

**KAJIAN MANAJEMEN ARUS LALU LINTAS  
UNTUK MENGATASI MASALAH TUNDAAN  
PADA PERSIMPANGAN  
(STUDI KASUS : JL. GATOT SUBROTO)**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik*

Oleh :

**EDIRIKSON SIPAHUTAR**  
**NIM : 08 811 0009**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2012**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/1/24

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

# KAJIAN MANAJEMEN ARUS LALU LINTAS UNTUK MENGATASI MASALAH TUNDAAN PADA PERSIMPANGAN (STUDI KASUS : JL. GATOT SUBROTO)

## TUGAS AKHIR

OLEH :

**EDIRIKSON SIPAHUTAR**

**NIM : 08 811 0009**

Disetujui :

Pembimbing I

(Ir. Nuril Mahda Rkt., MT)

Pembimbing II

(Ir. Marwan Lubis, MT)

Mengetahui :



(Ir. Hj. Haniza A.S., MT)

Kaprogram Studi,

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Tanggal lulus : 30 Oktober 2012

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)4/1/24

## ABSTRAK

Persimpangan jl. Gatoto Subroto yang berhubungan dengan Jl. Guru Patimpus dan Jl. Adam Malik merupakan salah satu daerah pusat perdagangan, dengan tingkat kepadatan arus lalu lintas dipersimpangan cukup besar karena tingginya aktivitas dikiri dan kanan ruas jalan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian, serta meningkatkan kinerja simpang Gatot Subroto medan, dengan menggunakan MKJI 1997.

Berdasarkan penelitian, bahwa kondisi persimpangan Jl. Gatot Subroto pada saat ini tidak memadai untuk menampung arus lalu lintas yang ada. hal ini dapat dilihat dari derajat kejenuhan pada Jl. Guru Patimpus sebesar 0,957, Jl. Adam Malik sebesar 0,957, Jl. Gatot Subroto sebesar 0,957, dimana angka melebihi variabel batas normal derajat kejenuhan 0,85. Panjang antrian Jl. Guru Patimpus sebesar 441 smp/jam, Jl. Adam Malik sebesar 800 smp/jam, Jl. Gatot Subroto sebesar 301 smp/jam. Dengan nilai tundaan rata-rata pada Jl. Guru Patimpus 123,9 detik/smp, Jl. Adam Malik sebesar 88,5 detik/smp, Jl. Gatoto Subroto sebesar 153 dt/smp.

Dari hasil perhitungan skenario diatas nilai tundaan terendah terjadi pada skenario 2 (dua) yaitu, analisa dengan data arus lalu lintas eksesting, geometri eksesting, fase dirubah menjadi 2 fase, pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang, nilai tundaan rata-rata skenario 2 sebesar 34,566 detik/smp indek tingkat pelayanan D.

**Kata Kunci:** *Rambu Lalu Lintas, Tundaan*

## ABSTRACT

*Intersection Jl. corresponding Gatoto Subroto between Jl. Learn the Patimpus and Jl. Adam Malik represent one of area center the commerce, with the level of density of big enough intersection traffic current because left activity height and the joint streets right. Intention of this research is look for degree of saturation, tundaan and queue opportunity, and also improve the performance digress the Gatot Subroto field, by using MKJI 1997.*

*Pursuant to research that condition of intersection Jl. Gatot Subroto at the moment is not adequate to accomodate the existing traffic current . this matter is visible from saturation degree of Jl. Learn the Patimpus of equal to 0,957, Jl. Adam Malik of equal to 0,957, Jl. Gatot Subroto of equal to 0,957, there are number exceed the normal boundary variable degree of saturation 0,85. length of Queue Jl. Learn the Patimpus of equal to 441 smp / clock, Jl. Adam Malik of equal to 800 smp / clock, Jl. Gatot Subroto of equal to 301 smp / clock. With the value of tundaan mean of Jl. Learn the Patimpus 123,9 detik / smp, Jl. Adam Malik of equal to 88,5 detik / smp, Jl. Gatoto Subroto of equal to 153 dt / smp.*

*From result of scenario calculation of is above became of the smallest value tundaan of scenario 2 ( two) that is, analyse with the data of current of traffic eksesting, geometry eksesting, phase altered to become 2 phase , movement of current LTOR ( direct turn to left) allowed by each;every arm digress, value of tundaan of scenario mean 2 equal to 34,56 detik / smp indek mount the service D.*

**Keyword: Traffic Light, Pending**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-nya, sehingga akhirnya penulis dapat menyusun/menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “ ***Kajian Manajemen Arus Lalu lintas Untuk Mengatasi Masalah Tundaan Pada Pesimpangan (Studi kasus: Jl. Gatot Subroto Medan)*** adalah guna melengkapi tugas-tugas dan syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik Sipil di Universitas Medan Area (UMA).

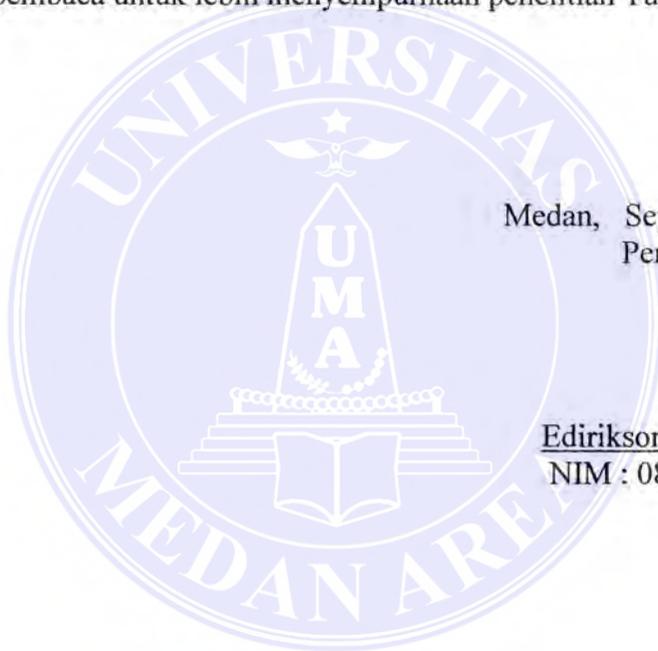
Di dalam penyusunan Tugas Akhir ini semuanya tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan hati yang tulus dan hormat, penulis mengucapkan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. A. Ya'kup Matondang, MA, selaku Rektor Universitas Medan Area (UMA).
2. Ibu Ir. HJ. Hanizah, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area (UMA).
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area (UMA).
4. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT, selaku Pembimbing I yang telah memberikan masukan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Marwan Lubis , MT, selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk membina dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. **Oranga Tua saya yang memperjuangkan dan membina serta mendidik saya**

UNIVERSITAS MEDAN AREA Bangku kuliah sampai menyusun Tugas Akhir ini.

7. Posma Taaty Simanjuntak , yang telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Serta rekan-rekan saya yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan penelitian Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini disebabkan karena keterbatasan pengetahuan dalam literature yang ada untuk itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang baik dari pembaca untuk lebih menyempurnaan penelitian Tugas Akhir ini.



Medan, September 2012  
Penulis,

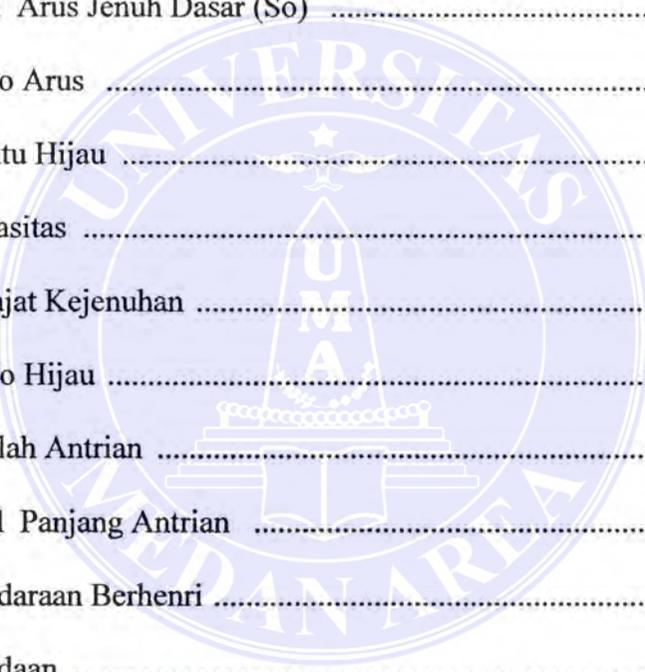
Edirikson Sipahutar  
NIM : 08 811 0009

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Manfaat Penelitian .....	2
1.5. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian .....	3
1.6. Metodologi .....	3
1.7. Prosedur bagan alir .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Jenis-jenis Pengendalian Lalu lintas .....	6
2.2. Karakteristik Lampu Merah .....	8
2.3. Pengaturan Fase.....	10
2.4. Analisa Perancangan .....	13
2.5. Penentuan Waktu Sinyal .....	16

2.5.2. Waktu Hijau .....	17
2.6. Kapasitas dan derajat kejenuhan .....	18
2.7. Perilaku Lalu lintas .....	18
2.7.1. Panjang Antrian .....	18
2.7.2. Angka Henti .....	19
2.7.3. Rasio Kendaraan Terhenti .....	20
2.7.4. Tundaan .....	20
2.7.4.1. Tundaan Lalu lintas .....	20
2.7.4.2. Tundaan Geometri .....	21
2.8. Pemilihan Tipe Simpang .....	22
2.8.1. Umum .....	22
2.8.2. Pertimbangan Keselamatan Lalu lintas .....	22
2.8.2.1. Dampak Perencanaan Geometri .....	23
2.8.2.2. Dampak Keselamatan Akibat Pengaturan Sinyal .	23
2.8.3. Petimbangan Lingkungan .....	23
2.9. Perencanaan Rinci .....	23
2.10. Pengaturan Lalu lintas dan Alat Pengatur Lalu lintas .....	24
2.11. Prosedur Perhitungan .....	26
2.11.1 Kondisi Arus Lalu lintas .....	29
2.12 Penggunaan Sinyal .....	31
2.12.1 Penentuan Fase Sinyal .....	30
2.12.2 Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang .....	30
2.13 Penentuan Waktu Sinyal .....	33
2.13.1 Tipe Pendekat .....	33

2.13.2	Lebar Pendekat Efektif .....	35
2.13.3	Arus Jenuh Dasar .....	37
2.13.4	Faktor Penyesuaian .....	38
2.13.5	Rasio Arus/Rasio Arus Jenuh .....	43
2.13.6	Waktu Siklus dan Waktu Hijau .....	44
2.14	Kapasitas .....	46
2.14.1	Keperluan Untuk Perubahan .....	47
2.15	Perilaku Lalu lintas .....	48
2.15.1	Persiapan .....	48
2.15.2	Panjang Antrian .....	49
2.15.3	Kendaraan Terhenti .....	51
2.15.4	Tundaan .....	52
2.15.5	Indikator Tingkat Pelayanan .....	54
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>55</b>
3.1.	Tahapan Pekerjaan .....	55
3.2.	Tahapan Persiapan .....	56
3.2.1	Lokasi Penelitian .....	56
3.3.	Tahapan Pengumpulan Data .....	59
3.3.1.	Pengumpulan Data Sekunder .....	59
3.3.2.	Pengumpulan Data Primer .....	60
3.3.2.1.	Survey Volume Lalu lintas .....	60
3.3.2.2.	Survey Geometrik Ruas Jalan dan persimpangan ...	62
3.3.2.3.	Survei Jumlah Fase dan Waktu Sinyal Simpang .....	62
3.4.	Tahap Pengolahan Data .....	62



3.4.1. Perhitungan Persimpangan .....	63
3.5. Tahapan Analisa Data .....	64
<b>BAB IV ANALISA DATA .....</b>	<b>65</b>
4.1 Pengumpulan Data .....	65
4.1.1 Survei Arus Lalu lintas .....	65
4.1.2 Survei Giometrik, jumlah fase dan waktu signal eksisting .	69
4.2 Pengolahan Data .....	65
4.2.1 Arus Jenuh Dasar (So) .....	70
4.3 Rasio Arus .....	71
4.4 Waktu Hijau .....	73
4.5 Kapasitas .....	74
4.6 Derajat Kejenuhan .....	75
4.7 Rasio Hijau .....	76
4.8 Jumlah Antrian .....	78
4.8.1 Panjang Antrian .....	79
4.9 Kendaraan Berhenri .....	81
4.10 Tundaan .....	83
4.11 Perhitungan Sesuai dengan Skenario .....	86
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>89</b>
4.1 Kesimpulan .....	89
4.2 Saran .....	90
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>91</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>92</b>

## DAFTAR GAMBAR

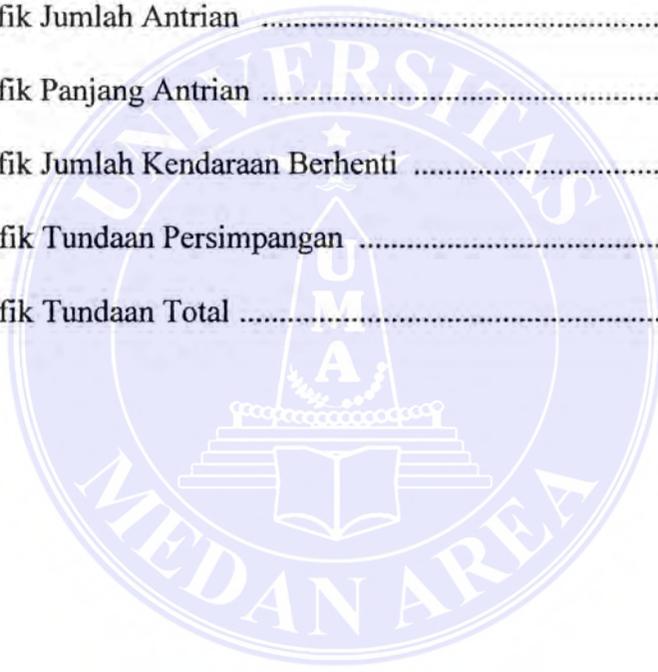
Gambar 1.1	Bagan Alir Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data .....	5
Gambar 2.1	Konflik Primer dan Sekunder Pergerakan Pada Suatu Simpang ..	9
Gambar 2.2	Pengaturan Fase Lalu Lintas Dengan Pemisahan Gerakan Belok Kanan .....	12
Gambar 2.3	Pengaturan Fase Untuk Berbagai Jenis Geometrik Simpang .....	13
Gambar 2.4	Titik-titik konflik, jarak untuk keberangkatan dan kedatangan ..	32
Gambar 2.5	Penentuan Tipe Pendekat .....	35
Gambar 2.6	Pendekat Dengan dan Tanpa Pulau Lalu Lintas.....	36
Gambar 2.7	Arus Jenuh Dasar Untuk Pendekat Tipe P ( Terlindung ).....	37
Gambar 2.8	Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian .....	39
Gambar 2.9	Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek (Fp) .....	40
Gambar 2.10	Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kanan ( Frt ) .....	41
Gambar 2.11	Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Belok Kiri ( Flt ) .....	42
Gambar 2.12	Penetapan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian .....	45
Gambar 2.13	Jumlah Kendaraan Antri ( smp) .....	49
Gambar 2.14	Perhitungan Jumlah Antrian ( Nq Max ) Dalam smp.....	51
Gambar 2.15	Penetapan Tundaan Lalu lintas Rata-Rata ( DT ).....	53
Gambar 3.1	Bagan Alir Tahapan Pekerjaan .....	55
Gambar 3.2	Denah Lokasi Survei .....	57
Gambar 3.3	Peta Dasar dan Lokasi Studi.....	58
Gambar 3.4	Bagan Alir Perhitungan .....	63
Gambar 3.5	Kondisi Lapangan .....	92
Gambar 3.6	Kondisi Antrian Pada Pesimpangan .....	92

Gambar 3.7 Saat Pengambilan Data .....	93
Gambar 3.8 Saat Pengambilan Data .....	93
Gambar 3.9 Pergerakan Arus Lalu Lintas Pada Saat Lampu Hijau .....	94
Gambar 3.10 Pada Saat Terjadi Kemacetan .....	94



## GRAFIK

Grafik 4.1	Grafik Arus Jenuh .....	72
Grafik 4.2	Grafik Waktu Hijau .....	74
Grafik 4.3	Grafik Jumlah Kendaraan .....	75
Grafik 4.4	Grafik Derajat Kejenuhan .....	76
Grafik 4.5	Grafik Rasio Hijau .....	77
Grafik 4.6	Grafik Jumlah Antrian .....	79
Grafik 4.7	Grafik Panjang Antrian .....	80
Grafik 4.8	Grafik Jumlah Kendaraan Berhenti .....	82
Grafik 4.9	Grafik Tundaan Persimpangan .....	84
Grafik 4.10	Grafik Tundaan Total .....	85



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Jenis Kendaraan Mobil Penumpang .....	14
Tabel 2.2	: Ekvivalen kendaraan penumpang (emp).....	29
Tabel 2.3	: Waktu Antar Hijau .....	31
Tabel 2.4	: Faktor Penyesuaian Kota (FCS) .....	38
Tabel 2.5	: Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tidak Bermotor .....	38
Tabel 2.6	: Waktu Siklus .....	45
Tabel 2.7	: Indikator Tingkat Pelayanan berdasarkan nilai tundaan pada persimpangan .....	54
Tabel 4.1	: Hasil Survei Volume Lalu Lintas Jam Puncak Persimpangan	66
Tabel 4.2	: Angka Ekvivalen Mobil Penumpang (emp) .....	67
Tabel 4.3	: Hasil Survei Volume Lalu Lintas Jam Puncak .....	68
Tabel 4.4	: Pengumpulan Data Geometrik, Jumlah Fase Dan Waktu Sinyal	69
Tabel 4.5	: Nilai Arus Jenuh Dasar Dipersimpangan .....	70
Tabel 4.6	: Nilai Arus Jenuh Persimpangan .....	71
Tabel 4.7	: Nilai Rasio Arus Persimpangan .....	72
Tabel 4.8	: Waktu Hijau (G) Untuk Masing-Masing Pendekat.....	73
Tabel 4.9	: Jumlah Kendaraan smp/jam.....	75
Tabel 4.10	: Derajat Kejenuhan (DS) .....	76
Tabel 4.11	: Rasio Hijau.....	77
Tabel 4.12	: Jumlah Kendaraan Antri .....	78
Tabel 4.13	: Panjang Antrian.....	80
Tabel 4.14	: Hasil Perhitungan Untuk Kendaraan Terhenti .....	81

Tabel 4.15 : Tundaan Rata-Rata Persimpangan .....	84
Tabel 4.16 : Grafik Tundaan Persimpangan Total .....	85
Tabel 4.17 : Hasil Perhitungan Skenario Eksisting dengan Menggunakan Bantuan Program MKJI .....	87
Tabel 4.18 : Hasil Perhitungan Skenario Satu dengan Menggunakan Bantuan Program MKJI .....	87
Tabel 4.19 : Hasil Perhitungan Skenario Kedua dengan Menggunakan Bantuan Program MKJI .....	88
Tabel 4.20 : Hasil Perhitungan Skenario Ketiga dengan Menggunakan Bantuan Program MKJI .....	88



## DAFTAR ISTILAH

### Kondisi dan karakteristik lau lintas

emp Ekivalensi mobil penumpang faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kend. Ringan lainnya sehubungan dengan nampaknya pada perilaku lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya,  $emp = 1,0$ ).

smp Satuan mobil penumpang Satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp.

