GR \times DS)) \times Q / 3600 \\ &= 269 \times ((1 - 0,269) / (1 - 0,269 \times 0,288)) \times 77,4 / 3600 \\ &= 20,082 \text{ smp} \\ \text{Total} &= NQ1 + NQ2 = 0,269 + 20,082 = 20,351 \text{ smp} \end{aligned}$$

Ø Panjang antrian (QL)

$$\begin{aligned} QL &= \frac{NQ_{\text{Total}} \times 20}{W_{\text{masuk}}} \\ &= \frac{20,351 \times 20}{3,5} = 116 \text{ m} \end{aligned}$$

Ø Tundaan (Delay)

Tundaan lalu lintas rata – rata (detik/ smp)

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

Dimana :

$$A = \frac{0,5 \cdot (1 - GR)^2}{1 - GR \times DS}$$
$$= \frac{0,5 \cdot (1 - 0,269)^2}{1 - 0,269 \times 0,288} = 0,289$$

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$
$$= 167 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,269)^2}{(1 - 0,269 \times 0,288)} + \frac{0,269 \times 3600}{269}$$
$$= 51,863 \text{ det/smp}$$

Ø Tundaan Geometrik (DG)

$$DG = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$
$$= (1 - 0) \times 1 \times 6 + (0 \times 4)$$
$$= 6 \text{ det/smp}$$

Psv = Rasio kendaraan berhenti dalam kaki simpang (NS = 0)

PT = Rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang (1)

Ø Tundaan Rata – Rata (D)

$$D = DT + DG$$
$$= 51,863 \text{ det/smp} + 6 \text{ det/smp}$$
$$= 57,863 \text{ det/smp}$$
$$= 58 \text{ det/smp}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil studi pada persimpangan yang dianalisis diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Yang mempengaruhi kapasitas simpang adalah waktu lampu hijau dan banyaknya kendaraan yang lewat, maka semakin banyak kendaraan yang menumpuk pada persimpangan.

2. Nilai panjang antrian untuk

Jl. Prof. HM. Yamin SH = 189,172 m, tundaan = 440 det/smp

Jl. Gaharu = 109,314 m, tundaan = 64 det/smp

Jl. Jawa = 116 m, tundaan = 58 det/smp

Berdasarkan hasil analisa diatas hubungan antara tundaan dan antrian dapat diambil suatu kesimpulan bahwa dengan banyaknya kendaraan yang antri di persimpangan tersebut maka tundaan untuk setiap kendaraan akan lebih lama pula. Sehingga menyebabkan tundaan dan antrian maksimum. Karena faktor yang mempengaruhi panjang antrian adalah banyaknya sisa kendaraan pada waktu hijau sebelumnya dengan jumlah kendaraan yang datang pada fase merah. Sedangkan faktor yang mempengaruhi tundaan adalah jumlah waktu hijau dan selisih kendaraan pada fase hijau sebelumnya.

5.2. Saran

Sebagai penutup tugas akhir ini saran-saran yang ingin disampaikan setelah dilaksanakan survei antrian dengan tundaan persimpangan bersinyal Jl. Prof. HM. Yamin SH – Jl. Jawa – Jl. Gaharu adalah:

1. mengantisipasi kepadatan arus lalu lintas yang terjadi pada persimpangan tersebut dengan pengalihan sebagian arus lalu lintas yang melewati persimpangan tersebut dengan melalui jalan lain.

2. Merubah pengaturan fase agar mendapatkan derajat kejenuhan serendah mungkin. Sehingga mendapatkan fase yang ideal untuk persimpangan tersebut.
3. Penyalahgunaan jalan sehingga mengganggu kelancaran lalu lintas pada persimpangan tersebut.
4. Perlu adanya tindakan yang tegas dari aparat yang bertugas di persimpangan kepada para pengguna jalan yang melanggar untuk mengurangi pelanggaran yang terjadi serta meminimalkan kemacetan lalu lintas dilapangan.
5. Perlu adanya penindakan yang tegas kepada yang parkir di badan jalan agar badan jalan dapat digunakan secara maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Bina Marga (1997) *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Sweroad bekerja sama dengan PT. Bina Marga, Jakarta.
- G.R. Wells (1993) *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Penerbit Bhratara.
- Januari, O (2015) *Analisa Panjang Antrian Dengan Tundaan Pada Persimpangan Bersignal Jl. Sudirman-Jl. Ir. Juanda Dengan Jl. Cik Ditiro Di Kota Medan*. Medan
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2015) *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta
- Soedirdjo, T.L (2002) *Rekayasa Lalu Lintas*. Bandung: ITB
- Utomo, S. (2011) *Analisis Panjang Antrian Dengan Tundaan Pada Persimpangan Bersignal*. Medan

LAMPIRAN

Tabel L1: Data arus lalu lintas hari Rabu 23 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (07.00-09.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	37	147	143	32	15
HV	0	2	2	1	0
MC	362	556	10	168	156

Tabel L2: Data arus lalu lintas hari Rabu 23 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (12.00-14.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	42	132	121	43	14
HV	0	4	1	0	0
MC	265	478	31	145	136

