

## TUGAS AKHIR

# EVALUASI TINGKAT PELAYANAN DAN WAKTU SIKLUS OPTIMUM PADA PERSIMPANGAN BERSINYAL JALAN JENDERAL SUDIRMAN – JALAN S.PARMAN – JALAN KAPTEN PATTIMURA KOTA MEDAN (*Studi Kasus*)

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

**Disusun Oleh:**

**ADRIAL HABIB SINAGA**  
**1807210106**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

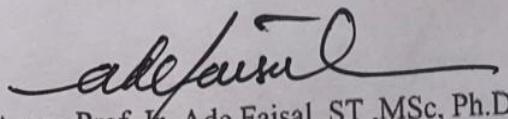
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Adrial Habib Sinaga  
Npm : 1807210106  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi Tingkat Pelayanan dan Waktu Siklus Optimum  
Pada Persimpangan Bersinyal Jalan Jendral Sudirman –  
Jalan S.Parman – Jalan Kapten Pattimura Kota Medan  
(Studi Kasus)  
Bidang Ilmu : Transport

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

Medan, 13 Desember 2024

Dosen Pembimbing



Assoc Prof. Ir. Ade Faisal, ST, MSc, Ph.D

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

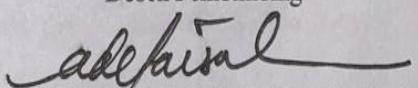
Nama : Adrial Habib Sinaga  
Npm : 1807210106  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi Tingkat Pelayanan dan Waktu Siklus Optimum  
Pada Persimpangan Bersinyal Jalan Jendral Sudirman –  
Jalan S.Parman – Jalan Kapten Pattimura Kota Medan  
(Studi Kasus)  
Bidang Ilmu : Transport

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

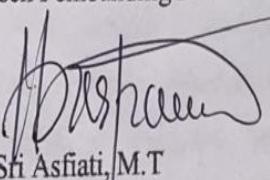
Medan, 13 Desember 2024

Mengetahui dan menyetujui:

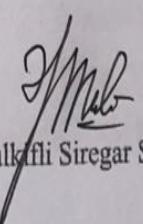
Dosen Pembimbing

  
Assoc Prof Ir. Ade Faisal, ST, MSc, Ph.D

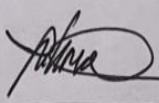
Dosen Pembanding I

  
Ir. Sri Asfiati, M.T

Dosen Pembanding II

  
Zulkifli Siregar S.T, M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil

  
Assoc. Prof Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc, Ph.D, IPM

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adrial Habib Sinaga

Tempat/Tanggal Lahir : Medan / 12 September 1999

NPM : 1807210106

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Evaluasi Tingkat Pelayanan Dan Waktu Siklus Optimum Pada Persimpangan Bersinyal Jalan Jenderal Sudirman – Jalan S.parman – Jalan Kapten Pattimura Kota Medan (Studi Kasus)”.

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

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

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

Medan, 13 Desember 2024

Saya yang menyatakan,



Adrial Habib Sinaga

NPM : 1807210106

## ABSTRAK

**EVALUASI TINGKAT PELAYANAN DAN WAKTU SIKLUS  
OPTIMUM PADA PERSIMPANGAN BERSINYAL JALAN  
JENDERAL SUDIRMAN – JALAN S.PARMAN – JALAN KAPTEN  
PATTIMURA KOTA MEDAN  
(*Studi Kasus*)**

Adrial Habib Sinaga

1807210106

Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, ST, MSc, Ph.D

Transportasi mempunyai peranan penting dalam kehidupan masyarakat modern dimana teknologi berkembang semakin pesat, juga laju pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi sehingga mengakibatkan peningkatan kebutuhan masyarakat akan transportasi. Gangguan transportasi itu dapat berupa kemacetan pada ruas jalan termasuk pada persimpangan jalan terutama pada saat jam puncak/jam sibuk. Persimpangan jalan adalah daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu-lintas didalamnya, pada simpang yang penulis teliti lalu lintas tertinggi adalah pada jalan Lintas Usu pada hari Jum'at 12 september 2022 pada jam 17.00 – 18.00 sebesar 1392, Waktu Siklus yang penulis dapat adalah 233 detik yang mana waktu siklus pada simpang tiga bersinyal manhattan sudah dikatakan tidak memenuhi syarat kelayakan waktu siklus simpang tiga bersinyal, yang menurut PKJI 2014 waktu siklus optimum untuk simpang tiga bersinyal adalah 80 -130 detik. Derajat kejemuhan simpang tiga bersinyal sudirman dari masing masing lenganya yang terkecil adalah 0.93 yang mana nilai tersebut lebih besar dari nilai batas derajat kejemuhan menurut PKJI 2014 yaitu 0.85. Nilai tundaan rata – rata seluruh simpang adalah 102.06 detik/skr yang mana *level of service* (LOS) dari simpang tiga bersinyal yang diteliti adalah Tingkatan LOS F atau Rata - Rata Kontrol *Delay* (detik/Kendaraan) > 80, dengan keterangan Arus dipaksakan

Kata kunci: Waktu Siklus, Simpang Apill, PKJI 2014.