Type O Arus berangkat terlawan Keberangkatan dengan komflik antara gerak belok kanan dan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama.

Type P Arus berangkat terlindung keberangkatan tanpa konflik antar gerak lalu lintas belok kanan dan lurus.

LT Belok kiri Indeks untuk lalu lintas yang belok kiri.

LTOR Belok kiri langsung Indeks untuk lalu lintas yang belok kiri yang diijinkan lewat pada saat sinyal merah.

ST Lurus Indeks untuk lalu lintas yang lurus.

RT	Belok kanan	Indeks untuk lalu lintas yang belok kekanan.
T	Pembelokan	Indeks untuk lalu lintas yang berbelok.
$P_{RT}$	Rasio belok kanan	Rasio untuk lalu lintas yang belok kekanan.
Q	Arus lalu lintas	Jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan kend/jam; smp/jam.
$Q_0$	Arus melawan	Arus lalu lintas dalam pendekat yang berlawanan, yang berangkat dalam fase hijau yang sama.
$Q_{RTO}$	Arus melawan belok kanan	arus dari lalu lintas belok kanan dari pendekat yang berlawanan (kend./jam ; smp/jam).
S	Arus jenuh	Besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).
$S_0$	Arus jenuh dasar	Besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).
DS	Derajat kejenuhan	Rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat ( $Q_{xc}/S_x$ g).
FR	Rasio arus	Rasio arus terhadap (Q/S) dari suatu pendekat.

IFR	Rasio arus simpang	Jumlah dari rasio arus kritis (=semua) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus ( $IFR = \Sigma(Q/S)_{crit}$ ).
PR	Rasio fase	Rasio arus kritis dibagi dengan rasio arus simpang (sebagai contoh, untuk bagian pendekat $j$ : $C_j = S_j \times g_j / c$ , kend./jam, smp/jam).
C	Kapasitas	Arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu (misalnya: rencana geometrik, lingkungan komposisi lalu lintas dan sebagainya). Catatan: biasanya dinyatakan dalam kendaraan/km atau smp/jam.
F	Faktor penyesuaian	Faktor koreksi untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variabel.
D	Tundaan	Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang. Catatan: tundaan terdiri dari Tundaan Lalu Lintas (DT), yang disebabkan pengaruh kendaraan lain, dan Tundaan Geometrik (DG) yang disebabkan perlambatan dan percepatan untuk melewati

fasilitas (misalnya akibat lengkung horizontal pada persimpangan).

QL Panjang antrian Panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat (m).

NQ Antrian Jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kend; smp).

NS Angka henti Jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang-ulang dalam antrian).

P<sub>SV</sub> Rasio kendaraan terhenti Rasio dari arus lalu lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal.

**Kondisi dan karakteristik geometrik**

W<sub>A</sub> Lebar pendekat Lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur dibagian tersempit disebelah hulu (m).

W<sub>MASUK</sub> Lebar masuk Lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti (m).

W<sub>KELUAR</sub> Lebar keluar Lebar bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan oleh lalu lintas berangkat setelah melewati persimpangan jalan (m).

W<sub>e</sub> Lebar efektif Lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan

pertimbangan terhadap  $W_A$ ,  $W_{MASUK}$ ,  $W_{KELUAR}$  dan gerak lalu lintas membelok; m).

L Jarak

Panjang dari segmen jalan (m).

GRAD Landai jalan

kemiringan dari suatu segmen jalan dalam arah perjalanan (+/-%).

### Kondisi lingkungan

COM Komersial

Lahan niaga (sebagai contoh: Toko, restoran, kantor) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.

RES Permukiman

Lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.

RA Akses terbatas

Jalan masuk langsung tidak ada atau terbatas (sbg contoh: karena adanya penghalang, jalan samping dsb).

CS Ukuran kota

Jumlah penduduk dalam suatu daerah perkotaan.

SF Hambatan samping

Interaksi antara arus lalu lintas dan kegiatan samping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh didalam pendekat.

### Parameter pengaturan sinyal

I Fase

Bagian dari siklus-sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu

dari gerakan lalu lintas ( $i$ =indeks untuk nomor fase).

**c** Waktu siklus Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal (sbg contoh, diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekat yang sama; detikik).

**g** Waktu hijau Waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (detik.).

**$g_{max}$**  Waktu hijau maksimum Waktu hijau maksimum yang diijinkan dalam suatu fase untuk kendali lalu lintas aktuasi kendaraan (detikik).

**$g_{min}$**  Waktu hijau minimum Waktu hijau minimum yang diperlukan (sbg. Contoh; karena penyeberangan pejalan kaki; detikik).

**GR** Rasio hijau Perbandingan antar waktu hijau dan waktusiklus dalam suatu pendekat ( $GR = g/c$ ).

**ALL-RED** Waktu merah semua Waktu dimana sinyal merah menyala bersama dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berturutan (detikik).

**AMBER** Waktu kuning Waktu dimana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam sebuah pendekat (detikik).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)4/1/24

IG	Antar hijau	Periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (detik).
LTI	Waktu hilang	Jumlah semua periode antar hijau dalam siklus lengkap (detik.) waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

### Arus Lalu Lintas

Lv	Kendaraan ringan	Kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi: mobil penumpang, oplet, mikrobis, pick-up dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
HV	Kendaraan Berat	Kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi: bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi bina marga).
MC	Sepeda motor	Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliuti: sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).
UM	Kendaraan tak bermotor	kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi: sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta sorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

$F_{smp}$	Faktor smp	Faktor untuk mengubah arus kendaraan campuran menjadi arus yang setara dalam smp untuk keperluan analisa kapasitas.
k	Faktor lhr	Faktor untuk mengubah arus yang dinyatakan dalam LHRT ( Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan).
$Q_{DH}$	Arus jam rencana	Arus lalu lintas yang digunakan untuk perancangan (planning).
SP	Pemisahan arah	Pembagian arah lalu lintas dalam kedua arah jalan (biasanya dinyatakan sebagai persentase arus total pada setiap arah, contoh 60/40). SP arah 1 = $100 \times Q_1 / (Q_1 + Q_2)$ .
PHF	Faktor jam puncak	Perbandingan antara arus lalu lintas jam puncak dengan 4 kali 15-menitan tertinggi arus lalu lintas pada jam yang sama. $PHF = Q_{PH} / (4 \times Q_{max\ 15\ menit})$ .

### Ukuran perilaku lalu lintas

TP	Perilaku lalu lintas	Ukuran kuantitatif yang menerangkan kondisi operasional fasilitas lalu lintas seperti yang dinilai oleh pembina jalan. (pada umumnya dinyatakan dalam kapasitas, derajat kejenuhan, kecepatan rata-rata, waktu tempuh, tundaan, peluang antrian,
----	----------------------	--

panjang antrian atau rasio kendaraan terhenti).

**LoS** Tingkat pelayanan (kinerja jalan) Ukuran kuantitatif yang digunakan di HCM 85 amerika serikat yang menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu lintas dan penilainya oleh pemakai jalan.

**DS** Derajat kejenuhan Rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas.  
Catatan: biasanya dihitung per jam.

**V** Kecepatan perjalanan Kecepatan kendaraan (biasanya km/jam atau m/detik).

**FV** Kecepatan arus bebas Kecepatan kendaraan yang tidak dihalangi oleh kendaraan lain.

**TT** Waktu tempuh Waktu total yang diperlukan untuk melewati suatu panjang jalan tertentu, termasuk waktu terhenti dan tundaan pada simpang. Catatan: waktu tempuh tidak termasuk berhenti untuk beristirahat, perbaikan kendaraan.

**B** Iringan (peleton) Kondisi lalu lintas bila kendaraan bergerak dalam antrian (peleton) dengan kecepatan yang sama karena tertahan oleh kendaraan yang di depan (pemimpin peleton) (Catatan: waktu antara ke depan  $\leq 5$  detik).

DB	Derajat iringan	Rasio arus kendaraan dalam peleton terhadap arus total.
P <sub>SV</sub>	Rasio Kendaraan terhenti	Rasio dari arus lalu lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti dari sinyal.

### Karakteristik geometrik

W <sub>C</sub>	Lebar jalur lalu lintas	Lebar dan jalur jalan yang dilewati, tidak termasuk bahu.
W <sub>S</sub>	Lebar bahu	Lebar bahu (m) disamping jalur lalu lintas, direncanakan sebagai ruang untuk kendaraan yang sekali-sekali berhenti, pejalan kaki dan kendaraan lambat.
M	Median	Derajat yang memisahkan arah lalu lintas pada suatu segmen jalan.

### Kondisi lingkungan

LU	Guna lahan	Pengembangan lahan disamping jalan. Untuk tujuan perhitungan, guna lahan dinyatakan dalam persentase dari segmen jalan dengan pengembangan tetap dalam bentuk bangunan (terhadap panjang total).
QP%	Peluang antrian	Peluang antrian dengan lebih dari dua kendaraan di daerah pendekat yang mana saja, pada simpang tak bersinyal.

## DAFTAR LAMPIRAN

Lamp 1 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-I .....	95
Lamp 2 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-II .....	96
Lamp 3 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-III .....	97
Lamp 4 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-IV .....	98
Lamp 5 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-V .....	99
Lamp 6 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-I .....	100
Lamp 7 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-II .....	101
Lamp 8 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-III .....	102
Lamp 9 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-IV .....	103
Lamp 10 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-V .....	104
Lamp 11 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-I .....	105
Lamp 12 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-II .....	106
Lamp 13 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-III .....	107
Lamp 14 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-IV .....	108
Lamp 15 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-V .....	109
Lamp 11 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-I .....	110
Lamp 12 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-II .....	111
Lamp 13 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-III .....	112
Lamp 14 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-IV .....	113
Lamp 15 : Tabel Simpang Bersinyal Formulir SIG-V .....	114

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Seiring dengan pesatnya perkembangan di segala bidang serta mobilitas yang tinggi untuk melaksanakan aktifitas kehidupan sehari-hari menuntut tersedianya sarana dan prasarana yang aman, nyaman dan lancar. Tuntutan pelaksanaan aktivitas tersebut disesuaikan dengan dinamika kehidupan masyarakat yang beraneka ragam, diantaranya adalah transportasi dan perdagangan. Pada jam-jam tertentu, lalu lintas padat oleh kariawan swasta dan kantor. Hal ini menuntut terpenuhinya angkutan umum dan angkutan kota yang memadai. Sedangkan dalam hal perdagangan, kita tidak lepas dari system pengangkutan barang atau orang yang memadai demi lancarnya perdagangan.

Salah satu titik ruas jalan yang memiliki peranan besar di Kota Medan adalah pada Persimpangan Gatot Subroto yang berhubungan antara Jalan Guru Patimpus dengan Jalan Gatot Subroto yang merupakan salah satu daerah pusat perdagangan. Tingkat kepadatan lalu lintas diruas jalan ini cukup besar, karena adanya beberapa kantor. Selain itu, kegiatan ekonomi yang berada di sepanjang jalan juga mengakibatkan kemacetan. Hal ini disebabkan kendaraan parkir pada ruas jalan. Sistem pergerakan transportasi dari berbagai macam dan karakteristik lalu lintas yang terjadi ditambah para pengguna jalan, khususnya angkutan yang berhenti semauanya disepanjang jalan Gatot Subroto.

Untuk menindak lanjuti tahapan studi tersebut, dengan memperhatikan kondisi yang ada dan rencana pengembangan dimasa yang akan datang maka acuan penulis untuk mengajukan skripsi dengan judul **KAJIAN MANAJEMEN ARUS LALU LINTAS UNTUK MENGATASI MASALAH TUNDAAN PADA PERSIMPANGAN ( STUDI KASUS: JL. GATOT SUBROTO MEDAN).**

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana tingkat kinerja pada simpang dilihat dari :

- a. Tundaan (D).
- b. Derajat Kejenuhan (DS).
- c. Peluang Antrian (QL).

## **1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk meneliti atau mengkaji arus lalu lintas pada persimpangan jalan Gatot Subroto Medan.

Tujuan dari pada penelitian ini adalah mencari derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian, serta meningkatkan kinerja simpang Gatot Subroto Medan.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini meliputi :

1. Dengan manajemen lalu lintas simpang yang tepat diharapkan kemacetan yang terjadi pada pertemuan sebidang Simpang Gatot Subroto Medan.
2. Sebagai bahan masukan, khususnya dari segi manajemen lalu lintas simpang dalam hal meningkatkan kapasitas, menurunkan derajat kejenuhan, perilaku lalu lintas (panjang antrian, angka henti, rasio kendaraan terhenti dan tundaan) pada pertemuan sebidang simpang empat Gatot Subroto Medan.

### **1.5. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian**

1. Daerah yang ditinjau adalah pertemuan sebidang bercabang empat (simpang empat lengan).
2. Cara menganalisis menggunakan pedoman standar MKJI 1997 dengan menggunakan perangkat lunak KAJI.
3. Data primer arus lalu lintas diambil dari pengamatan lapangan yang dilakukan pada jam sibuk pagi, siang dan sore.
4. Data sekunder arus lalulintas diperoleh dari instansi terkait.

### **1.6. Metodologi**

Penelitian ini dilakukan dipersimpangan JL. Gatot Subroto – JL. Guru Patimpus - JL. Adam Malik di kecamatan Medan Petisah. Metode pengolahan dan perhitungan mengacu pada prosedur perhitungan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

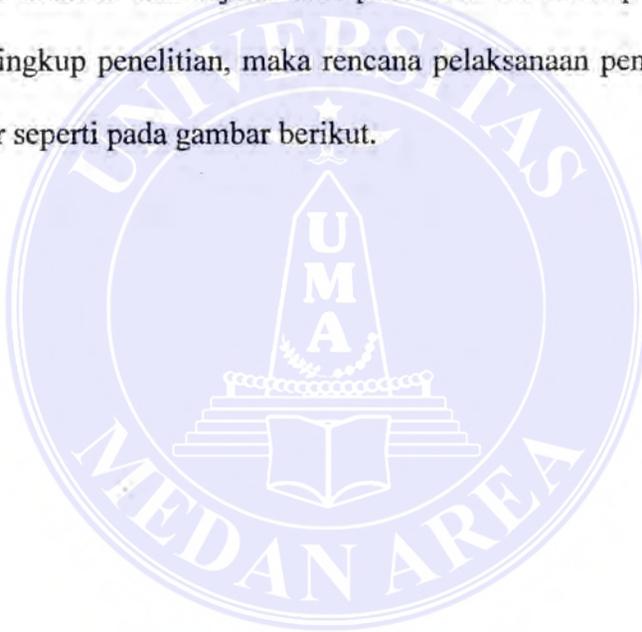
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

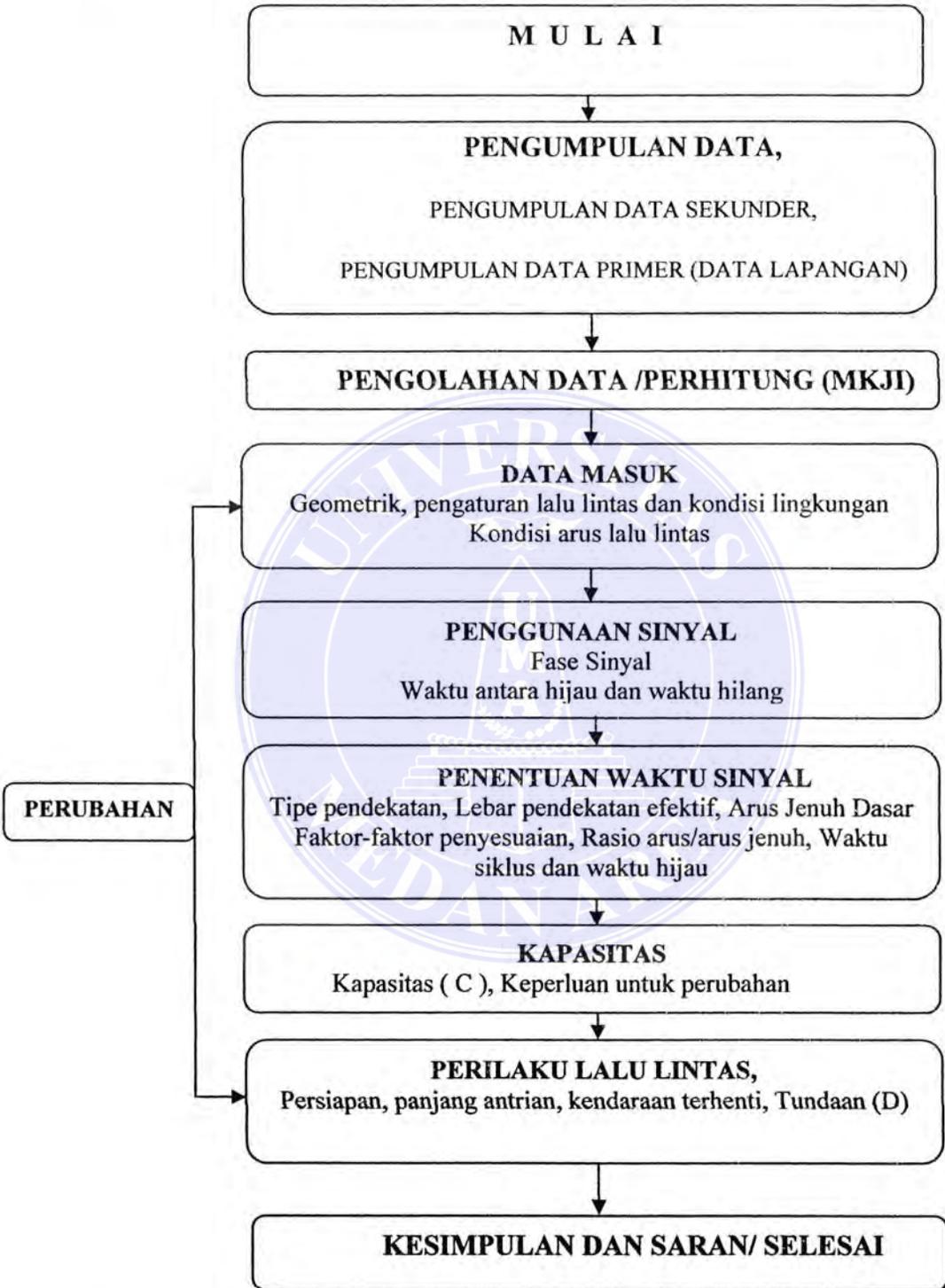
Access From (repository.uma.ac.id)4/1/24

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini dibagi atas dua jenis data yaitu data primer (data lapangan) dan data sekunder. Data primer (data lapangan) dikumpulkan melalui survei langsung kelapangan sedangkan data sekunder dikumpulkan melalui studi kepustakaan sesuai dengan kebutuhan pada penelitian ini, berupa literatur-literatur, journal-journal hasil penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini, data statistik dari Badan Pusat Statistic (BPS) , Dinas Perhubungan Darat Sumatera Utara, dan lain-lain.

Sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini serta pertimbangan batasan dan ruang lingkup penelitian, maka rencana pelaksanaan penelitian akan mengikuti bagan alir seperti pada gambar berikut.



1.7 Kerangka Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Jenis-jenis Pengendalian lalu lintas

Lampu lalu lintas adalah suatu alat kendali (kontrol) Dengan menggunakan lampu yang terpasang pada persimpangan dengan tujuan untuk mengatur arus lalu lintas. Pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan pada dasarnya dimaksudkan untuk bagaimana pergerakan kendaraan dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada. Ada beberapa jenis kendali dengan menggunakan lampu lalu lintas dimana pertimbangan ini sangat tergantung pada situasi dan kondisi persimpangan yang ada seperti volume, geometrik simpang dan sebagainya.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) bahwa berdasarkan cakupannya, jenis kendali dengan menggunakan lampu lalu lintas pada persimpangan dibedakan antara lain :

- a) Lampu lalu lintas terpisah (*Isolated Traffic Signal*): yaitu pengoperasian lalu lintas dimana dalam perancangannya hanya didasarkan pada suatu tempat persimpangan saja tanpa mempertimbangkan simpang lain yang terdekat.
- b) Lampu lalu lintas terkoordinasi (*Coordinated Traffic Signals*): yaitu pengoperasian lalu lintas dimana dalam perancangannya mempertimbangkan mencakup beberapa simpang yang terdapat pada suatu jalur / arah tertentu.

c) Lampu lalu lintas jaringan (*Networking Traffic Signals*): yaitu pengoperasian lalu lintas dimana dalam perancangannya mempertimbangkan mencakup beberapa simpang yang terdapat dalam suatu jaringan jalan dalam suatu kawasan.

Beberapa cara pengoperasiannya, jenis kendali lampu lalu lintas, pada persimpangan dibedakan antara lain:

- a) *Fixed Time Traffic Signals* : yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana pengaturan waktunya tidak mengalami perubahan (tetap).
- b) *Actuated Traffic Signals*: yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana pengaturan waktunya (*Setting Time*) mengalami perubahan dari waktu ke waktu sesuai dengan kedatangan kendaraan (*Demand*) dari berbagai pendekat/ kaki simpang (*Approaches*).

Diperlukanya lampu lalu lintas pada suatu persimpangan bertujuan satu atau beberapa berikut ini :

- a) Untuk menghindari hambatan (*Blockage*) akibat adanya konflik arus lalu lintas dari berbagai arah pergerakan kendaraan. Hal ini dimaksudkan untuk mempertahankan kapasitas simpang terutama pada jam puncak.
- b) Untuk memfasilitasi persilangan antara jalan utama untuk kendaraan dan pejalan kaki dengan jalan sekunder sehingga kelancaran pada jalan utama dapat lebih terjamin.
- c) Untuk mengurangi tingkat kecelakaan yang diakibatkan oleh tubrukan antara kendaraan pada arah yang terdapat konflik.

Perlu di pahami bahwa pemasangan lampu lalu lintas tidak selalu bisa meningkatkan kapasitas, hal ini salah satu penyebabnya adalah ketika lampu lalu

lintas dipasang pada volume rendah. Begitu juga pada perancangan lampu lalu lintas yang kurang tepat dapat menyebabkan meningkatnya kecelakaan.

## 2.2 Karakteristik Lampu Merah

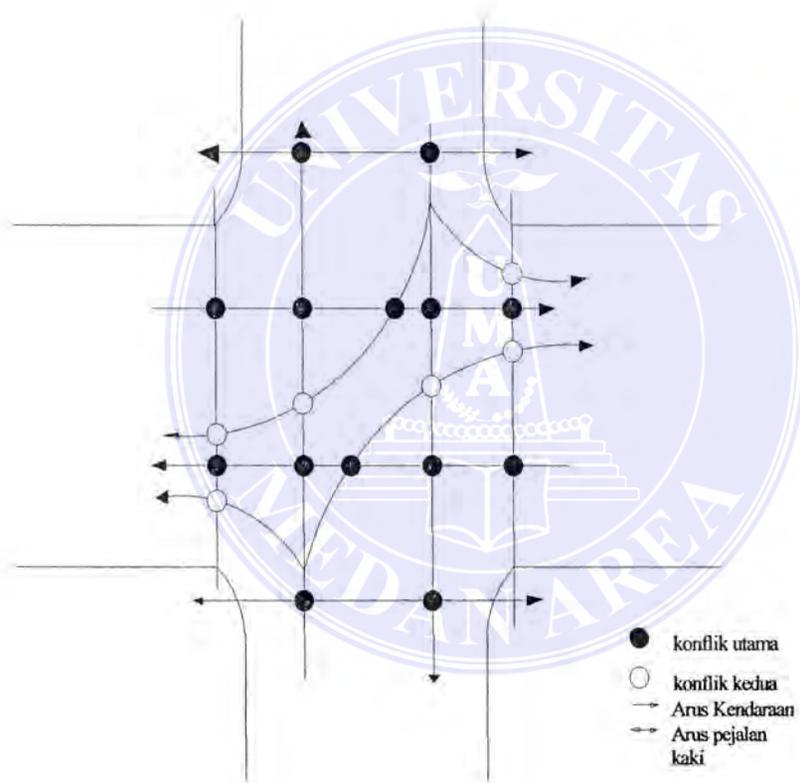
Kondisi geometrik dan lalu lintas akan berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja lalu lintas pada persimpangan, oleh karena itu perancangan harus dapat merancang sedemikian rupa sehingga mampu mendistribusikan waktu ke pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan secara profesional sehingga memberikan kinerja yang sebaik-baiknya.

Sistem perlampuan lalu lintas menggunakan jenis nyala lampu sebagai berikut:

- a) Lampu hijau (*Green*): kendaraan yang mendapatkan isyarat harus bergerak maju.
- b) Lampu kuning (*amber*): kendaraan yang mendapatkan isyarat harus melakukan antisipasi, apabila memungkinkan harus mengambil keputusan untuk berlakunya lampu yang berikutnya ( apakah hijau atau merah)
- c) Lampu merah (*Red*): kendaraan yang mendapatkan isyarat harus berhenti pada sebelum garis henti (*Stop Line*).

Perlu diketahui dengan adanya peraturan lampu lalu lintas yang baru untuk kendaraan yang berbelok kiri selama tidak diatur secara khusus maka kendaraan belok kiri jalan terus. Perlampuan dengan berbagai nyala lampu tersebut diterapkan untuk memisahkan pergerakan lalu lintas berdasarkan waktu. Pemisahan ini diperlukan untuk jenis konflik primer, namun dalam hal tertentu dapat juga diterapkan pada kondisi konflik sekunder.

Konflik primer adalah pertemuan aliran kelompok pergerakan kendaraan dari persilangan jalan. Konflik sekunder adalah pertemuan yang tidak berasal dari aliran kelompok pergerakan kendaraan dari persimpangan jalan. Konflik sekunder dapat berupa pertemuan lalu lintas berlawanan lurus dengan jalan belok, dan pertemuan dengan arus pejalan kaki. Penjelasan jenis konflik primer dan sekunder dapat di lihat di gambar 2.1



**Gambar 2.1 Konflik primer dan Skunder pergerakan pada suatu simpang**  
(Sumber MKJI 1997)

### 2.3. Pengaturan Fase

Pemisahan berdasarkan waktu untuk menghindari/ mengurangi adanya konflik baik konflik primer maupun konflik sekunder dikenal dengan istilah pengaturan fase. Pengaturan fase harus dilakukan analisis terhadap kelompok pergerakan kendaraan dari seluruh yang ada sehingga dapat terwujud:

- a. Pengurangan konflik primer maupun konflik sekunder.
- b. Urutan yang optimum dalam pergantian fase.
- c. Mempertimbangkan waktu pengosongan pada daerah persimpangan

Jika hanya untuk memisahkan konflik primer yang terjadi maka pengaturan fase dapat dilakukan dengan dua fase. Hal ini dilakukan dengan masing-masing fase untuk masing-masing lajur jalan yang saling persilangan, yaitu kaki simpang yang saling lurus menjadi dalam satu fase. Pengaturan dua fase ini juga diterapkan untuk kondisi yang ada larangan belok kanan.

Pergantian antar fase diatur dengan jarak waktu penyela/ waktu jeda supaya terjadi kelancaran ketika pergantian antar fase, istilah ini disebut dengan waktu antar hijau (intergreen) yang berfungsi sebagai waktu pengosongan. Waktu antar hijau terdiri dari waktu antar kuning dan waktu semua merah (*All Red*). Waktu antar hijau bertujuan untuk :

- a) Waktu kuning : peringatan kendaraan akan berangkat maupun berhenti. Besaran waktu kuning di tetapkan berdasarkan kemampuan seorang pengemudi untuk dapat melihat jelas namun singkat sehingga dapat sebagai informasi untuk ditindak lanjuti dalam pergerakannya. Penentuan ini biasanya ditetapkan sebesar 3 detik dengan anggapan bahwa waktu tersebut sudah dapat mengakomodasi ketika terjadi kedipan mata.



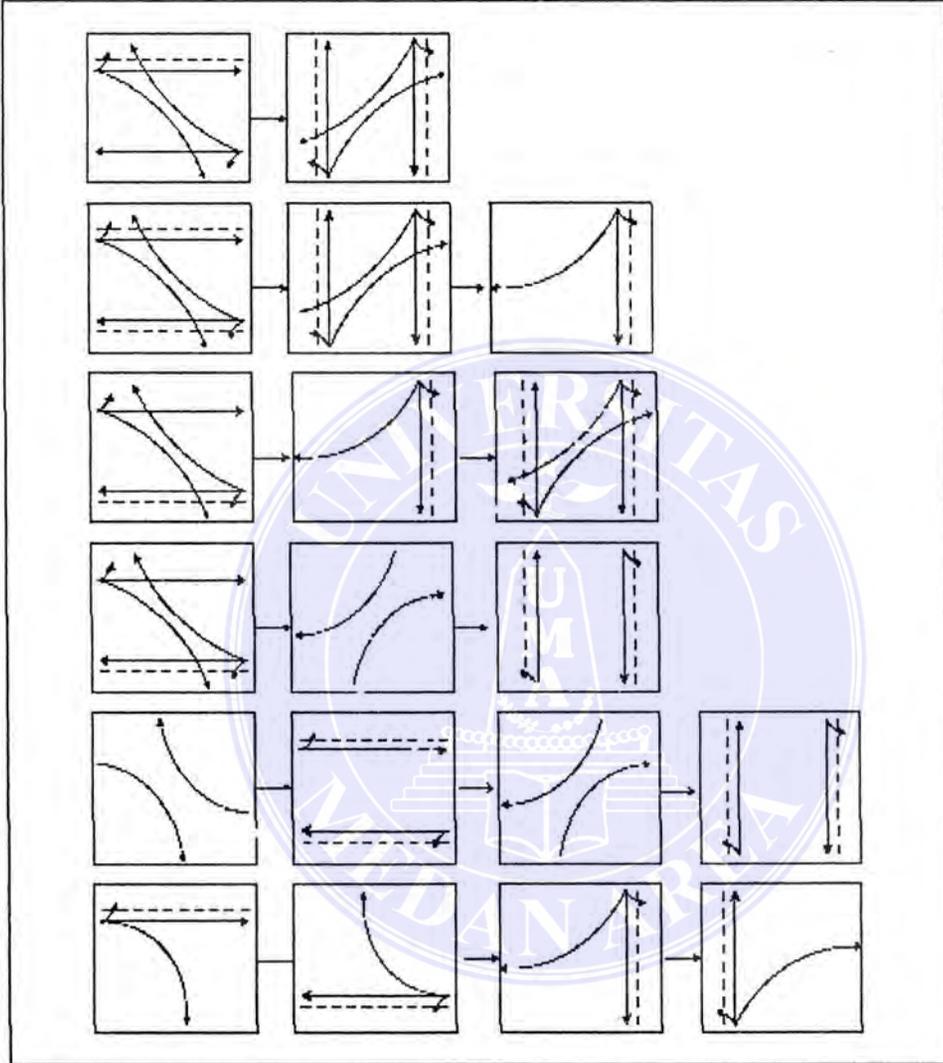
- b) Waktu semua merah : untuk memberikan waktu pengosongan, sehingga resiko kecelakaan dapat di kurangi. Hal ini dimaksudkan supaya akhir rombongan kendaraan pada fase berikutnya. Besaran waktu semua merah sangat tergantung pada kondisi geometrik simpang sehingga benar-benar cukup, pertimbangan yang harus dipertimbangkan adalah waktu percepatan pada daerah pengosongan pada simpang.

Jika diinginkan tingkat keselamatan yang tinggi pada pergerakan belok kanan maka pengaturan fase dapat ditambahkan jumlahnya lebih dari dua fase. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap penurunan kapasitas dan perpanjangan waktu siklus. Dengan demikian apabila tidak ada pergerakan kendaraan yang lain yang menghalangi dengan melakukan gerakan yang berlawanan dengan menyilang (*Crossing*) maka disebut dengan istilah *Protected (P)* dan sebaliknya disebut dengan istilah *opposite (O)*.

Berbagai kasus pengaturan fase adalah sebagai berikut:

- a) Pengaturan dengan dua fase : pengaturan ini hanya di perlukan untuk konflik primer yang terpisah.
- b) Pengaturan 3 fase : pengaturan ini digunakan untuk kondisi penyisaan akhir (*Late Cut-off*) untuk meningkatkan kapasitas belok kanan
- c) Pengaturan tiga fase: dilakukan dengan cara memulai lebih awal (*early start*) untuk meningkatkan kapasitas belok kanan
- d) Pengaturan tiga fase : dengan pemisahan belok kanan dalam satu jalan
- e) Pengaturan empat fase : dengan memisahkan belok kanan untuk kedua arah

- f) Pengaturan empat fase: dengan mengalirkan satu pendekat pada waktu tertentu.



**Gambar 2.2 Pengaturan fase lalu lintas dengan pemisahan gerakan belok kanan**  
 (Sumber : MKJI,1997)

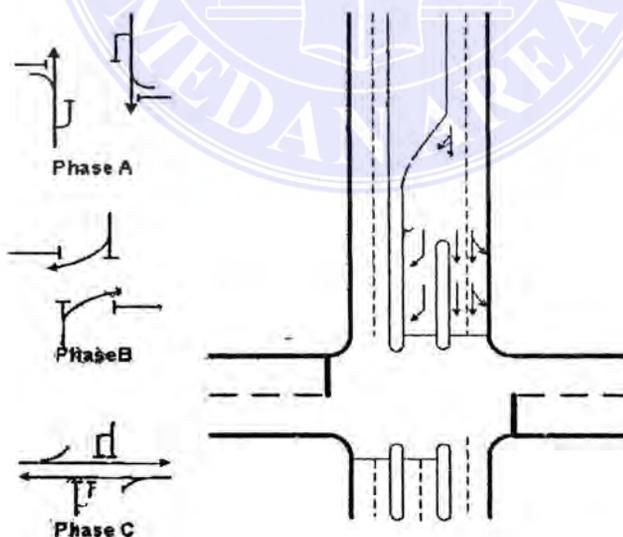
## 2.4 Analisa Perancangan

Perancangan analisa untuk simpang berlalu lintas didasarkan kepada hal-hal pokok seperti, geometrik jalan, arus lalu lintas, model dasar waktu siklus, perwaktuan sinyal, kapasitas dan derajat kejenuhan serta kinerja lalu lintas.