Tabel L3: Data arus lalu lintas hari Rabu 23 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (17.00-19.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	32	142	130	49	23
HV	0	2	1	0	0
MC	321	431	21	148	151

Tabel L4: Data arus lalu lintas hari Kamis 24 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (07.00-09.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	26	133	137	43	36
HV	0	2	3	0	0
MC	355	473	32	165	135

Tabel L5: Data arus lalu lintas hari Kamis 24 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (12.00-14.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	16	123	152	69	21
HV	0	2	2	0	0
MC	421	387	76	132	127

Tabel L6: Data arus lalu lintas hari Kamis 24 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (17.00-19.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	27	120	132	61	32
HV	0	2	2	1	0
MC	365	359	77	122	142

Tabel L7: Data arus lalu lintas hari Jumat 25 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (07.00-09.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	14	124	132	62	28
HV	0	2	0	2	0
MC	397	421	69	146	134

Tabel L8: Data arus lalu lintas hari Jumat 25 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (12.00-14.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	21	119	67	65	37
HV	0	3	4	0	0
MC	376	421	78	162	143

Tabel L9: Data arus lalu lintas hari Jumat 25 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (17.00-19.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	21	142	45	56	32
HV	0	1	1	2	0
MC	376	376	75	153	135

Tabel L10: Data arus lalu lintas hari Sabtu 26 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (07.00-09.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	24	121	143	54	34
HV	0	2	2	0	0
MC	344	378	25	152	121

Tabel L11: Data arus lalu lintas hari Sabtu 26 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (12.00-14.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	31	132	132	73	31
HV	0	2	2	0	0
MC	355	411	32	162	143

Tabel L12: Data arus lalu lintas hari Sabtu 26 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (17.00-19.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	28	142	135	49	31
HV	0	2	2	0	0
MC	351	389	41	156	143

Tabel L13: Data arus lalu lintas hari Minggu 27 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (07.00-09.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	15	111	98	42	23
HV	0	0	0	0	0
MC	213	215	35	89	53

Tabel L14: Data arus lalu lintas hari Minggu 27 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (12.00-14.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	21	121	89	66	26
HV	0	0	0	0	0
MC	279	321	59	176	65

Tabel L15: Data arus lalu lintas hari Minggu 27 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (17.00-19.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	23	121	135	65	32
HV	0	1	1	0	0
MC	321	301	42	164	69

Tabel L16: Data arus lalu lintas hari Senin 28 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (07.00-09.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	31	127	143	57	32
HV	0	2	0	2	0
MC	372	354	78	173	143

Tabel L17: Data arus lalu lintas hari Senin 28 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (12.00-14.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	35	128	131	75	23
HV	0	2	2	0	0
MC	431	378	75	154	152

Tabel L18: Data arus lalu lintas hari Senin 28 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (17.00-19.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	29	132	125	66	31
HV	1	2	2	0	0
MC	434	401	76	142	127

Tabel L19: Data arus lalu lintas hari Selasa 29 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (07.00-09.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	22	143	147	47	23
HV	0	0	0	2	0
MC	378	387	65	152	142

Tabel L20: Data arus lalu lintas hari Selasa 29 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (12.00-14.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	11	121	76	67	35
HV	0	2	2	0	0
MC	395	401	69	169	154

Tabel L21: Data arus lalu lintas hari Selasa 29 Agustus 2017 pada persimpangan Jl. Prof. HM Yamin SH - Jl. Jawa- Jl. Gaharu pada jam sibuk (17.00-18.00).

Tipe kendaraan	Jumlah Arus lalu lintas				
	Lengan Timur		Lengan Utara		Lengan Selatan
	LT	ST	RT	ST	LT
LV	31	136	65	63	43
HV	0	2	2	0	0
MC	343	387	75	153	162

FOTO DOKUMENTASI



Gambar L1: Perhitungan geometri jalan



Gambar L2: Perhitungan geometri jalan



Gambar L3: Perhitungan volume kendaraan



Gambar L4: Perhitungan volume kendaraan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

NamaLengkap :Anggi Putra Aryandy Hsb
Panggilan :Andy
Tempat, TanggalLahir :Suaq Bakung, 26 Desember 1994
JenisKelamin : Laki-Laki
AlamatSekarang :Jl. Letda Sujono Gg. Serasi No.17
Nomor KTP :1271142612940004
Alamat KTP : Jl. Letda Sujono Gg. Serasi No.17
No. TelpRumah : -
No. HP/TelpSeluler : 081362246038
E-mail :Anggiputraaryandyhsb14@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

NomorIndukMahasiswa :1307210064
Fakultas :Teknik
Jurusan :TeknikSipil
Program Studi :TeknikSipil
PerguruanTinggi :UniversitasMuhammadiyah Sumatera Utara
AlamatPerguruanTinggi :Jl. KaptenMughtarBasri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	NamadanTempat	TahunKelulusan
1	SekolahDasar	SDN 067240 Medan	2007
2	SMP	SMPN 29 Medan	2010
3	SMA	SMANegeri 11 Medan	2013
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2013 sampai selesai.		