## ABSTRACT

**EVALUATION OF SERVICE LEVEL AND OPTIMUM PHASES AND CYCLE TIMES AT THE JENDERAL SUDIRMAN SIGNING junction – JALAN S.PARMAN – JALAN KAPTEN PATTIMURA KOTA MEDAN  
(Case study)**

Adrial Habib Sinaga  
1807210106

Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, ST, MSc, Ph.D

*Transportation has an important role in the life of modern society where technology is developing more rapidly, as well as the rate of population growth is getting higher, resulting in an increase in people's need for transportation. Transportation disturbances can be in the form of congestion on roads, including at crossroads, especially during peak hours/busy hours. A road intersection is a general area where two or more roads join or intersect, including roads and roadside facilities for traffic movement therein, at the intersection that the writer examines the highest traffic is on the Usu Cross road on Monday 12 September 2022 at 17.00 – 18.00 of 1392, the Cycle Time that the author got is 233 seconds, where the cycle time at the Sudirman signalized intersection has been said to not meet the eligibility requirements for the signalized intersection, which according to PKJI 2014 the optimum cycle time for the signalized intersection is 80 -130 seconds . The degree of saturation of the Sudirman signaled intersection of each arm is 0.93, which is greater than the limit value of the degree of saturation according to the 2014 PKJI, which is 0.85. The average delay value for all intersections is 102. 06 seconds/current, where the level of service (LOS) of the signalized intersections that the authors examine is the LOS F Level or Average Delay Control (seconds/vehicle) > 80, with a description of forced current*

*Keywords: Cycle Time, Apill Intersection, PKJI 2014.*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Evaluasi Tingkat Pelayanan Dan Waktu Siklus Optimum Pada Persimpangan Bersinyal Jalan Jenderal Sudirman Jalan S.parman Jalan Kapten Pattimura” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, ST ,MSc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Sri Asfiati M.T selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Zulkifli Siregar S.T, M.T selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Assoc. Prof Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc, Ph.D, IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmuketeknik sipilan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Orang tua penulis: Ayahanda Rasyidin Porang dan Ibunda penulis Nurmasidah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis dan memotivasi penulis untuk terus maju kearah yang lebih baik.

Medan,  
13 Desember 2024  
Saya yang menyatakan,

Adrial Habib Sinaga

---

NPM : 1807210106

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR PERSAMAAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Persimpangan	5
2.2 Sifat-Sifat Umum Persimpangan	6
2.2.1 Volume dan Kecepatan Rencana	6
2.2.2 Pengendalian Persimpangan	8
2.2.2.1 Rambu Berhenti	8
2.2.2.2 Rambu Pengendalian Kecepatan	9
2.2.2.3 Kanalisasi Dipersimpangan ( <i>Channelization</i> )	9
2.2.2.4 Bundaran ( <i>Rotary</i> ) dan Perputaran ( <i>Roundabout</i> )	10

2.2.2.5 Persimpangan Tanpa Rambu	10
2.2.2.6 Pengaturan Dengan Lampu Lalu-Lintas	10
2.2.3 Konflik Lalu-Lintas	12
2.3 Lebar dan Jumlah Lajur Pada Kaki Persimpangan	13
2.4 Tipe Persimpangan	14
2.4.1 Persimpangan Sebidang ( <i>At Grade Intersection</i> )	14
2.4.2 Persimpangan Tak Sebidang	19
2.5 Persimpangan Dengan Lampu Lalu-Lintas	25
2.5.1 Dasar Operasional Sinyal Lampu Lalu-Lintas	25
2.6 Menetapkan Pengaturan Sinyal APILL	31
2.7 Penetapan Waktu Isyarat	33
2.8 Tipe Pendekatan	33
2.9 Menentukan Lebar Pendekatan Efektif ( )	34
2.10 Penetapan Waktu Siklus	35
2.11 Menghitung Waktu Hijau	36
2.12 Menghitung Derajat Kejemuhan	36
2.13 Menghitung Arus Jenuh Dasar ( $S_0$ )	37
2.14 Kapasitas Persimpangan Jalan	37
2.14.1 Defenisi Kapasitas	38
2.14.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas	38
2.14.3 Kapasitas Dari Persimpangan Bersinyal	39
2.15 Perilaku Lalu-lintas	41
2.15.1 Panjang Antrian	41
2.15.2 Angka Henti	41
2.15.3 Tundaan ( <i>Delay</i> )	42
2.15.4 Faktor Jam Puncak	44

### BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian	46
3.2 Lokasi Penelitian	47
3.3 Maksud dan Tujuan Studi	47

3.4 Pengumpulan Data	48
3.4.1 Data Primer	48
3.4.2 Data Sekunder	49

3.4.2.1 Pengumpulan Data Volume Lalu-Lintas	49
3.4.2.2 Pengumpulan Data Geometrik Persimpangan	50
3.4.3 Pengumpulan Data Sinyal	50
3.4.4 Pengumpulan Data Kondisi Lingkungan	50
3.5 Analisa Data	51

#### BAB 4 ANALISA DATA

4.1 Deskripsi data	52
4.2 Data Geometrik Jalan	52
4.3 Data Volume Lalulintas	53
4.4 Data Jumlah Penduduk	55
4.5 Analisa Data	56