### a. Geometrik Jalan

Perhitungan serta analisa jalan dipandang terpisah untuk masing-masing pendekat. Sebuah kaki simpang dapat konsisten hanya satu pendekat atau dipisah menjadi dari satu sub pendekat. Dalam hal ini pergerakan kendaraan berbelok kanan atau belok kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berbeda dengan lalu lintas yang lurus.

Untuk masing-masing pendekat atau sub pendekat lebar efektif ( $W_e$ ) ditentukan dengan pertimbangan tata letak masuk dan keluar dalam distribusi gerakan belok kendaraan. Secara lebih terperinci pengaturan tentang fase yang terkait dengan geometrik simpang dapat di lihat pada gambar 2.3



**Gambar 2.3 Pengaturan fase untuk berbagai jenis geometrik simpang**

(Sumber : MK.II,1997)

**b. Arus lalu lintas**

Perhitungan arus lalu lintas didasarkan kepada arus lalu lintas jam-jam-an untuk satu atau beberapa periode, misalnya kondisi lalu lintas pada puncak pagi, siang, dan sore.

Arus lalu lintas dalam Q untuk masing-masing pergerakan kendaraan (belok kiri, belok kanan, lurus) dikonversi dari berbagai jenis kendaraan perjam menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk tipe pendekat dengan arus lalu lintas terproteksi atau terlawan.

**Tabel 2.1 : Ekvivalen Kendaraan Penumpang (emp) Untuk Tipe Pendekat**

Jenis Kendaraan	Emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan ( LV )	1,0	1,0
Kendaraan Berat ( HV )	1,3	1,3
Sepeda Motor ( MC )	0,2	0,4

( Sumber : MKJI,1997)

**a) Model Dasar Arus Jenuh**

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$C = S \times g / c \dots\dots\dots ( 1 )$$

Dimana :

**C** = Kapasitas ( smp / jam )

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

Oleh karena itu perlu diketahui atau ditentukan waktu sinyal dari simpang agar dapat menghitung kapasitas dan ukuran perilaku lalu lintas.

Pada rumus (1) diatas, arus jenuh dianggap tetap dalam waktu hijau. Meskipun demikian dalam kenyataannya, arus berangkat mulai 0 pada awal waktu hijau dan mencapai puncaknya setelah 10-15 detik. Nilai ini akan menurun sedikit hingga akhir waktu hijau. Arus berangkat juga terus berlangsung selama waktu kuning dan merah hingga turun menjadi 0, yang biasanya terjadi 5-10 detik setelah awal sinyal merah.

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai “ Kehilangan awal “ dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu “ Tambahan akhir “ dari waktu hijau efektif, yaitu lamanya waktu hijau dimana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S, dapat kemudian dihitung sebagai :

$$\text{Waktu Hijau Efektif} = \text{Tampilan waktu hijau} - \text{kehilangan awal} + \text{Tambahan akhir} \dots\dots\dots (2)$$

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (So) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi yang telah ditetapkan sebelumnya.

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times FpxFrt \times Flt \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

S = Nilai arus jenuh yang di sesuaikan

So = arus jenuh dasar

- Fcs = Faktor ukuran kota  
 Fsf = Faktor penyesuaian hambatan samping  
 Fg = Faktor penyesuaian kelandaian  
 Fp = Faktor penyesuaian parkir  
 Frt = Faktor penyesuaian belok kanan  
 Flt = Faktor penyesuaian belok kiri

Untuk pendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (WE).

$$S_o = 775 \times W_e \dots\dots\dots (4)$$

Penyesuaian kemudian dilakukan untuk kondisi – kondisi berikut ini :

- a. Ukuran kota CS, jutaan penduduk  
 b. Hambatan samping SF, kelas hambatan samping dari lingkungan jalan dan kendaraan tak bermotor  
 c. Kelandaian G, % naik (+) atau turun (-)  
 d. Parkir P, jarak garis henti – kendaraan parkir pertama  
 e. Gerakan membelok RT, % belok kanan  
 LT, % belok kiri

## 2.5 Penentuan Waktu Sinyal

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali tetap dilakukan berdasarkan metoda Webster ( 1966 ) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Pertama-tama ditentukan waktu siklus (  $c_{ua}$  ), selanjutnya waktu hijau (g) pada masing-masing fase.

### 2.5.1 Waktu Siklus

Waktu siklus untuk pengendalian waktu tetap terlebih dahulu ditentukan waktu siklus sebelum penyesuaian dengan menggunakan rumus berikut,

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

$c_{ua}$  = Waktu siklus sinyal (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

$\sum FR_{crit}$  = Rasio arus penumpang = jumlah  $FR_{crit}$  dari semua fase pada siklus tersebut

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini maka ada resiko serius akan terjadinya lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai  $\sum(FR_{crit})$  mendekati atau lebih dari 1 maka simpang simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi atau negative.

### 2.5.2 Waktu Hijau

Waktu hijau ditentukan merupakan pengurangan waktu siklus dengan waktu hilang total dan dikalikan dengan rasio arus seperti rumus berikut,

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times FR_{crit} / \sum(FR_{crit}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

$g_i$  = Tampilan waktu hijau pada fase I (detik)

LTI = Waktu hilang total (detik)

FR = Rasio Arus

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih peka terhadap kesalahan-kesalahan dalam pembagian waktu hijau daripada terhadap terlalu panjangnya waktu siklus. Penyimpangan kecil pun dari rasio hijau (g/c) yang ditentukan dari rumus (5) dan (6) diatas menghasilkan bertambah tingginya tundaan rata-rata pada simpang tersebut.

## 2.6 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat, lihat rumus (1) diatas.

Derajat kejenuhan diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$DS = Q/C = (Q \times c) / (S \times g) \dots\dots\dots (7)$$

## 2.7 Perilaku Lalul intas (Kualitas Lalu lintas)

Berbagai ukuran perilaku lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan pada arus lalu lintas (Q), derajat kejenuhan (DS) dan waktu sinyal (c dan g) sebagaimana dapat diuraikan sebagai berikut :

### 2.7.1 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 selama fase merah ( NQ2 ) :

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots\dots\dots (8)$$

Dengan

$$NQ1 = 0,25 \times c \times (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8x(DS - 0,5)}{C}} \dots\dots\dots(9)$$

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

$$NQ2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(10)$$

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 (det)

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

$Q$  = Arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/det)

Untuk keperluan perencanaan manual, memungkinkan untuk penyesuaian dari nilai rata-rata ini ketinggian peluang pembebanan lebih yang dikehendaki.

Panjang antrian ( $QL$ ) diperoleh dari perkalian ( $NQ$ ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ( 20 m ) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{mak} = \frac{20}{W_{masuk}} \dots\dots\dots(11)$$

### 2.7.2 Angka Henti

Angka henti ( $NS$ ), yaitu jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung sebagai berikut :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots(12)$$

Dimana  $c$  adalah waktu siklus (det) dan  $Q$  arus lalu lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau.

**2.7.3 Rasio Kendaraan Terhenti**

Rasio kendaraan terhenti  $P_{sv}$ , yaitu kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang,  $i$  dihitung sebagai :

$$P_{sv} = \min ( NS, I ) \dots\dots\dots(13)$$

Dimana  $NS$  adalah angka henti dari suatu pendekat

**2.7.4 Tundaan**

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal :

1. Tundaan Lalu lintas (DT) karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang.
2. Tundaan Geometrik (DG) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat  $j$  dihitung sebagai :

$$D_j = DT_j + DG_j \dots\dots\dots(14)$$

Dimana :

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

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

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

**2.7.4.1 Tundaan Lalu lintas**

Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat  $j$  dapat ditentukan dari rumus berikut :

$$DT = c \times \frac{0.5X(1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

- DTj = Tundaan lalu lintas rata-rata pada pendekat j (det/simp)  
 GR = Rasio Hijau (g/c)  
 DS = Derajat Kejenuhan  
 C = Kapasitas (smp/jam)  
 NQ1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

Hasil dari perhitungan ini tidak dapat berlaku jika kapasitas simpang dipengaruhi oleh faktor-faktor “luar” seperti terhalangnya jalan keluar akibat kemacetan pada bagian hilir, pengaturan oleh polisi secara manual dan sebagainya.

#### 2.7.4.2 Tundaan Geometri

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

$$DGj = (1 - Psv) \times Pt \times 6 + (Psv \times 4) \dots\dots\dots(16)$$

Dimana ;

- DGj = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat j ( det/smp )  
 Psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat  
 PT = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

Nilai normal 6 detik untuk kendaraan belok tidak terhenti dan 4 detik untuk yang berhenti didasarkan anggapan-anggapan :

1. Kecepatan = 40 km/jam
2. Kecepatan belok tidak berhenti = 10 km/jam
3. Percepatan dan perlambatan = 1,5 m/det

4. Kendaraan berhenti melambat untuk meminimumkan tundaan, sehingga menimbulkan hanya tundaan percepatan.

## 2.8 Pemilihan Tipe Simpang

### 2.8.1 Umum

Pada umumnya sinyal lalu lintas digunakan dengan satu atau lebih alasan berikut ini :

1. Untuk menghindari kemacetan pada sebuah simpang oleh arus lalu lintas yang berlawanan, sehingga kapasitas simpang dapat dipertahankan selama keadaan lalu lintas puncak.
2. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh tabrakan antara kendaraan-kendaraan yang berlawanan arah. Pemasangan sinyal lalu lintas dengan alasan keselamatan lalu lintas umumnya diperlukan bila kecepatan kendaraan yang mendekati simpang sangat tinggi atau jarak pandang terhadap gerakan lalu lintas yang berlawanan tidak memadai yang disebabkan oleh bangunan-bangunan atau tumbuhan-tumbuhan yang ada pada sudut persimpangan.
3. Untuk mempermudah menyebrangi jalan utama bagi kendaraan atau pejalan kaki dari jalan minor.

### 2.8.2 Pertimbangan Keselamatan Lalu lintas

Angka kecelakaan lalu lintas pada simpang bersinyal diperkirakan sebesar 0,43 kecelakaan/juta kendaraan dibandingkan dengan 0,60 pada simpang tak bersinyal dan 0,3 pada bundaran.

### 2.8.2.1 Dampak Perencanaan Geometri

1. Sinyal lalu lintas mengurangi jumlah kecelakaan pada simpang dengan empat lengan dibandingkan dengan simpang dengan tiga lengan.
2. Kanalisasi gerakan membelok (lajur terpisah dan pulau-pulau) juga mengurangi jumlah kecelakaan.

### 2.8.2.2 Dampak Keselamatan Akibat Pengaturan Sinyal

1. Hijau awal dapat menambah jumlah kecelakaan
2. Arus berangkat terlindung akan mengurangi jumlah kecelakaan dibandingkan dengan berangkat terlawan
3. Penambahan antar hijau akan mengurangi jumlah kendaraan

### 2.8.3 Pertimbangan Lingkungan

Tidak ada data empiris dari Indonesia tentang emisi kendaraan. Asap kendaraan dan emisi kebisingan umumnya berkurang dalam keadaan-keadaan berikut ini :

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

## 2.9 Perencanaan Rinci

Sebagai prinsip umum, simpang bersinyal bekerja paling efektif apabila simpang tersebut dapat beroperasi dengan moda dua fase dan bila keadaan-keadaan berikut dipenuhi :

1. Daerah konflik didalam daerah simpang adalah kecil

2. Simpang tersebut simetris, artinya jarak dari garis stop terhadap titik perpotongan untuk gerakan lalu lintas yang berlawanan adalah simetris
3. Lajur bersama untuk lalu lintas lurus dan membelok digunakan sebanyak mungkin dibandingkan dengan lajur terpisah untuk lalu lintas membelok

Saran umum lain mengenai perencanaan :

1. Lajur terdekat dengan kreb sebaiknya dibuat lebih lebar daripada lebar standar untuk lalu lintas kendaraan tak bermotor
2. Lajur membelok yang terpisah sebaiknya direncanakan menjauhi garis utama lalu lintas, dan panjang lajur membelok harus mencukupi sehingga arus membelok tidak menghambat pada lajur terus
3. Median harus digunakan bila lebar jalan lebih dari 10 m untuk mempermudah penyebrangan pejalan kaki dan penempatan tiang sinyal kedua
4. Marka penyebrangan pejalan kaki sebaiknya ditempatkan 3-4 m dari garis lurus perkerasan untuk mempermudah kendaraan yang membelok mempersilahkan pejalan kaki menyebrang dan tidak menghalangi kendaraan-kendaraan yang bergerak lurus
5. Perhentian bis sebaiknya diletakkan setelah simpang, yaitu ditempat keluar dan bukan ditempat pendekat

## **2.10 Pengaturan Lalu lintas dan Alat Pengatur Lalu lintas**

Pengaturan waktu tetap umumnya dipilih bila simpang tersebut merupakan bagian dari system sinyal lalu lintas terkoordinasi.

Pengaturan sinyal semi aktuasi (detektor hanya dipasang pada jalan minor atau tombol penyebrangan pejalan kaki) umumnya dipilih bila simpang tersebut terisolir dan terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan pejalan kaki dan berpotongan dengan sebuah jalan arteri utama. Pada keadaan ini sinyal selalu hijau untuk jalan utama bila tidak ada kebutuhan dari jalan minor.

Pengaturan sinyal aktuasi penuh adalah moda pengaturan yang paling efisien untuk simpang terisolir diantara jalan-jalan dengan kepentingan dan kebutuhan lalu lintas yang sama atau hampir sama. Pengaturan sinyal terkoordinasi umumnya diperlukan bila jarak antara simpang bersinyal yang berdekatan kecil (kurang dari 200 m). Manual ini tidak dapat digunakan pada koordinasi simpang. Meskipun waktu sinyal untuk simpang tunggal pada system terkoordinasi umumnya berdasarkan waktu sinyal dari pengaturan waktu tetap.

Fase sinyal umumnya mempunyai dampak yang besar pada tingkat kinerja dan keselamatan lalu lintas sebuah simpang daripada jenis pengaturan. Waktu hilang sebuah simpang bertambah dan rasio hijau untuk setiap fase berkurang bila fase tambahan diberikan. Maka sinyal akan efisien bila dioperasikan hanya pada dua fase, yaitu hanya waktu hijau untuk konflik utama yang dipisahkan. Tetapi dari sudut keselamatan lalu lintas, angka kecelakaan umumnya berkurang bila konflik utama antara lalu lintas belok kanan dipisahkan dengan lalu lintas terlawan, yaitu dengan fase sinyal terpisah untuk lalu lintas belok kanan. Jika arus belok kanan terlalu besar untuk dilayani dengan sistem dua fase, langkah selanjutnya adalah menerapkan hijau awal untuk pendekat ini dan hijau akhir untuk pendekat lawannya.

Fase dan lajur terpisah untuk lalu lintas belok kanan disarankan terutama pada keadaan-keadaan berikut ini :

1. Pada jalan-jalan arteri dengan batas kecepatan diatas 50 km/jam, kecuali bila jumlah kendaraan belok kanan kecil sekali (kurang dari 50 kendaraan/jam per arah)
2. Bila terdapat lebih dari satu lajur terpisah untuk lalu lintas belok kanan pada salah satu pendekat.
3. Bila arus belok kanan selama jam puncak melebihi 200 kendaraan/jam dan keadaan-keadaan berikut dijumpai :
  - a. Jumlah lajur mencukupi kebutuhan kapasitas untuk lalu lintas lurus dan belok kiri sehingga lajur khusus lalu lintas belok kanan tidak diperlukan.
  - b. Jumlah kecelakaan untuk kendaraan belok kanan diatas normal dan usaha-usaha keselamatan lainnya tidak dapat diterapkan.

## 2.11 Prosedur Perhitungan

Cara perhitungan geometrik dapat di lakukan dengan cara mengikuti tata cara yang ada pada buku peraturan MKJI( Manual Kapasitas Jalan Indonesia ) dengan memasukan data-data geometrik jalan ke dalam formulir SIG-I.

Informasi yang dapat diisi pada bagian formulir SIG-I:

1. Umum  
Isilah tanggal, dikerjakan oleh, kota, simpang, dan waktu.
2. Ukuran kota  
Masukan jumlah penduduk perkotaan (ketelitian 0,1 juta penduduk)
3. Fase dan waktu sinyal

Gunakan kotak-kotak di bawah judul formulir SIG-I untuk menggambarkan diagram-diagram fase yang ada.

#### 4. Belok kiri langsung

Tunjukkan dalam diagram-diagram fase-fase dalam pendekatan-pendekat mana gerakan belok kiri langsung diijinkan.

Gunakan ruang kosong pada bagian tengah dari formulir untuk membuat sketsa simpang tersebut dan masukan semua data masukan geometrik yang diperlukan:

1. Denah dan posisi dari pendekatan-pendekat, pulau-pulau lalu lintas, garis henti, penyebrangan pejalan kaki, marka lajur dan marka panah.
2. Lebar (ketelitian sampai sepersepuluh meter terdekat) dari bagian pendekat yang di perkeras, lebar masuk dan keluar. Informasi ini juga di masukan di bagian bawah formulir.
3. Panjang lajur dengan panjang terbatas (ketelitian sampai meter terdekat).
4. Gambar suatu panah yang menunjukkan arah utara pada sketsa.

Masukan data kondisi dari lokasi lainnya yang berhubungan dengan kasus yang sedang di pelajari pada tabel di bagian bawah dari formulir:

#### 1. Kode pendekat

Gunakan utara, selatan, barat, atau timur atau tanda lainnya yang jelas.

#### 2. Tipe lingkungan jalan

Masukan tipe lingkungan jalan (COM = komersial, RES = permukiman, RA = Akses terbatas ) untuk setiap pendekat.

#### 3. Tingkat hambatan samping

Masukan tingkat hambatan samping:

- Tinggi        besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar berkurang oleh karena aktifitas di samping jalan pada pendekat seperti angkutan umum berhenti, pejalan kaki sepanjang atau melintas pendekat.
- Rendah        besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebut di atas.

4. Median

Masukkan jika terdapat median pada bagian kanan dan garis henti dalam pendekat (Ya/ Tidak).

5. Kelandaian

Masukan kelandaian dalam % ( naik = + %; turun = % )

6. Belok kiri langsung

Masukkan jika belok kiri langsung (LTOR) diijinkan (Ya/Tidak) pada pendekat tersebut (tambahan untuk menunjukkan hal ini dalam diagram fase sebagai mana di uraikan diatas).

7. Jarak kendaraan parkir

Masukkan jarak normal antara garis henti dan kendaraan pertama yang pertama diparkir di sebelah hulu pendekat, untuk kondisi yang dipelajari.

8. Lebar pendekat

Masukkan dari sketsa, lebar (ketelitian sampai sepersepuluh meter terdekat) bagian yang diperkeras dari masing-masing pendekat (hulu dari titik belok untuk LTOR), belok kiri langsung, tempat masuk (pada garis

henti) dan tempat keluar (bagian tersempit setelah melewati jalan melintang).

### 2.11.1 Kondisi Arus Lalu lintas

Jika data lalu lintas rinci dengan distribusi jenis kendaraan untuk masing-masing gerakan untuk membeloknya tersedia, maka formulir SIG-I dapat digunakan. Masukan data arus lalu lintas untuk masing-masing jenis kendaraan bermotor dalam keadaan kend/jam pada kolom 3, 6, 9 dan arus kendaraan tak bermotor pada kolom 17. Pada keadaan lainnya mungkin lebih baik untuk menggunakan formulir dengan penyajian data yang lebih sederhana, dan memasukkan hasilnya langsung kedalam formulir SIG-IV. (nilai normal data masukan lalu lintas). Beberapa kumpulan data masukan lalu lintas mungkin diperlukan untuk menganalisa periode-periode lainnya, seperti jam puncak pagi, siang, dan sore, jam lewat puncak dan sebagainya.

Hitung arus lalu lintas dalam smp/jam bagi masing-masing kendaraan untuk kondisi terlindung dan/ terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang di ijinakan) dengan menggunakan emp berikut:

**Tabel 2.2 Ekuivalen kendaraan penumpang (emp) pada masing-masing pendekatan**

TIPE KENDARAAN	SMP	
	PENDEKAT TERLINDUNG	PENDEKAT TERLAWAN
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

(Sumber : MKJI 1997)

Hitung arus lalu lintas QMV dalam keadaan kend/jam dan smp/ jam pada masing-masing pendekat untuk kondisi-kondisi arus berangkat terlindung dan/

terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang diijinkan). Masukkan hasilnya pada kolom yang telah disediakan.

Hitung untuk masing-masing pendekatan rasio kendaraan belok kiri PLT dan rasio belok kanan PRT dan masukkan hasilnya pada baris yang sesuai untuk arus LT dan RT:

$$Plt = \frac{LT (smp/jam)}{total(smp/jam)} \quad Prt = \frac{LT (smp/jam)}{total(smp/jam)} \dots\dots\dots (17)$$

Hitung rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor QUM kend/jam dengan kendaraan bermotor QMV.

## 2.12 Penggunaan Sinyal

### 2.12.1 Penentuan Fase Sinyal

Biasanya pengaturan dua fase di coba sebagai kejadian dasar, karena biasanya menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah dibandingkan tipe fase sinyal lainnya dengan pengaturan fase yang biasa dengan pengaturan konvensional. Arus berangkat belok kanan pada fase yang berbeda terpisah gerakan lurus langsung memerlukan lajur khusus terpisah. Pengaturan terpisah gerakan belok kanan biasanya hanya dilakukan berdasarkan kapasitas jika arus lalu lintas melebihi 200 smp/jam. Walau demikian, mungkin diperlukan keselamatan lalu lintas dalam keadaan tertentu.

### 2.12.2 Waktu Antar Hijau Dan Waktu hilang

- a. Tentukan waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada setiap akhir fase dan hasil waktu antar hijau (IG) per fase.
- b. Tentukan waktu hilang (LTI) sebagai jumlah dari waktu antar hijau per siklus.

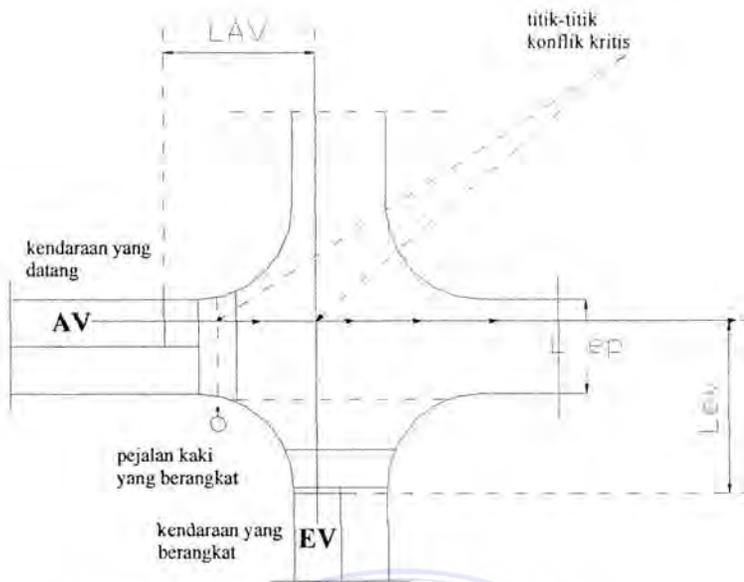
Untuk analisa oprasional dan perencanaan di sarankan membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk waktu pengosongan dan waktu hilang seperti diuraikan dibawah. Pada analisa yang dilakukan bagi keperluan perancang, (waktu antar hijau berikut + merah semua ) dapat dianggap sebagai nilai normal:

**Tabel 2.3 Waktu antar hijau (kuning+merah semua) berdasarkan besar simpang.**

Ukuran simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu anta-hijau
Kecil	6-9 m	4 detik/fase
Sedang	10- 14 m	5 detik/fase
Besar	$\geq 15$ m	$\geq 6$ detik/ fase

(Sumber : MKJI 1997)

Waktu merah semua yang di perlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan bagi pengendara terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datag pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis batas sampai kekonflik, dan panjang dari kendaraan yang berangkat, pada gambar 2.4 berikut:



**Gambar 2.4. Titik-titik konflik dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan** (Sumber : MKJI,1997).

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

$$MERAH\ SEMUA = \left[ \frac{(LEV+IEV)}{VEV} - \frac{LAV}{VAV} \right] \dots\dots\dots(18)$$

Dimana :

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

IEV = panjang kendaraan yang berangkat (m)

VEV,VAV = kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).

Gambar 2.4 Menunjukkan kejadian dengan titik-titik konflik kritis yang di beri tanda bagi kendaraan-kendaraan maupaun para pejalan kaki yang memotong jalan.

Nilai-nilai yang di pilih untuk VEV,VAV dan IEV 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	VAV : 10 m/det (kend. Bermotor )
Kecepatan kendaraan yang berangkat	VEV : 10 m/det ( kend. Bermotor )
	3 m/det (kend. Tak bermotor)
	1,2 m/det ( pejalan kaki )
Panjang kendaaraan yang berangkat	IEV : 5 m ( LV atau HV )
	2 m ( MC atu UM )

Apabila priode merah semua untuk masing-masing fase telah ditetapkan, waktu hilang (LTI ) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dan waktu dari waktu-waktu antar hijau :

$$LTI = \Sigma ( \text{merah semua} + \text{kuning} ) = \Sigma IG \dots\dots\dots(19)$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di indonesia biasanya adalah 3,0 det.

## 2.13 Penentuan Waktu Sinyal.

### 2.13.1 Tipe Pendekat.

- a. Masukan indentifikasi dari setiap pendekat dalam baris pada formulir SIG IV , apabila dua gerakan lalu lintas pada suatu pendekat di berangkatkan pada fase yang berbeda ( misal, lalu lintas lurus dan lalu lintas belok kanan dengan lajur terpisah ), harus dicatat pada baris terpisah dan di perlukan sebagai pendekat-pendekat terpisah dalam perhitungan selanjutnya. Apabia suatu pendekat mempunyai nyala hijau pada dua fase, dimana pada keadaan

tersebut, tipe lajur dapat berbeda untuk masing-masing fase, satu baris di gunakan untuk mencatat data masing-masing fase, satu baris tambahan untuk memasukan hasil gabungan untuk pendekat tersebut.

- Tentukan tipe data setiap pendekat terlindung (P) atau terlawan (o) dengan bantuan gambar 2.3.1 di bawah, dan masukkan hasilnya pada kolom 3.
- Buatlah sketsa yang menunjukkan arus-arus dengan arahnya dalam smp/jam pada masukan rasio kendaraan berbelok untuk setiap pendekat.
- masukan data arus kendaraan belok kanan dalam smp/jam, dalam arahnya sendiri( $Q_{RT}$ ) pada masing-nasing pendekat.

Tipe pendekat	keterangan	Contoh pola pendekat		
		Jalan 1 arah	Jalan 1 arah	Simpang T
Terlindung P	Arus berangkat Tanpa konflik Dengan lalu lintas dari arus berlawanan			
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas		

		Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah		
Terlawan O	Arus berangkat Dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama, semua belok kanan tidak terbatas		

Gambar 2.5 Penentuan tipe pendekat  
(Sumber : MKJI, 1997)

### 2.13.2 Lebar Pendekat Efektif

Tentukanlah lebar efektif (  $W_e$  ) dari setiap pendekat berdasarkan informasi tentang lebar pendekat ( $W_a$ ), lebar masuk (  $W_{masuk}$  ) dan lebar keluar (  $W_{keluar}$  ) dan rasio lalu lintas berbelok

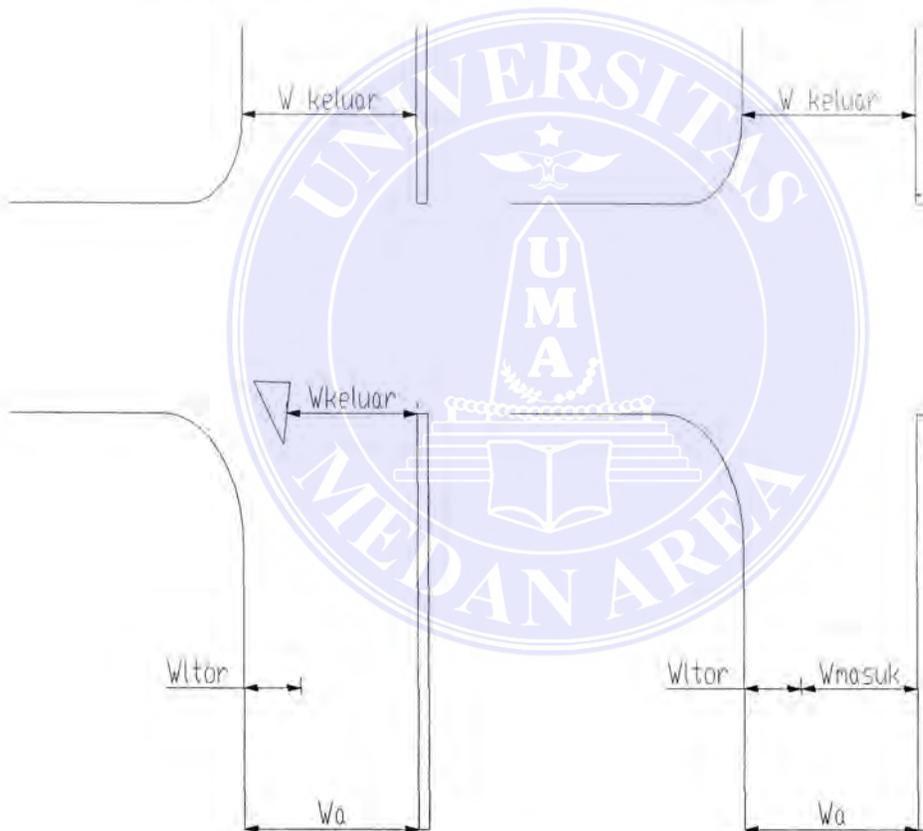
1. Prosedur untuk pendekat tanpa belok kiri langsung (LTOR)

Periksa lebar keluar (hanya pendekat tipe P), jika  $W_{keluar} < W_e \times (1 - P_{lt} - P_{ltor})$ ,  $W_e$  sebaiknya di beri nilai baru yang sama dengan  $W_{keluar}$ , dan

analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan ini hanya untuk bagian lalu lintas lurus saja.

2. Prosedur untuk pendekat dengan belok kiri langsung (L TOR )

Lebar efektif  $W_e$  dapat dihitung untuk pendekat dengan pulau lalu lintas, penentuan lebar masuk ( $W_{masuk}$ ) sebagai mana di tunjukkan gambar 2.3.2, atau untuk pendekat tanpa pulau lalu lintas yang di tunjukan pada bagian kanan dari gambar, pada keadaan terakhir  $W_{masuk}=W_a-W_{ltor}$ , kedua persamaan ini dapat digunakan untuk kedua keadaan tersebut.



**Gambar 2.6 Pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas.**  
( Sumber : MKJI,1997)

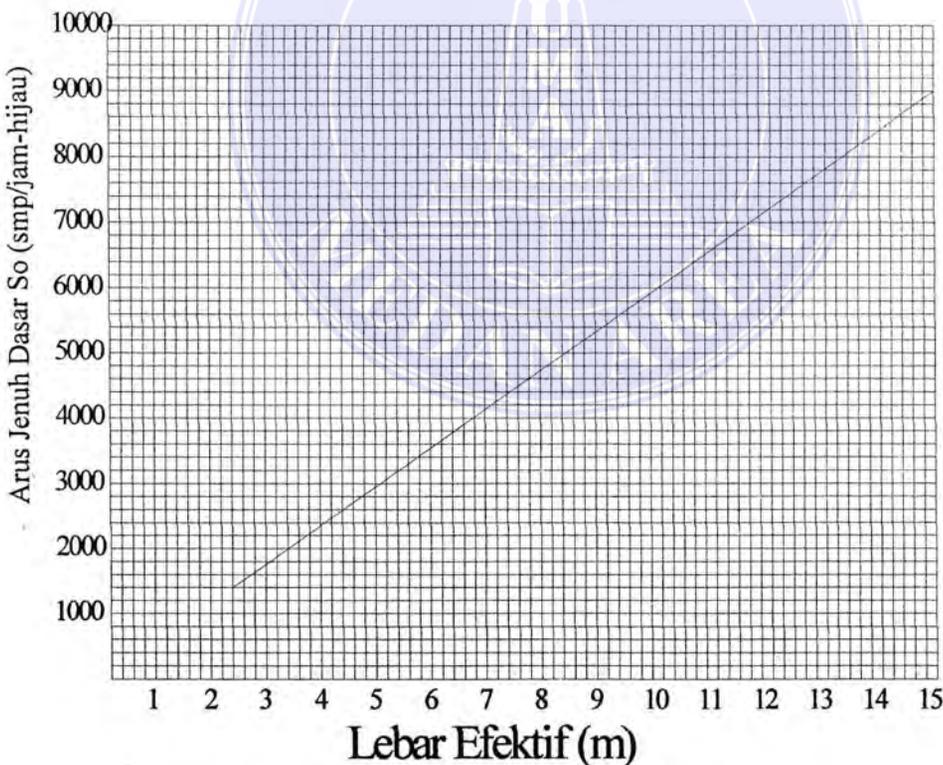
- a. Jika  $W_{ltor} \geq 2m$ : dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR dapat mendahului antrian lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.
- b. Jika  $W_{ltor} < 2m$ : dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului antrian kendaraan lainnya dalam pendekat selama sinyal merah

### 2.13.3 Arus Jenuh Dasar.

Tentukan arus jenuh dasar( $S_o$ ) untuk setiap pendekatan seperti diuraikan dibawah.

- a. Untuk pendekatan P (arus terlindung)

$$S_o = 600 \times W_e \text{ smp/jam-hijau lihat gambar 2.7 .....(20)}$$



**Gambar 2.7 Arus Jenuh Dasar Untuk Pendekat tipe P ( terlindung )**  
(Sumber : MKJI,1997)

### 2.13.4 Faktor Penyesuaian

a). Faktor penyesuaian berikut untuk arus jenuh untuk ke dua tipe pendekat P dan pendekat O sebagai berikut :

1. Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari tabel 2.4 sebagai fungsi dari ukuran kota.

**Tabel 2.4 : Faktor penyesuaian ukuran kota.**

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota
>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

(Sumber :MKJI 1997)

2. Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dari tabel 2.5 sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor.