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	68

#### DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Lebar Lajur Perkerasan	14
Tabel 2.2	Waktu Antar Hijau Indonesia.	30
Tabel 2.3	Waktu Siklus Layak	36
Tabel 2.4	Tingkat Pelayanan	43
Tabel 4.1	Data Geometrik Jalan Pada Simpang Tiga Sudirman=56	53
Tabel 4.2	Data Volume Lalulintas Simpang Tiga Sudirman	54
Tabel 4.3	Data Jumlah Penduduk Kota Medan	55
Tabel 4.4	Lebar Efektif	56
Tabel 4.5	Nilai S untuk masing masing lengan simpang	58
Tabel 4.6	Nilai Waktu Siklus	58
Tabel 4.7	Nilai Waktu Hijau	59
Tabel 4.8	Nilai Kapasitas	60
Tabel 4.9	Nilai Derajat Kejemuhan	61
Tabel 4.10	Nilai Kendaraan Tertinggal total	62
Tabel 4.11	Nilai Panjang Antrian	63
Tabel 4.12	Nilai Tundaan Total	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rambu pengendali persimpangan.	12
Gambar 2.2	Konflik yang terjadi pada persimpangan.	13
Gambar 2.3a	Persimpangan tipe “T” tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan ( <i>Flare</i> ).	15
Gambar 2.3b	Persimpangan tipe “T” tanpa kanal dan dengan lebar tambahan ( <i>Flare</i> ).	15
Gambar 2.3c	Persimpangan tipe “T” dengan kanal dan tanpa lebar tambahan ( <i>Flare</i> ).	16
Gambar 2.3d	Persimpangan tipe “T” dengan kanal dan tanpa lebar tambahan ( <i>Flare</i> ).	16
Gambar 2.3e	Persimpangan tipe “Y” tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan ( <i>Flare</i> ).	17
Gambar 2.3f	Persimpangan tipe “Y” dengan kanal dan tanpa lebar tambahan ( <i>Flare</i> ).	17
Gambar 2.3g	Persimpangan tipe “Y” dengan kanal dan tanpa lebar tambahan ( <i>Flare</i> ).	18
Gambar 2.4a	Persimpangan tidak sebidang.	20
Gambar 2.4b	Persimpangan tidak sebidang tipe semanggi persial.	20
Gambar 2.4c	Persimpangan tidak sebidang tipe semanggi.	21
Gambar 2.4d	Persimpangan tidak sebidang tipe directional.	21
Gambar 2.4e	Persimpangan tidak sebidang tipe “Y”.	22
Gambar 2.4f	Persimpangan tidak sebidang tipe “T” atau terompet.	22
Gambar 2.4g	Persimpangan tidak sebidang tipe bundaran.	23
Gambar 2.5	Model dasar digram sinyal lalu lintas.	28
Gambar 2.6	Titik konflik kritis dan jarak	32
Gambar 2.7	Penentuan Tipe Pendekat	34
Gambar 2.8	Lebar Pendekat Dengan Pulau dan Tanpa Pulau Lalu Lintas	34
Gambar 3.1	Alur penelitian.	46

Gambar 3.2	Denah Lokasi Penelitian	47
Gambar 4.1	Ukuran Jalur pada simpang empat Manhattan Sumber: Aplikasi <i>Maps Ruler</i>	53
Gambar 4.2	Nilai NQ Maximum	62
Gambar 4.3	Denah <i>Network Model</i>	64
Gambar 4.4	Contoh gambar 3D dari model kendaraan	65
Gambar 4.5	Input data Volume kendaraan	65
Gambar 4.6	Pembatas Kecepatan pada model kendaraan	66
Gambar 4.7	Pemodelan APILL dan waktu siklus	66

## DAFTAR NOTASI

APILL	= Alat Pemberi isyarat lalu lintas
C	= Kapasitas untuk lengan atau kelompok lajur i
c	= Waktu siklus
CBD	= Central Business District
Cm	= Waktu siklus minimum
C <sub>opt</sub>	= Waktu siklus optimum
DG <sub>j</sub>	= Tundaan geometric rata-rata
D <sub>j</sub>	= Tundaan rata-rata
D <sub>j</sub>	= Derajat kejenuhan
DT <sub>j</sub>	= Tundaan lalu-lintas rata-rata
H <sub>h</sub>	= Waktu hijau
g	= Rasio waktu hijau atau kelompok lajur
GR	= Rasio hijau
HV	= Kendaraan berat
i	= Waktu hilang (detik)
IFR	= Jumlah FR maksimum tiap fase
k	= Waktu kuning (detik)
LTI	= Waktu hilang total pada satu fase
LV	= Kendaraan ringan
m	= Waktu merah semua (detik)
MC	= Sepeda motor
NQ <sub>1</sub>	= Jumlah smp yang tertinggal
NQ <sub>2</sub>	= Jumlah smp yang datang
PHF	= Faktor jam puncak
P <sub>sv</sub>	= Rasio kendaraan terhenti
P <sub>t</sub>	= Rasio kendaraan membelok
Q	= Arus lalu-lintas
S	= Arus Jenuh
So	= Arus lalu-lintas jenuh (smp/jam)