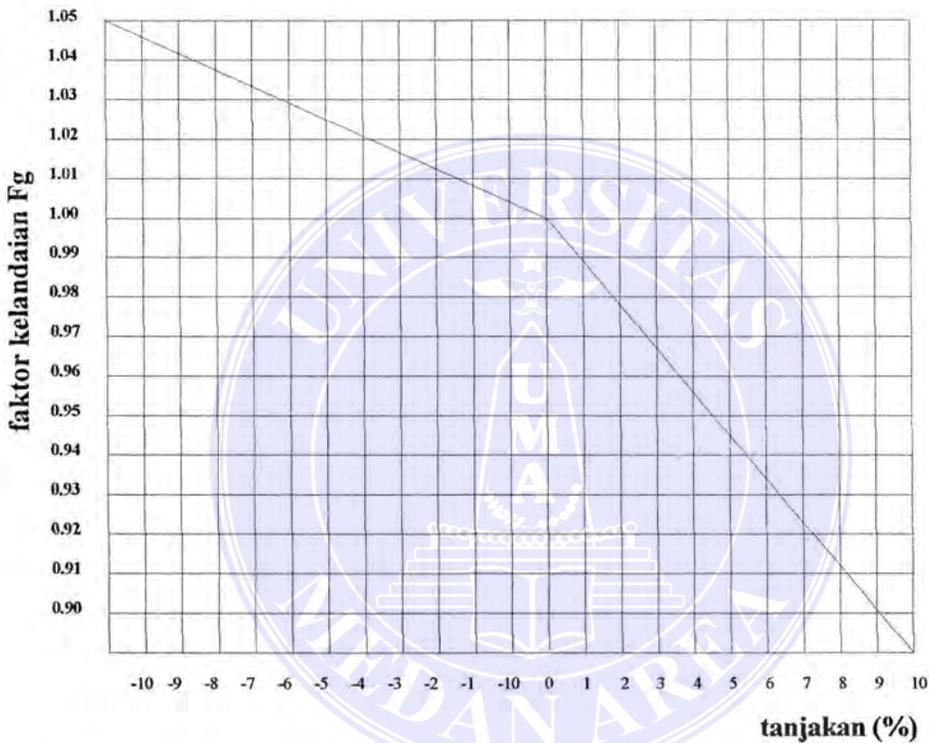
**Tabel 2.5 faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor ( Fsf)**

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	>0.25
Komersial ( 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	0.8	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	0.91	0.91	0.88	0.85

Akses	Tinggi	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
tebatas	Sedang	Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88
( RA )	rendah							

(Sumber : MKJI 1997)

3. Faktor kelandaian ditentukan dari gambar 2.10 sebagai fungsi dari kelandaian ( GRAD ).



**Gambar 2.8 faktor penyesuaian untuk kelandaian**

(Sumber : MKJI, 1997)

4. Faktor penyesuaian parkir yang ditentukan dari gambar 2.3.4.1 sebagai fungsi jarak dari garis henti sebagai kendaraan yang di parkir pertama dan lebar pendekat. Faktor ini dapat juga di terapkan untuk kasuskasus dengan panjang lajur belok kiri terbatas. Ini tidak perlu di terapkan jika lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar.

$F_p$  dapat juga dihitung dari rumus berikut yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau :

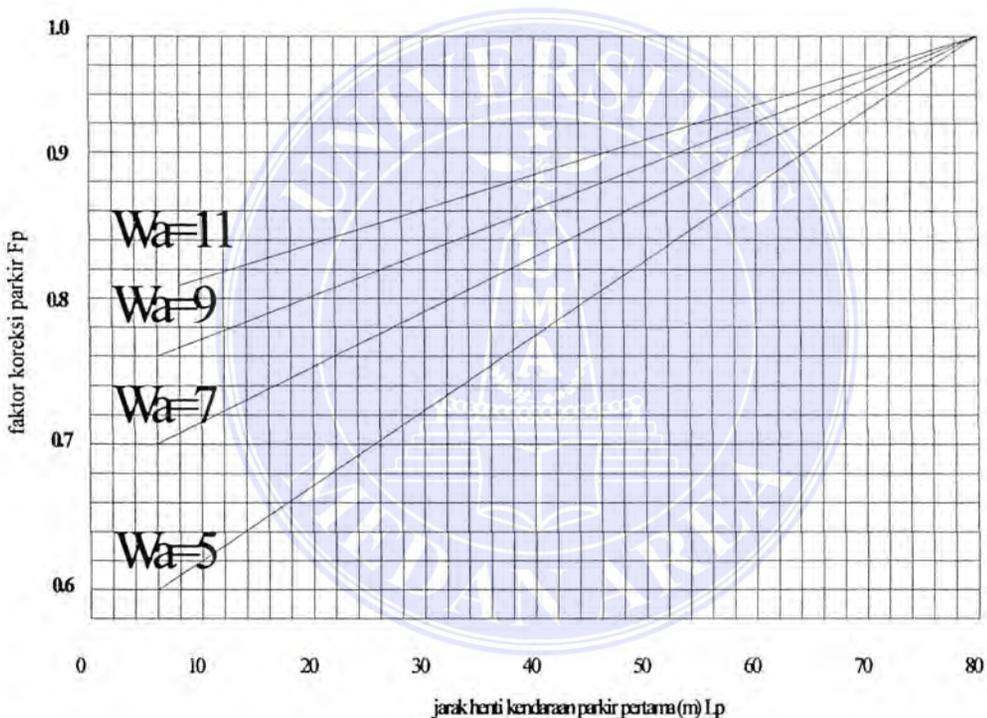
$$F_p = (L_p/3 - (W_a - 2) \times (L_p/3 - g)) / g \dots\dots\dots(21)$$

Dimana :

$L_p$  = jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama ( m )  
( panjang dari lajur pendek )

$W_a$  = Lebar pendekat ( m ).

$g$  = Waktu hijau pada pendekat ( nilai normal 26 det )



**Gambar 2.9 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir Dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek (  $F_p$  )**

(Sumber : MKJI, 1997)

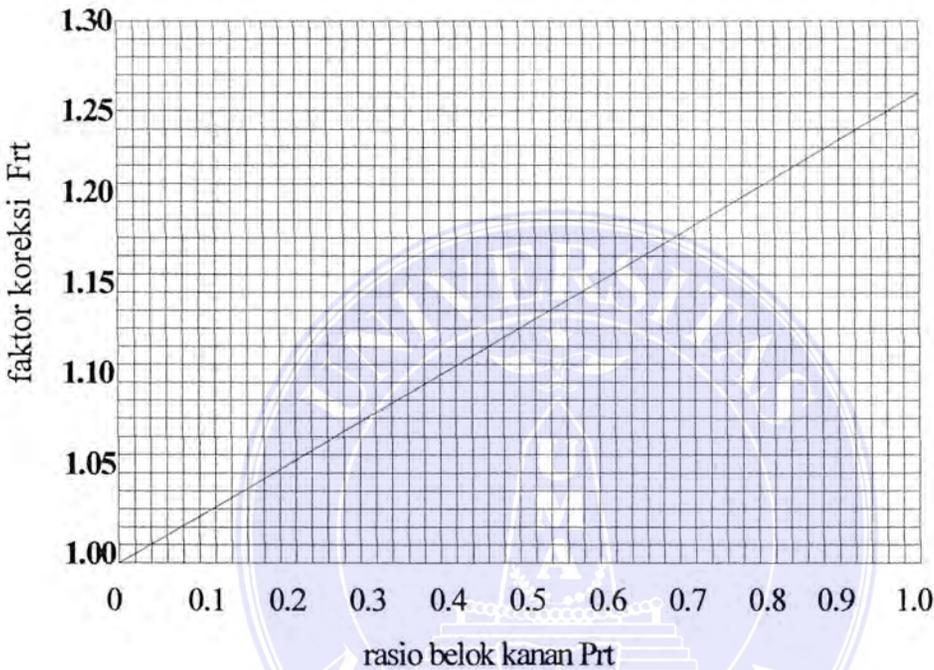
- b). Tentukanlah faktor penyesuaian berikut untuk nilai arus jenuh dasar hanya untuk tipe pendekat terlindung Sebagai berikut :

- a. faktor penyesuaian belok kanan (  $F_{rt}$  ) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan  $P_{rt}$ .

Hitung :

$$F_{rt} = 1.0 + P_{rt} \times 0.26 \quad \dots\dots\dots(22)$$

Atau dapatkan nilainya dari gambar 2.10 di bawah ini



**Gambar 2.10** faktor penyesuaian untuk belok kanan (  $F_{rt}$  ) hanya berlaku untuk pendekatan tipe p, jalan 2 arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.  
( Sumber : MKJI, 1997 )

Penjelasan :

Pada jalan dua arah tanpa median kendaraan bermotor belok kanan dari arus berangkat terlindung ( pendekatan tipe P ) mempunyai kecenderungan untuk memotong garis tengah jalan sebelum melewati garis henti ketika menyelesaikan belokannya. Hal ini menyebabkan peningkatan rasio belok kanan yang tinggi pada arus jenuh.

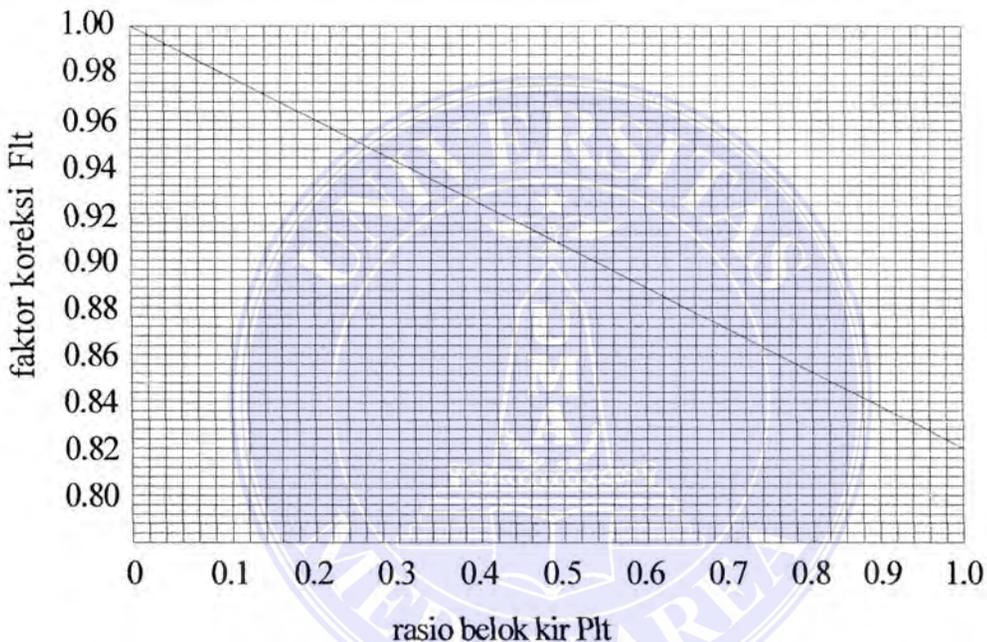
5. Faktor penyesuaian belok kiri ( Flt ) ditentukan sebagai rasio belok kiri.

Perhatikan : hanya untuk pendekatan tipe P tanpa LTOR, lebar efektif di tentukan oleh lebar masuk

Hitung :

$$Flt = 1.0 - Plt \times 0.16 \dots\dots\dots(22)$$

Atau dapatkan nilainya dari gambar 2.11 di bawah



**Gambar 2.11 Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri ( Flt ) ( hanya berlaku untuk pendekat P tanpa belok kiri langsung, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk).**

( Sumber : MKJI,1997)

Penjelasan :

Pada pendekat-pendekat terlindung tanpa penyediaan belok kiri langsung, kendaraan belok kiri cenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pendekat tersebut. Karena arus berangkat dalam pendekat-pendekat terlawan ( tipe O) pada

umumnya lebih lambat, maka tidak diperlihatkan penyesuaian untuk pengaruh rasio belok kiri.

c) Tentukan nilai arus jenuh yang disesuaikan

Nilai arus jenuh yang disesuaikan dihitung sebagai berikut :

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \text{ smp/hijau} \dots\dots\dots(23)$$

Jika suatu pendekatan mempunyai sinyal hijau lebih dari satu fase, yang harus jenuhnya telah di tentukan secara terpisah pada baris yang berbeda dalam tabel, maka nilai arus jenuh kombinasi harus di hitung secara proporsional terhadap waktu hijau masing-masing fase.

### 2.13.5 Rasio Arus / Rasio Arus Jenuh

Masukan arus lalu lintas masing-masing pendekatan ( Q ) kedalam formulir SIG IV.

Perhatikan :

- a) Jika LTOR harus dikeluarkan dari analisa, hanya gerakan-gerakan lurus dan belok kanan saja yang dimasukkan dalam nilai Q.
- b) Jika  $W_e = W_{keluar}$  hanya gerakan lurus saja yang di masukan dalam nilai Q.
- c) Jika suatu pendekatan mempunyai sinyal hijau dalam dua fase, yang satu untuk arus terlawan ( O ) dan yang lainnya harus terlindung ( P ), gabungan arus lalu lintas sebaiknya dihitung sebagai smp rata-rata berbobot untuk kondisi terlawan dan terlindung dengan cara yang sama seperti pada perhitungan arus jenuh .

1. Hiting rasio arus ( FR ) masing-masing pendekat.

$$FR = Q/ S \quad \dots\dots\dots(24)$$

Beri tanda rasio arus kritis ( FRcrit) pada masing-masing

2. Hiting rasio arus simpang ( IFR ) sebagai jumlah dari nilai FR yang di lingkari ( FRcrit)

$$IFR = \sum ( FRcrit ) \quad \dots\dots\dots(25)$$

3. Hiting rasio fase ( PR ) masing-masing fase sebagai rasio antara FRcrit dan IFR.

$$PR = FRcrit/IFR \quad \dots\dots\dots(26)$$

Dimana : IFR = Rasio Arus Simpang

PR = Rasio Fase

FRcrit = Rasio Arus Kritis

### 2.13.6 Waktu Siklus Dan Waktu Hijau.

#### a). waktu siklus sebelum penyesuain

Sebelum penyesuaian ( Cua ) untuk pengendalian waktu tetap, hitung waktu siklus :

$$Cua = (1.5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad \dots\dots\dots(27)$$

Dimana :

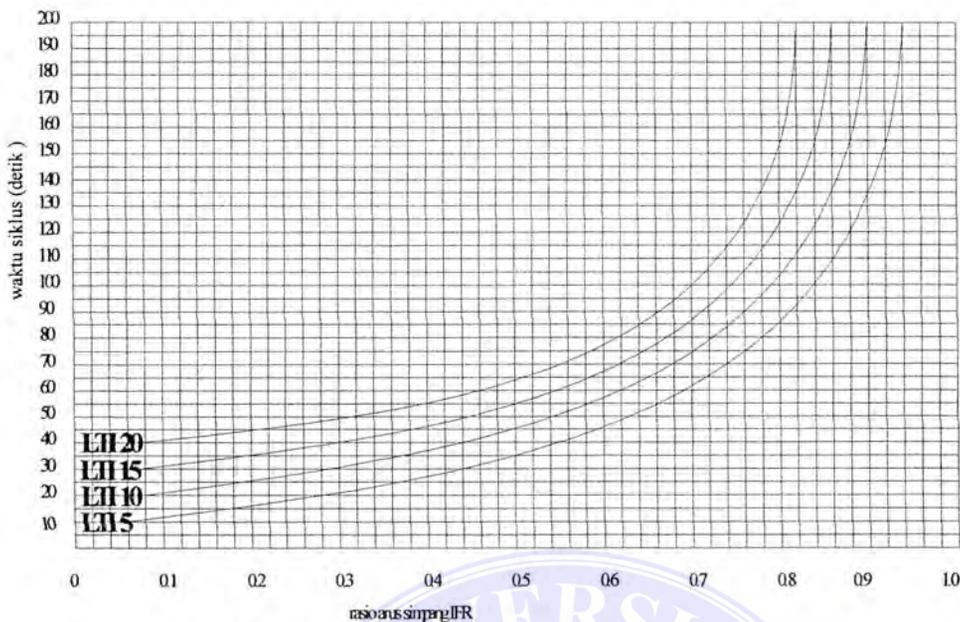
Cua = waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal ( det )

LTI = waktu hilangg total per siklus ( det )

IFR = rasio arus simpang  $\sum(FRcrit)$

Waktu siklus sebelum penyesuaian juga dapat di peroleh dari gambar 2.12

di bawah:



**Gambar 2.12** Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian

( Sumber : MKJI, 1997)

Jika alternatif rencana fase sinyal dievaluasi, maka yang menghasilkan nilai terendah dari  $(IFR + LTI/c)$

**Tabel 2.6** Waktu siklus yang di sarankan untuk keadaan berbeda.

Tipe pendekatan	Waktu siklus yang layak (det)
Pengaturan dua fase	40-80
Pengaturan tiga fase	50-100
Pengaturan empat fase	80-130

(Sumber :MKJI 1997)

Nilai-nilai yang lebih rendah di pakai untuk simpang dengan lebar jalan < 10 m, nilai yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih lebar. Waktu siklus lebih rendah dari yang disarankan, akan menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada simpang sangat besar, karena hal ini sering kali menyebabkan kerugian dalam kapasitas keseluruhan.

**b) Waktu Hijau.**

Hitung waktu hijau ( g ) untuk masing-masing fase :

$$g = (Cua - LTI) \times PR \dots\dots\dots(28)$$

dimana :

g = Tampilan waktu hijau pada fase (det )

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang per siklus

PR = Rasio fase  $FR/\sum FR_{crit}$ .

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

**c) Waktu siklus yang di sesuaikan ( c ) berdasarkan pada waktu hijau dibulatkan dan waktu hilang (LTI)**

$$c = \sum g + LTI \dots\dots\dots(29)$$

**2.14 Kapasitas**

Untuk penentuan kapasitas masing-masing pendekat. Dan pembahasan perubahan-perubahan yang harus dilakukan jika kapasitas tidak mencukupi.

Hitung masing-masing pendekat.

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(30)$$

Dimana nilai S telah didapat dari perhitungan sebelumnya

Hitung derajat kejenuhan masing-masing pendekat.

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(31)$$

Jika penentuan waktu sinyal sudah dikerjakan dengan benar, derajat kejenuhan akan hampir sama dalam semua pendekat.

### 2.14.1 Keperluan untuk perubahan.

Jika waktu siklus yang dihitung lebih besar dari batas atas yang disarankan pada bagian yang sama, derajat kejenuhan (DS) umumnya lebih tinggi dari 0.85. Hal ini berarti bahwa simpang tersebut mendekati lewat jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas puncak. Kemungkinan untuk menambah kapasitas simpang melalui salah satu dari tindakan berikut, oleh karenanya harus dipertimbangkan

a) Penambahan lebar pendekat.

Jika mungkin untuk menambah lebar pendekat, pengaruh terbaik dari tindakan seperti ini akan di peroleh jika pelebaran dilakukan pada pendekat-pendekat dengan nilai FR kritis tertinggi.

b) Perubahan fase sinyal.