UM = Kendaraan tak bermotor

## DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1	Waktu hilang ( $H_H$ )	29
Persamaan 2.2	Hilang total	29
Persamaan 2.3	Waktu hijau effektif	31
Persamaan 2.4	$q_{dj}$	31
Persamaan 2.5	$M_{Semua}$	32
Persamaan 2.6	Faktor jam puncak	44
Persamaan 2.7	Lebar efektif	35
Persamaan 2.8	Waktu Siklus	35
Persamaan 2.9	Waktu Hijau	36
Persamaan 2.10	Derajat Kejemuhan	36
Persamaan 2.11	Arus Jenuh	37
Persamaan 2.12	Arus Jenuh Dasar	37
Persamaan 2.13	Kapasitas	39
Persamaan 2.14	Derajat kejemuhan ( <i>degree of saturation</i> )	40
Persamaan 2.15	Waktu siklus minimum	40
Persamaan 2.16	NQ	41
Persamaan 2.17	NQ1	41
Persamaan 2.18	NQ2	41
Persamaan 2.19	NS	42
Persamaan 2.20	$T_i$	42
Persamaan 2.21	$T_L$	42
Persamaan 2.22	$T_G$	43

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang.**

Transportasi mempunyai peranan penting dalam kehidupan masyarakat moden dimana teknologi berkembang semakin pesat, juga laju pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi sehingga mengakibatkan peningkatan kebutuhan masyarakat akan transportasi. Hal ini sangat berkaitan dengan jaringan dan permasalahan lalu lintas. Jalan sebagai salah satu prasarana perhubungan darat, mempunyai fungsi dasar yakni memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas seperti, aman dan nyaman kepada pemakai jalan.

Perkembangan teknologi menimbulkan perkembangan dalam berbagai sektor kehidupan manusia. Salah satu sektor yang berkembang adalah sektor transportasi, yang didalamnya termasuk angkutan darat. Peningkatan penggunaan kendaraan dikarenakan adanya peningkatan taraf hidup dan pendapatan masyarakat. Meningkatnya jumlah kendaraan yang ada harus diikuti dengan penyediaan jaringan Jalan yang memadai sehingga tidak menimbulkan gangguan transportasi.

Gangguan transportasi itu dapat berupa kemacetan pada ruas jalan termasuk pada persimpangan jalan terutama pada saat jam puncak/jam sibuk. Persimpangan jalan adalah daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu-lintas didalamnya (C. Jotin Khisty, 2003). Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sebuah sistem jalan. Persimpangan ini juga berfungsi sebagai penentu pelayanan fasilitas transportasi dan arus lalu-lintas. Jika desain persimpangan itu memadai maka arus lalu-lintas akan lancar dan pelayanan transportasi juga akan lancar, jika desain persimpangan tidak lagi memadai maka arus lalu-lintas dan pelayanan transportasi juga tidak akan baik

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pemaparan yang telah diuraikan dilatar belakang masalah ada beberapa hal yang menjadi pokok permasalahan yang akan dianalisa dalam penelitian ini, adalah:

1. Apakah waktu siklus pada persimpangan Jalan Jenderal Sudirman – Jalan S.Parman dan Jalan Kapten Pattimura sudah optimum?
2. Bagaimana tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal Jalan Jenderal Sudirman – Jalan S.Parman dan Jalan Kapten Pattimura?
3. Bagaimana Tingkat Kejemuhan pada simpang empat bersinyal Jl.Jenderal Sudirman– Jl. S.parman Dan Jl. Kapten Pattimura?

## **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Untuk menghindari penyimpangan pembahasan topik yang diambil, maka penulisan ini memiliki beberapa batasan masalah yaitu:

1. Penelitian dilakukan pada persimpangan Jalan Jenderal Sudirman – Jalan S . p a r m a n dan Jalan Kapten Pattimura.
2. Volume lalu lintas diambil pada jam jam–jam sibuk masing–masing lengan percabangan yaitu:
  - a. Pagi hari pukul 07.00 WIB – 09.00 WIB
  - b. Siang hari pukul 12.00 WIB – 14.00 WIB
  - c. Sore hari pukul 16.00 WIB – 18.00 WIB
3. Metode analisis menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014).
4. Klasifikasi arus lalu-lintas yang ditinjau meliputi kendaraan ringan (LV) seperti mobil penumpang, pick up dan truk ringan; kendaraan berat (HV) seperti bus sedang/besar, dan truk besar; sepeda motor (MC); dan kendaraan tidak bermotor (UM) seperti becak dan sepeda.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini dapat memberikan pemahaman sebagai berikut:

1. Mengetahui waktu siklus optimum pada persimpangan Jalan Jenderal Sudirman –Jalan S.parman dan Jalan Kapten Pattimura.
2. Mengetahui tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal Jalan Jenderal Sudirman– Jalan S.parman dan Jalan Kapten Pattimura.
3. Mengetahui Tingkat Kejemuhan pada simpang empat bersinyal Jl. Jenderal Sudirman – Jl. S.parman Dan Jl. Kapten Pattimura.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dapat dijadikan sebagai bahan referensi dalam proyek – proyek yang berkenaan dengan pelayanan persimpangan bersinyal.
2. Bagi peneliti bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan sebagai pedoman dalam menganalisa kinerja persimpangan bersinyal.
3. Bagi teman teman mahasiswa dapat menjadi referensi tambahan dalam menyusun tugas akhir yang berkenaan dengan topik sejenis.

## **1.6 Sistematika penulisan**

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam studi ini, dalam penulisan tugas akhir ini dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan studi kasus, manfaat studi kasus dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini meliputi pengambilan teori dan beberapa sumber bacaan dan narasumber yang mendukung analisa permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang pendeskripsian dan langkah-langkah yang akan dilakukan. Cara memperoleh data-data yang relevan dengan studi kasus yang berisikan objek, alat-alat, tahapan dan kebutuhan data.

### **BAB 4 ANALISA DATA**

Bab ini membahas tentang proses pengolahan data, penyajian data dan hasil data.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan logis berdasarkan analisa data, temuan dan bukti yang disajikan sebelumnya yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Persimpangan**

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Ketika berkendaraan didalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan didaerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, dimana pengemudi dapat memutuskan untuk jalan terus atau membelok dan pindah jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum di mana dua jalan atau lebih bergabung atau persimpangan termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu-lintas didalamnya (AASHTO, 2001). Persimpangan menurut (Sony S Wibowo, 1997) adalah Lokasi atau daerah dimana dua atau lebih jalan, bergabung, berpotongan, atau bersilang. Pengertian lain dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), adalah Dua buah ruas jalan atau lebih yang saling bertemu, saling berpotongan atau bersilangan disebut dengan persimpangan(*intersection*).

Karena persimpangan harus dimanfaatkan bersama-sama oleh setiap orang yang ingin menggunakan, maka persimpangan tersebut harus dirancang dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, kecepatan, biaya operasi, dan kapasitas. Pergerakan lalu-lintas yang terjadi dan urutan- urutannya dapat ditangani dengan berbagai cara, tergantung pada jenis persimpangan yang dibutuhkan (AASHTO, 2001).

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

Secara umum terdapat tiga jenis persimpangan, yaitu: (1) persimpangan sebidang, (2) pembagian jalur jalan tanpa ramp, dan (3) interchange(simpang susun). Persimpangan sebidang (intersection at grade) adalah persimpangan di

mana dua jalan raya atau lebih bergabung, dengan tiap jalan raya mengarah keluar dari sebuah persimpangan dan membentuk bagian darinya. Persimpangan tidak sebidang adalah suatu bentuk khusus dari pertemuan jalan yang bertujuan untuk mengurangi titik konflik atau bahaya belok kanan yang menghambat lalu-lintas dan lain-lain, perencanaan persimpangan ini memerlukan lahan yang luas yang cukup besar dan perencanaan yang cukup teliti untuk mendapatkan hasil yang maksimal.. Ada empat elemen dasar yang umumnya dipertimbangkan dalam merancang persimpangan sebidang :

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

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

## **2.2 Sifat-sifat Umum Persimpangan**

### **2.2.1 Volume dan Kecepatan Rencana**

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan (atau mobil penumpang) yang melalui suatu titik tiap satuan waktu. Manfaat data (informasi) volume adalah:

1. Nilai kepentingan relative suatu rute
2. Fluktasi dalam arus
3. Distribusi lalu-lintas dalam sebuah sistem jalan
4. Kecenderungan pemakai jalan

Volume jenuh merupakan volume yang hanya dikenal pada persimpangan berlampa lalu lintas. Volume jenuh merupakan volume maksimum yang dapat melewati garis stop, setelah kendaraan mengantri pada saat lampu merah, kemudian bergerak menerima lampu hijau.

Volume lalu lintas mempunyai nama khusus berdasarkan bagaimana data tersebut diperoleh yaitu:

1. ADT (*average dayly traffic*) atau dikenal juga sebagai LHR ( lalu lintas harian rata-rata) yaitu total volume lalu lintas rata-rata harian berdasarkan pengumpulan data selama X hari, dengan ketentuan  $1 < X < 365$ .
2. AADT (*averange annual daily traffic*) atau dikenal juga dengan LHTR (lalu lintas harian rata-rata tahunan), yaitu total volume rata-rata harian (seperti ADT), akan tetapi pengumpulan datanya harus  $> 365$  hari.
3. AAWT (*averange annual weekly traffic*) yaitu volume rata-rata harian selama hari kerja berdasarkan pengumpulan data  $> 365$  hari. Sehingga AAWT dapat dihitung sebagai jumlah volume pengamatan selama hari kerja dibagi dengan jumlah hari kerja selama pengumpulan data.
4. *Maximum annual hourly volume* adalah tiap jalan yang terbesar untuk suatu tahun tertentu.
5. 30 HV (  $30^{\text{th}}$  *highest annual hourly volume*) atau disebut juga sebagai DHV (*design hourly volume*), yaitu volume lalu lintas tiap jam yang dipakai sebagai volume desain. Dalam setahun, besarnya volume ini akan dilampaui oleh 29 data.
6. *Rate of flow* atau *flow rate* adalah volume yang diperoleh dari pengamatan yang lebih kecil dari satu jam, akan tetapi kemudian dikonversikan menjadi volume 1 jam secara linear.
7. *Peak hour factor* (PHF) adalah perbandingan volume satu jam penuh dengan puncak dari flow rate pada jam tersebut.

Pada prinsipnya sebuah persimpangan akan dirancang untuk menyediakan lalu lintas pada volume jam perencanaan dari jalan yang saling bersilangan. Kecepatan rencana adalah besar kecepatan yang direncanakan pada saat mendekati persimpangan (kaki persimpangan).

Terdapat dua kecepatan rencana yaitu:

1. Dengan tanda Stop, berarti mempunyai kecepatan rencana  $< 15$  Km/Jam.
2. Tanpa tanda Stop, berarti mempunyai kecepatan rencana  $> 20$  Km/Jam  
Pemilihan kecepatan rencana dilakukan dengan memperhatikan faktor-faktor antara lain, tipe serta fungsi pertemuan, sifat serta keadaan lalu lintas dan sifat daerah.