Jika pendekat dengan arus berangkat terlawan ( tipe O ) dan rasio belok kanan ( Prt ) tinggi menunjukkan nilai FR kritis yang tinggi (  $FR > 0.8$  ), suatu rencana fase alternatif dengan fase terpisah untuk lalu lintas belok kanan mungkin akan sesuai. Penetapan fase terpisah untuk lalu lintas belok kanan mungkin harus di sertai dengan tindakan pelebaran juga.

Jika simpang di oprasikan dengan empat fase dengan arus berangkat terpisah dari masing-masing pendekat, karena rencana fase yang hanya dengan dua fase mungkin memberikan kapasitas lebih tinggi, asalkan gerakan-gerakan berbelok kanan tidak terlalu tinggi (  $< 200$  smp/jam ).

c) Pelarangan gerakan-gerakan belok kanan

Pelarangan bagi satu atau lebih gerakan belok kanan biasanya menaikkan kapasitas, terutama jika hal ini menyebabkan pengurangan jumlah fase yang diperlukan. Walaupun demikian perancangan manajemen lalu lintas yang tepat, perlu untuk memastikan agar perjalanan oleh gerakan belok kanan yang akan dilarang tersebut dapat di selesaikan tanpa jalan pengalihan yang terlalu panjang dan mengganggu simpang yang terdekat.

## 2.15 Perilaku lalu lintas.

Langkah ini meliputi perilaku lalu lintas pada simpang bersinyal berupa panjang antrian jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

### 2.15.1 Persiapan.

- a. Masukkan informasi-informasi yang di perlukan.
- b. Masukkan kode pendekatan pada formulir SIG untuk pendekat pada keberangkatan lebih dari satu fase hanya satu baris untuk gabungan fase yang di masukan.
- c. Masukkan nilai kapasitas masing-masing pendekat.
- d. Masukkan nilai derajat kejenuhan ( DS ) pada masing-masing pendekat.
- e. Hitung rasio hijau ( GR) masing-masing pendekat dan hasil penyesuaian yang telah didapat.
- f. Masukkan arus total dari seluruh gerakan LTOR dalam smp/jam yang di peroleh sebagai jumlah dari seluruh gerakan LTOR.
- g. Masukkan perbedaan antara arus masuk dan keluar ( Qadj) pendekat yang lebar keluarnya telah menentukan lebar efektif pendekat.

**2.15.2 Panjang antrian.**

Gunakan hasil perhitungan derajat kejenuhan untuk menghitung jumlah antrian smp ( NQ1) yang tersisa dari fase sebelumnya, dengan menggunakan rumus atau gambar 2.13 dibawah.

$$NQ1 = 0.25x C x \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8x(DS-0,5)}{c}} \right] \dots\dots\dots(32)$$

Untuk  $DS \leq 0,5$  :  $NQ = 0$

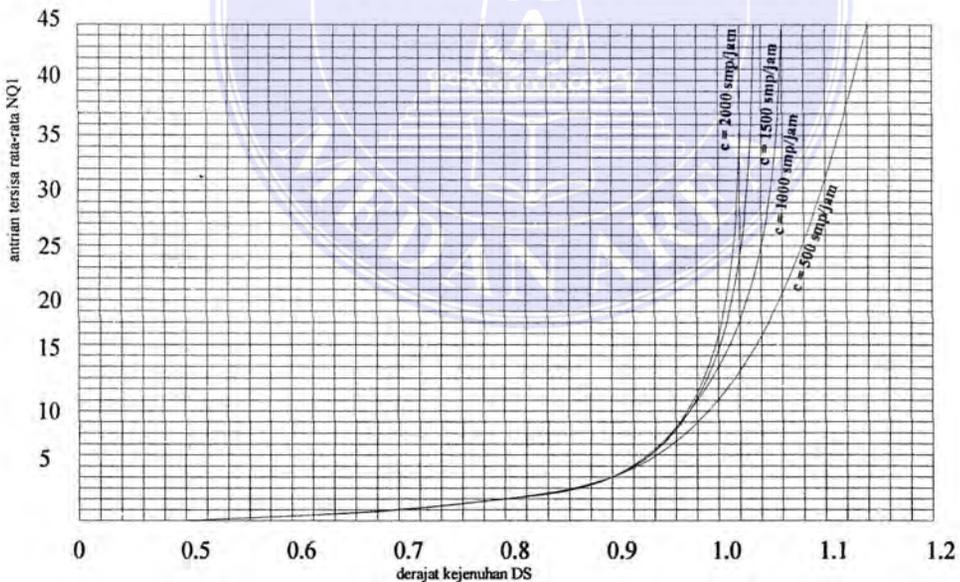
Dimana :

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

C = Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau (s x GR)



**Gambar 2.13 Jumlah kendaraan antri ( smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( NQ1 )**  
(sumber : MKJI, 1997)

Hitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah ( NQ2 ).

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(33)$$

Dimana :

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

C = Waktu siklus ( det )

Qmasuk = Arus lalu lintas di tempat masuk diluar LIOR ( smp/jam)

Catatan : jika lebar keluar lalu lintas dan arus lalu lintas telah digunakan pada penentuan waktu sinyal, arus yang di catat adalah = Qkeluar yang digunakan pada rumus diatas.

Penyesuaian arus Qpeny =  $\sum(Qmasuk + Q keluar )$

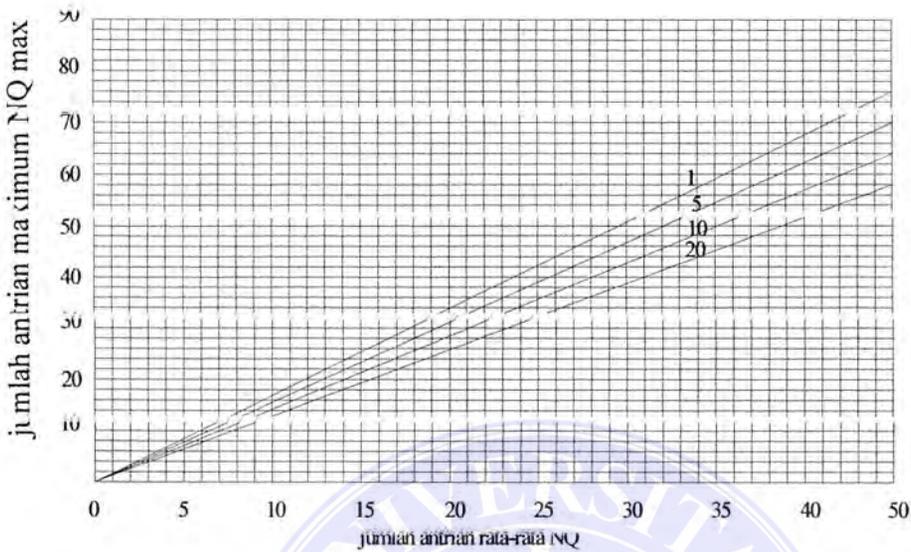
Dapatkan jumlah kendaraan antri:

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots\dots\dots(34)$$

Gunakan gambar 2.1.0 di bawah, untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih Pol ( % ), untuk perancangan dan perencanaan disarankan  $Pol \leq 5 \%$ , untuk oprasi suatu nilai  $Pol= 5- 10 \%$  mungkin dapat diterima.

Hitung panjang antran ( QL) dengan mengalikan Qmax dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ( 20 m<sup>2</sup> ) kemudian bagilah dengan lebar masuknya dan masukkan hasilnya.

$$QL = \frac{NQmax \times 20}{Wmasuk} \dots\dots\dots(35)$$



Gambar 2.14 Perhitungan jumlah antrian ( NQ max ) dalam smp

(Sumber : MKJI,1997)

**2.15.3 Kendaraan Terhenti**

Hitung angka henti ( NS ) yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp ( termasuk berhenti ulang dalam antrian ) dengan rumus di bawah. NS adalah fungsi dari NQ dibagi dengan waktu siklus.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots(36)$$

Dimana :

c = Waktu siklus (det )

Q = Arus lalu lintas ( smp/jam )

Hitung jumlah kendaraan terhenti ( Nsv ) masing-masing pendekat.

$$Nsv = Q \times NS \text{ ( smp/jam ) } \dots\dots\dots(37)$$

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

$$N_{Stot} = \frac{\sum N_{Sv}}{Q_{tot}} \dots\dots\dots(38)$$

#### 4.15.4 Tundaan

1. Menghitung tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat ( DT ) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang berikut ( berdasarkan pada Akceklik 1988 ).

$$DT = c \times A + \frac{N_{Q1} \times 5000}{c} \dots\dots\dots(39)$$

Dimana :

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

c = Waktu siklus yang disesuaikan (det )

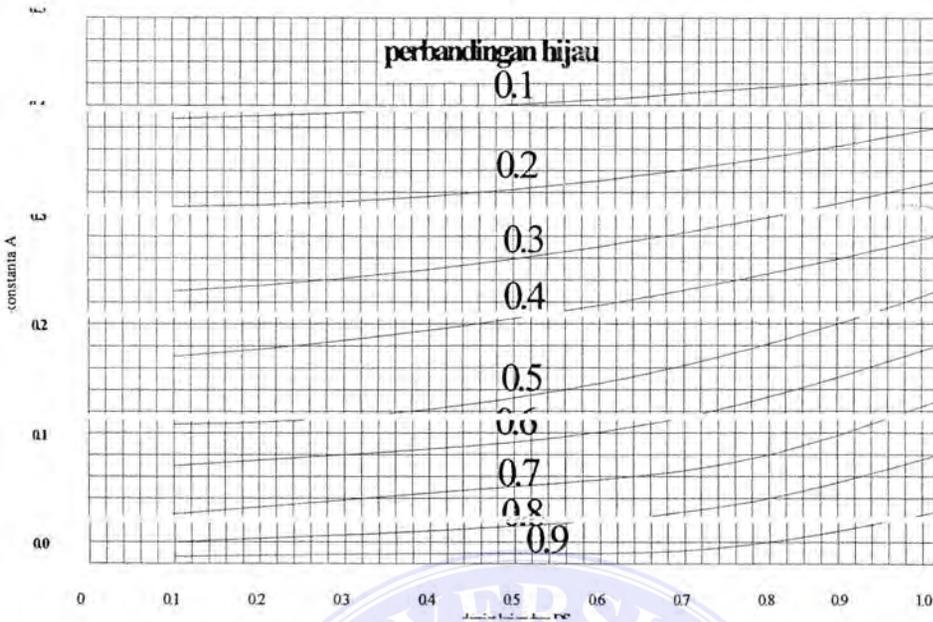
A =  $\frac{0.5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$  lihat gambar 2 1 1 di bawah

Dimana :

GR = rasio hijau (g/c)

NQ1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

c = kapasitas ( smp/jam )



**Gambar 2.15 Penetapan tundaan lalu lintas rata-rata ( DT )**

(Sumber : MKJI,1997)

2. Menentukan tundaan geometri rata-rata masing-masing pendekat ( DG ) akibat pertambahan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan / atau ketika di nentikan oleh lampu meran

$$DG_j = ( 1 - P_{sv} ) \times P_t \times 6 + ( P_{sv} \times 4 ) \dots\dots\dots(40)$$

Dimana :

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

P<sub>sv</sub> = rasio kendaraan ternentu pada pendekat = min ( NS, 1 )

P<sub>t</sub> = reasio kendaraan berbelok rata-rata.

3. HITUNG tundaan geometrik gerakan lalu lintas dengan belok kiri langsung sebagai berikut :

- a. Masukkan arus total dari gerakan BELOK dalam smp/jam, pada baris khusus untuk keperluan ini.
- b. Masukkan tundaan geometrik rata-rata = 6 detik.

4. Hitung tundaan rata-rata ( det/smp)
5. Hitung tundaan total dalam detik dengan mengalikan tudaan rata-rata
6. Hitung tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D1) dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total ? ( Qtot) dalam smp/jam

$$D1 = \frac{\sum(Q \times D)}{Qtot} \dots\dots\dots(41)$$

**2.15.5 indikator tingkat pelayanan**

Untuk menentukan nilai indeks tingkat pelayanan (ITP) pada persimpangan diukur berdasarkan nilai tundaan, ( Tamin, ofyar Z,2000).

Nilai indeks tingkat pelayanan (II) pada persimpangan berdasarkan nilai tundaan dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini,

**Tabel 2.7 Indikator Tingkat Pelayanan berdasarkan nilai tundaan pada persimpangan.**

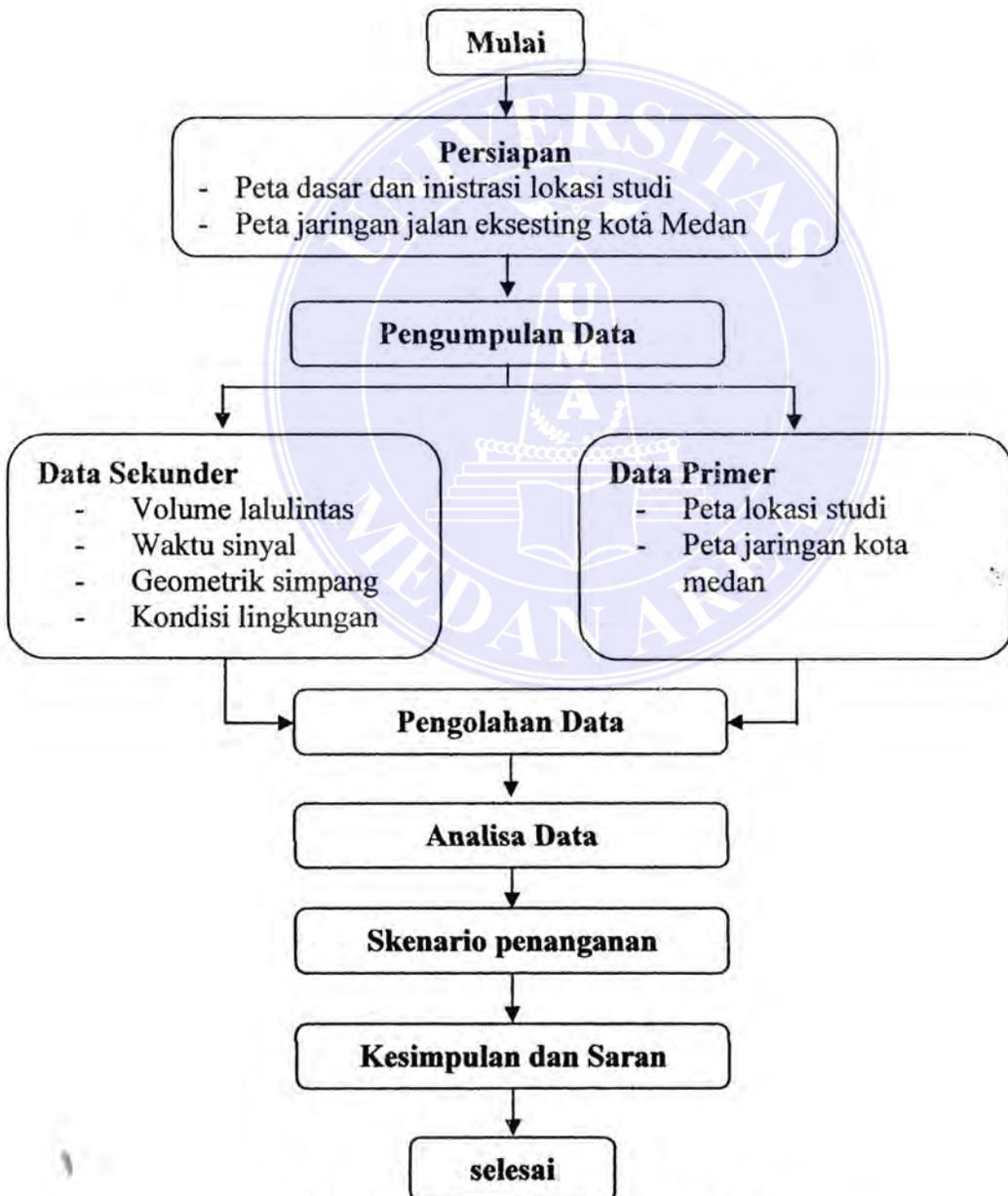
Indeks tingkat Pelayanan (ITP)	Tundaan perkendaraan (detik)
A	≤5.0
B	5.1 – 15.0
C	15.1 – 25.0
D	25.1 – 40.0
E	40.1 – 60.0
F	>60.0

Sumber: Tamin dan Nahdalina (1998)

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahapan pekerjaan

Sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian ini serta pertimbangan batasan dan ruang lingkup penelitian, maka rencana pelaksanaan penelitian akan mengikuti bagan alir seperti pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Bagan alir tahapan pekerjaan

Rencana pelaksanaan pekerjaan tersusun atas tahapan pekerjaan sebagai berikut:

1. Tahapan persiapan
2. Tahapan pengumpulan data
3. Tahapan pengolahan data
4. Tahapan analisa data
5. Tahapan penentuan penanganan
6. Tahapan penetapan bentuk penanganan terpilih.

### 3.2 Tahapan persiapan

Tahapan ini menyangkut pengumpulan data dan analisa awal untuk menentukan lokasi studi, jenis – jenis data yang akan disurvei dan metode yang digunakan untuk survei lapangan serta persiapan formulir isian survei sesuai dengan jenis survei yang akan dilakukan.