Untuk kondisi dimana kesulitan keadaan topografi untuk jalan yang direncanakan kecepatan tinggi, kecepatan rencana pada persimpangan dapat dikurangi sehingga tidak lebih dari 20Km/Jam.

### **2.2.2 Pengendalian Persimpangan**

Tujuan pengendalian persimpangan (*Control Intersection*) dimaksudkan untuk memanfaatkan sepenuhnya kapasitas persimpangan, mengurangi dan menghindari terjadinya kecelakaan dengan mengurangi jumlah konflik serta melindungi jalan utama dari gangguan sehingga hierarki jalan tetap terjamin. Terdapat paling tidak enam cara utama mengendalikan lalu lintas persimpangan, bergantung pada jenis persimpangan dan volume lalu lintas pada tiap aliran kendaraan.

Berdasarkan urutan tingkat pengendalian, dari kecil ke tinggi, di persimpangan, keenamnya adalah: tanpa kendali, kanalisasi, rambu pengendali kecepatan atau rambu henti, bundaran dan lampu lalu lintas. MUTCD memberikan petunjuk mengenai penggunaan jenis pengendali persimpangan, dalam bentuk ketentuan

#### **2.2.2.1 Rambu berhenti**

Rambu berhenti harus ditempatkan pada suatu persimpangan pada kondisi-kondisi:

1. Persimpangan antara suatu jalan yang relatif kurang penting dengan jalan utama, dimana penerapan aturan daerah-milik-jalan yang normal bisa berbahaya.
2. Persimpangan antara jalan-jalan luar kota dan perkotaan dengan jalan raya.
3. Jalan yang memasuki suatu jalan atau jalan raya yang tembus.

4. Persimpangan tanpa lalu lintas di suatu daerah.
5. Persimpangan tanpa lampu lalu lintas dimana kombinasi antara kecepatan tinggi, pandangan terbatas, dan banyaknya kecelakaan serius mengindikasikan adanya kebutuhan akan pengendalian oleh rambu berhenti.

#### **2.2.2.2 Rambu pengendalian kecepatan**

Rambu ini umumnya ditempatkan:

1. Pada suatu jalan minor di titik masuk menuju persimpangan ketika perlu memberikan hak jalan ke jalan utama, namun di mana kondisi berhenti tidak diperlukan setiap saat, dan di mana kecepatan datang yang aman di jalan minor melebihi 10 mil per-jam.
2. Pada pintu masuk ke jalan ekspress, dimana lajur khusus untuk percepatan tidak ada.
3. Di mana terdapat suatu lajur belok-kanan yang terpisah atau kanalisasi, namun tanpa adanya lajur percepatan yang memadai
4. Di semua persimpangan, dimana masalah lalu lintas dapat ditanggulangi dengan mudah dengan pemasangan rambu pengatur kecepatan
5. Di suatu persimpangan dengan jalan raya yang terbagi, di mana rambu berhenti terletak di pintu masuk menuju jalan yang pertama, dan pengendalian selanjutnya diperlukan pada pintu masuk menuju jalan yang kedua

#### **2.2.2.3 Kanalisasi dipersimpangan (*Channelization*)**

Kanalisasi adalah proses pemisahan atau pengaturan terhadap aliran kendaraan yang saling konflik ke dalam rute-rute jalan yang jelas dengan menempatkan betonpemisah atau rambu perkerasan untuk menciptakan pergerakan yang aman dan teratur bagi kendaraan dan pejalan kaki. Kanalisasi yang benar dapat meningkatkan kapasitas, menyempurnakan keamanan, memberikan kenyamanan penuh, dan juga menaikkan kepercayaan pengemudi. Kanalisasi sering kali digunakan bersama dengan rambu berhenti atau rambu pengatur kecepatan atau pada persimpangan dengan lampu lalu lintas.

#### **2.2.2.4 Bundaran (Rotary) dan Perputaran (Roundabout)**

Bundaran dan perputaran adalah persimpangan kanalisasi yang terdiri dari sebuah lingkaran pusat yang dikelilingi oleh jalan satu arah. Perbedaan mendasar antara bundaran dan perputaran adalah bahwa bundaran umumnya menggunakan lampu lalu lintas sedangkan perputaran tidak. Umumnya, dalam kasus perputaran, lalu lintas yang masuk mengikuti arah lalu lintas yang ada disitu.

Perputaran umumnya mempunyai tingkat keselamatan yang baik dan kendaraan tidak harus berhenti saat volume lalu lintas rendah. Perputaran yang didesain dengan baik seharusnya dapat membelokkan kendaraan yang melalui persimpangan dengan menggunakan pulau pusat (*central island*) yang cukup besar, pulau di dekat persimpangan yang desainnya layak dan meliukkan alinyemen keluar dan alinyemen masuk.

#### **2.2.2.5 Persimpangan tanpa rambu**

Apabila sebuah persimpangan tidak memiliki peranti pengatur lalu lintas, pengemudi kendaraan yang menuju persimpangan tersebut harus dapat mengamati keadaan agar dapat mengatur kecepatan yang diperlukan sebelum mencapai persimpangan. Waktu yang diperlukan untuk memperlambat kendaraan adalah waktu persepsi reaksi pengemudi dan dapat diasumsikan sebesar 2 detik. Selain itu, pengemudi harus memulai menginjak rem pada jarak tertentu dari persimpangan. Jarak yang dimaksudkan, dimana pengemudi dapat melihat kendaraan lain datang mendekat persimpangan, adalah jarak yang ditempuh selama 2 detik untuk persepsi dan reaksi, ditambah 1 detik lagi untuk mulai menginjak rem atau untuk mempercepat laju hingga laju mencapai kecepatan yang inginkan.

#### **2.2.2.6 Pengaturan dengan lampu lalu lintas**

Satu metode yang paling penting dan efektif untuk mengatur lalu lintas di persimpangan adalah dengan menggunakan lampu lalu lintas. Lampu lalu lintas adalah sebuah alat elektrik (dengan sistem pengatur waktu) yang memberikan hak jalan pada satu arus lalu lintas sehingga aliran lalu lintas ini bisa melewati

persimpangan dengan aman dan efisien. Lampu lalu lintas sesuai untuk:

1. Menghindari penundaan berlebihan pada rambu berhenti dan rambu pengendali kecepatan.
2. Masalah yang timbul akibat tikungan jalan.
3. Tabrakan sudut dan sisi.
4. Kecelakaan pejalan kaki.

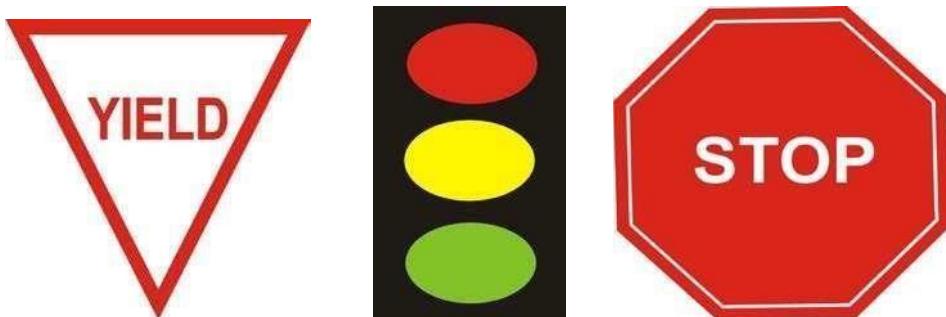
Instansi lampu lalu lintas terdiri dari tampilan – tampilan warna lampu. Instalasi ini juga dapat meliputi berbagai peralatan pendekripsi kendaraan atau beberapa bentuk peralatan lainnya yang dapat diaktifkan sesuai dengan kebutuhan (seperti tombol untuk pejalan kaki yang hendak menyeberangi jalan).

Warna yang ditampilkan lampu lalu lintas ketika menyala ada beberapa, dimana masing-masing mengendalikan satu aliran lalu lintas atau lebih yang tiba dari arah yang sama. Kepala lampu lalu lintas terdiri dari satu muka lalu lintas atau lebih, yang dapat ditempatkan di sebuah tiang atau digantung pada kabel.

Warna yang menyala pada lampu lalu lintas dibedakan dengan warna, bentuk dan kontinuitasnya. Ada tiga warna yang digunakan: (1) hijau, untuk memberikan hak jalan kepada satu atau kombinasi aliran lalu lintas; (2) merah, untuk melarang pergerakan atau mengharuskan untuk berhenti; (3) kuning, untuk mengatur pemindahan hak jalan dari sekelompok aliran lalu lintas kepada kelompok lainnya atau untuk memberikan peringatan. Apabila terdapat lampu lalu lintas khusus untuk pejalan kaki, biasanya berbentuk pesan tulisan atau logo yang berpendar. Nyala lampu lalu lintas bisa konstan atau berkedip-kedip.

Pengendali lampu lalu lintas adalah piranti elektromekanis atau elektronis yang mengatur panjang dan urutan nyala lampu pada persimpangan. Pengendali yang waktunya sudah diset terlebih dahulu beroperasi dengan lama waktu yang tetap yang dialokasikan untuk pergerakan lalu lintas tertentu dalam urutan yang tetap penetapan waktu dilakukan berdasarkan pengamatan pola arus di persimpangan tersebut. Pengendali sesuai lalu lintas dibuat untuk menerima informasi mengenai pola arus lalu lintas dari berbagai alat pengukur dalam interval waktu yang telah diatur sebelumnya. Informasi ini digunakan untuk memilih satu dari beberapa skema waktu yang disimpan di dalam memori alat pengendali.

Contoh rambu pengendali lalu-lintas pada persimpangan dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1: Rambu pengendali persimpangan. (Bina Marga, Pd 03 2017 – B)

Pada kondisi dimana kecepatan rencana ditetapkan 60 km/jam maka *type stop control* tidak dapat digunakan. Di dalam menetapkan pemilihan macam teknik pengendalian yang digunakan pada persimpangan ditentukan oleh faktor-faktor: keamanan, waktu menunggu dan pengurangan kapasitas.

### 2.2.3 Konflik Lalu Lintas

Suatu perempatan jalan yang umum dengan jalur tunggal dan jalan keluar ditunjukkan pada gambar 7.6. dari diagram dapat diketahui tempat-tempat yang sering terjadi konflik dan tabrakan kendaraaan. Jumlah konflik yang terjadi setiap jamnya pada masing-masing pertemuan jalan dapat langsung diketahui dengan cara mengukur volume aliran untuk seluruh gerakan kendaraan. Masing- masing titik berkemungkinan menjadi tempat terjadinya kecelakaan dan tingkat keparahan kecelakaannya berkaitan dengan kecepatan relatif suatu kendaraan. Apabila ada pejalan kaki yang menyeberang jalan pertemuan jalan tersebut, konflik langsung kendaraan dan pejalan kaki akan meningkatkan frekuensinya sekali lagi tergantung pada jumlah dan arah aliran kendaraan dan pejalan kaki. Pada saat pejalan kaki menyeberang jalur pendekatan, 24 titik konflik kendaraan /pejalan kaki terjadi pada pertemuan jalan tersebut, dengan mengabaikan gerakan diagonal yang dilakukan oleh pejalan kaki.