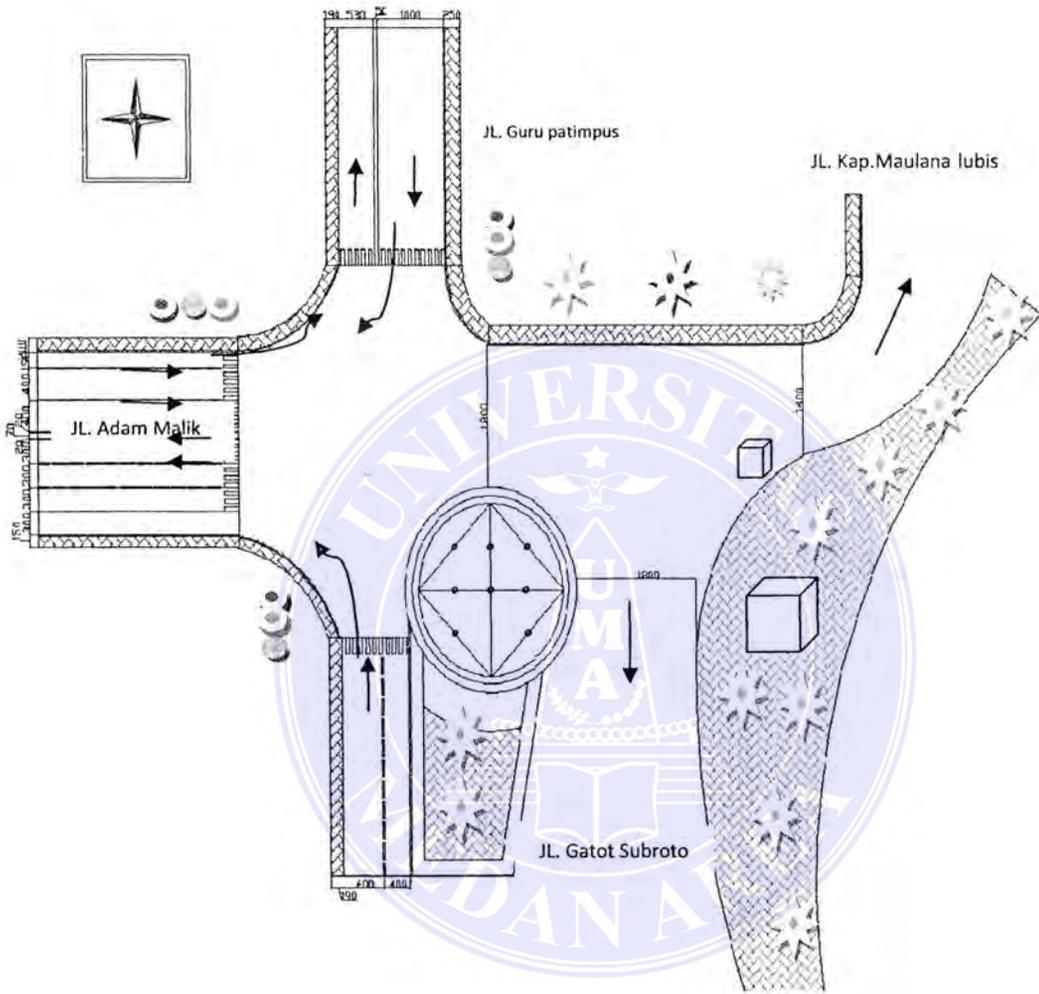
Sebelum dilakukan survei lapangan, diperlukan data sekunder awal yang digunakan sebagai pendukung dalam analisa awal, data-data tersebut meliputi:

1. Peta dasar dan administrasi lokasi studi
2. Peta jaringan jalan eksesting kota Medan

#### 3.2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih adalah simpang bersiyal berlengan empat dengan pergerakan arus lalu lintas yang keluar masuk pada ketiga lengannya dan satu lengannya memiliki pergerakan arus lalu lintas satu arah. Persimpangan yang diteliti merupakan pertemuan ruas jalan Guru Patumpus – jalan Adam Mailik –

jalan Gatot Subroto yang berada di tengah kota Medan, sketsa simpang seperti gambar 3.2 berikut.



**Gambar 3.2 : Sketsa persimpangan yang diteliti**  
Sumber : Survei pendahuluan



### 3.3 Tahapan pengumpulan data

Tahapan pengumpulan data pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan sesuai dengan jenis dan kebutuhan data-data tersebut, secara terperinci dua tahapan tersebut meliputi :

- a. Pengumpulan data skunder
- b. Pengumpulan data primer.

#### 3.3.1 Pengumpulan data sekunder.

Data sekunder merupakan data atau informasi yang tersusun dan terukur yang sesuai dengan kebutuhan maksud dan tujuan penelitian ini.

Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi literature melalui journal-journal , teks book dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yang dikumpulkan langsung dari perpustakaan dan informasi internet serta diperoleh dari dinas terkait seperti, Dinas Perhubungan darat, Dinas Pekerjaan umum Tk II Medan Bapedda Tk I Sumatera Utara , Pemko Medan serta Badan Pusat Statistik (BPS) Tk I Sumatera Utara.

Data Sekunder yang diperlukan diantaranya :

- a. Prasarana Disekitar jaringan jalan yang di tinjau.
- b. Peta dasar dan administrasi lokasi studi
- c. Peta jaringan jalan eksisting kota Medan
- d. Kondisi jaringan jalan eksesting kota Medan
- e. Data eksisting operasional ruas jalan pada lokasi studi.
- f. Rencana dan data terkait lainnya.

### 3.3.2 Pengumpulan data primer ( data lapangan )

Pada penelitian ini data primer atau data lapangan di kumpulkan langsung melalui survei-survei lapangan. Jenis survei yang dilakukan untuk mengumpulkan data primer atau data lapangan adalah :

1. Survei volume lalu lintas persimpangan
2. Survei geometrik persimpangan
3. Survei jumlah fase di persimpangan

#### 3.3.2.1 Survei volume lalu lintas .

Variasi lalu lintas biasanya berulang ( cyclical ) mungkin jam-an, harian, atau musiman. Pemilihan waktu survei yang pantas tergantung dari tujuan survei. Untuk menggambarkan kondisi lalu lintas pada jam puncak, maka survei dilakukan pada jam-jam sibuk seperti pagi hari yang dimulai pada pukul 07.00 wib s/d 09.00 wib, pada siang hari dilakukan pada pukul 11.00 wib s/d 13.00 wib dan sore hari dilakukakan pada pukul 16.00 s/d 18.00 wib. Survei tidak dilakukan pada saat lalu lintas dipengaruhi oleh kejadian yang tidak biasanya, seperti saat terjadinya kecelakaan lalu lintas, hari libur nasional , perbaikan jalan dan bencana alam.

Untuk mendapatkan fluktuasi arus lalu lintas di ruas-ruas jalan dan persimpangan didalam jaringan jalan yang di tinjau idealnya dilakukan survei di setiap ruas jalan selama satu tahun penuh, namun pengambilan data ini hanya bisa dilakukan dengan cara manual. Survei pencatatan lalu lintas manual dilakukan dengan menghitung setiap kendaraan disetiap fase dan dicatat dalam formulir yang telah disediakan. Pengisian formulir disesuaikan dengan klasifikasi



kendaraan dengan interval waktu setiap 15 menit secara terus menerus selama 2 jam pertama dimulai pukul 07.00 s/d 09.00, dan jam kedua dimulai pukul 11.00 s/d 13.00 selanjutnya 2 jam terakhir pada pukul 16.00 s/d 18.00 wib . Secara umum tidak terdapat petunjuk dalam menentukan jumlah surveior yang dibutuhkan dalam suatu survei, akan tetapi sebagai gambaran kasar setiap surveior mampu menangani sekitar 500 sampai 600 kendaraan perjamnya.

Berdasarkan ”*Tata Cara Pelaksanaan Survei Perhitungan lalu Lintas cara manual, No.016/T/BNKT/1997*” adalah sebagai berikut;

1. **Kendaraan berat**, meliputi: bus, truk 2 as, truk 3 as dan kendaraan lain sejenisnya yang mempunyai berat kosong lebih dari 1,5 ton.
2. **Kendaraan ringan**, meliputi: sedan, taksi, mini bus (mikrolet), serta kendaraan lainnya yang dapat dikategorikan dengan kendaraan ringan yang mempunyai berat kosong kurang dari 1,5 ton.
3. **Kendaraan tidak bermotor**, yaitu kendaraan yang tidak menggunakan mesin, misalnya: sepeda, becak dayung, dan lain sebagainya.
4. **Becak mesin**, yaitu sepeda motor dengan gandengan di samping.
5. **Sepeda motor**, yaitu kendaraan beroda dua yang di gerakkan dengan mesin.

Pencacahan volume lalu lintas ini dilakukan baik diruas jalan maupun dipersimpangan, namun mengingat jumlah simpang yang ada pada lokasi studi sangat banyak maka dipilih ruas jalan dan persimpangan utama saja dilokasi studi yang menjadi jalan masuk dan keluar wilayah studi.

### 3.3.2.2 Survei geometrik ruas jalan dan persimpangan.

Rangkaian kegiatan survei ini adalah pengukuran geometrik ruas jalan dan persimpangan seperti pengukuran lebar lajur pada ruas jalan, median jalan, lebar trotoar serta mengidentifikasi jumlah rambu-rambu yang ada dan prasarana lainnya sehingga dihasilkan , suatu data yang sesuai dengan kebutuhan pada saat perhitungan dan analisa data kelak.

Begitu juga halnya dengan persimpangan pengukuran meliputi lebar ruas jalan atau lebar efektif lengan simpang, lebar pasilitas belok kiri langsung, lebar masukan pada masing-masing lengan simpang serta lebar keluar masing masing lengan simpang juga pengukuran meliputi mencatat waktu traffic signal seperti lamanya waktu hijau, lamanya waktu kuning, lamanya waktu merah dan bentuk fase pergerakan persimpangan, serta data-data lainnya sesuai dengan kebutuhan pada perhitungan dan analisa data kelak.

### 3.3.2.3 Survei jumlah fase dan waktu sinal di persimpangan

Survei fase pergerakan arus lalu lintas dilokasi studi bersamaan dengan pengumpulan data arus lalu lintas dipersimpangan yang diamati. Jumlah fase dan waktu sinal hijau, kuning dan merah dikumpulkan sesuai dengan kondisi eksisting.

## 3.4 Tahap pengolahan data

Tahapan ini meliputi pentabulasian data-data hasil survei , penetapan jam puncak volume lalu lintas dan perhitungan dengan metode MKJI ( Manual

Kapasitas Jalan Indonesia )' february 1997.

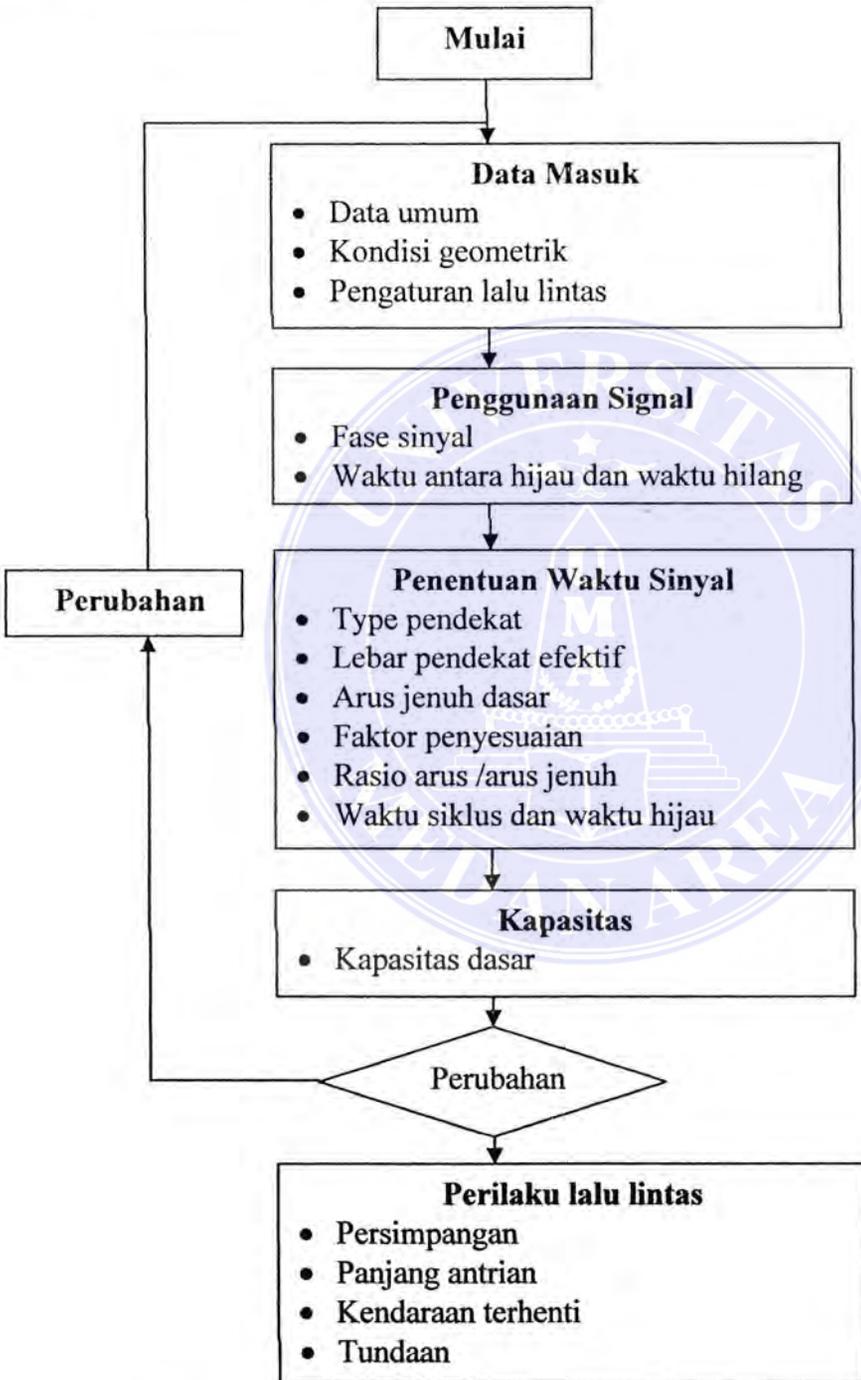
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/1/24

### 3.4.1 Perhitungan Persimpangan.

Bagan alir prosedur perhitungan untuk menentukan parameter kinerja pada persimpangan bersinyal dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut,



**Gambar 3.4 Bagan alir perhitungan persimpangan bersinyal**

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 4/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)4/1/24

### 3.5 Tahapan analisa data

Tahapan ini merupakan tahapan membandingkan hasil perhitungan dengan kinerja persimpangan berdasarkan derajat kejenuhan (D) untuk diperoleh bentuk penanganan yang sesuai dengan kebutuhan.

Skenario analisa dan juga merupakan alternatif bentuk penanganan pada persimpangan meliputi,

1. Analisa dengan data arus lalu lintas eksesting, geometri eksesting, fase eksesting, pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang.
2. Analisa dengan data arus lalu lintas eksesting, geometri eksesting, fase dirubah menjadi 2 fase , pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang.
3. Analisa dengan data arus lalu lintas eksesting, merubah geometri persimpangan, fase eksesting, pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dilapangan dan hasil analisa pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Dari hasil perhitungan skenario diatas nilai tundaan terendah terjadi pada skenario 2 (dua) yaitu, analisa dengan data arus lalu lintas eksesting, geometri eksesting, fase dirubah menjadi 2 fase , pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang, nilai tundaan rata-rata skenario 2 sebesar 34,566 det/smp indek tingkat pelayanan D.

Kondisi persimpangan Jalan Gatot Subroto yang saat ini tidak memadai untuk menampung arus lalu lintas yang ada. Hal ini dapat dilihat dari derajat kejenuhan Timur (Guru Patimpus) sebesar 0,957, Utara (Adam Malik) sebesar 0,957, Barat (Gatot Subroto) sebesar 0,957. Dimana angka melebihi variabel batas normal derajat kejenuhan sebesar 0,85, hal ini beararti persimpangan Gatot Subroto memiliki kapasitas simpang yang kurang baik, untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan perubahan-perubahan di simpang tersebut.

Panjang antrian QL tertinggi pada persimpangan Jl.Guru Patimpus sebesar 441 smp/jam pada Jl.Adam Malik sebesar 800 smp/jam dan pada Jl.Gatot Subroto sebesar 301 smp/jam. Nilai tundaan simpang rata-rata (D) pada persimpangan Guru Patimpus sebesar 123,9 det/smp, persimpangan Adam Malik sebesar 88,5 det/smp, dan pada persimpangan Gatot Subroto sebesar 153 detik/smp.

## Saran

Beberapa hal ini yang disarankan sehubungan dengan hasil yang diperoleh pada sa ini adalah sebagai berikut:

Untuk memperkecil derajat kejenuhan perlu ada perubahan fase existing menjadi 2 fase , pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang.

Dengan hasil yang di peroleh dari penelitian bahwa kapasitas ruas jalan tidak memadai dipersimpangan tersebut, karena itu, perlu adanya perubahan geometrik persimpangan, pergerakan arus LTOR (belok kiri langsung) diperkenankan disetiap lengan simpang, sehingga derajat kejenuhan akan berkurang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Edward, K . Morlok, Pengantar Teknik Lalu Lintas dan Perencanaan Transportasi. Mc Graw Hill, inc, 1978.
- MKJI, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Direktorat Jendral Bina Marga,Bandung.
- ..... Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota., Jalan No.038/TBM/1997,
- ..... Jurnal; Tingkat Pelayanan Jalan, Persimpangan Tidak Bersinyal Persimpangan Bersinyal, Faktor Penyebab Tundaan, Skenario Penyelesaian Masalah, Malang 2010.
- ..... Jurnal; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Achmad Yani Banjarmasin Studi Pehitungan Tundaan di Persimpangan Jalan Perkotaan(*Dini Utami*) Banjarmasin., 2010.
- Ahmad Murauar, Ir, MSc, Dr, Ing., Dasar-dasar Teknik Transportasi., Bela Ofcet,Jogyakarta, 2005.
- Lubis Marwan , Ir, MT, Studi Manajemen Lalu Lintas Meningkatkan Kinerja Jaringan Jalan Pada Daerah Lingkar Dalam Kota Medan, Thesis, Medan 2009,.
- Ofyar Z Tamin., Perencanaan dan Pemodelan Transportasi” ITB, Bandung, 2002