Terdapat 4 macam konflik lalu-lintas yang dapat terjadi antara lain:

1. Konflik Primer (*Divergent conflict*)

Yaitu titik pada lintasan dimana mulai memisahkan menjadi dua lintasan.

2. Konflik Sekunder (*Mergin Conflict*)

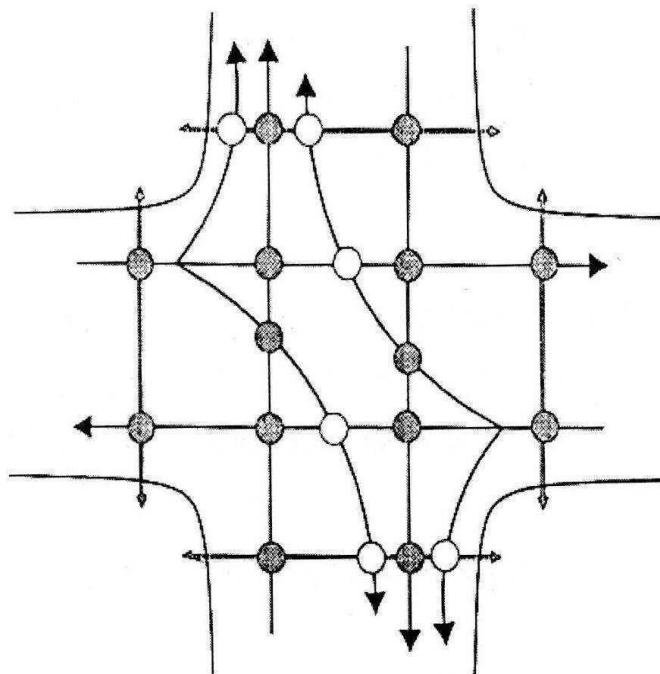
Yaitu titik pertemuan dua lintasan dari dua arah yang berlainan menjadi satu lintasan yang sama.

3. Arus kendaraan (*Through Flow Conflic*)

Yaitu perpotongan dua lintasan lurus yang saling tegak lurus.

4. Arus pejalan kaki (*Turning Flow Conflic*)

Yaitu titik perpotongan antara lintasan lurus dengan lintasan membelok dan yang saling membelok.



Gambar 2.2: Konflik yang terjadi pada persimpangan (MKJI, 1997)

### 2.3 Lebar dan jumlah lajur pada kaki persimpangan

Lebar lajur pada lalu-lintas menerus dapat dikurangi dalam kondisi dimana terdapat lajur tambahan pada persimpangan. Lebar minimum lajur tambahan adalah 3.0 m, untuk kondisi dimana kemungkinan ruang dan karakteristik lalu

lintasnya, maka lebar tersebut dapat dirubah seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Lebar Lajur Perkerasan (MKJI, 1997)

No.	Kelas Jalan	Lebar Lajur Dibagian Tangen	Lebar Lajur Menerus
1.	I	3.5	3.25 & 3.00
2.	II	3.25	3.00 & 2.75
3.	III	3.25 & 3.00	3.00 & 2.75
4.	IV	2.75	2.75

Pada kaki persimpangan jumlah lajur dapat lebih banyak daripada bagian tangen, penambahan ini dimaksudkan untuk menampung arus lalu-lintas yang akan melewati persimpangan sehingga tidak menimbulkan antrian yang panjang pada tangen.

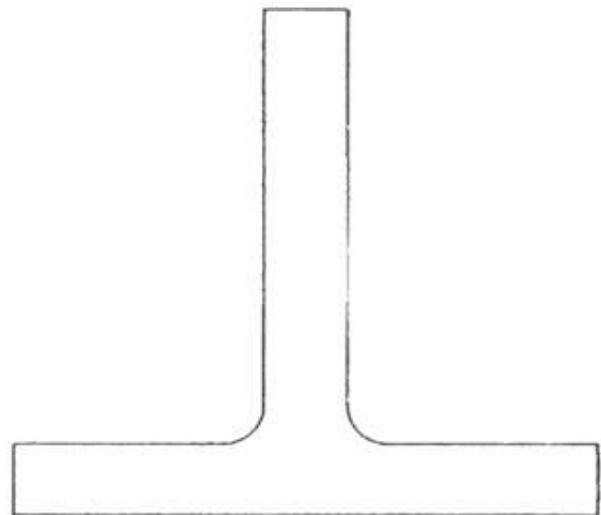
Penambahan jumlah lajur harus memperhatikan bahwa jumlah lajur menerus harus sama antara jumlah lajur keluar dan lajur masuk serta berada pada sumbu jalan yang menerus. Hal ini dimaksudkan untuk tidak menimbulkan adanya penyempitan yang dapat mengurangi kapasitas persimpangan.

## 2.4 Tipe persimpangan

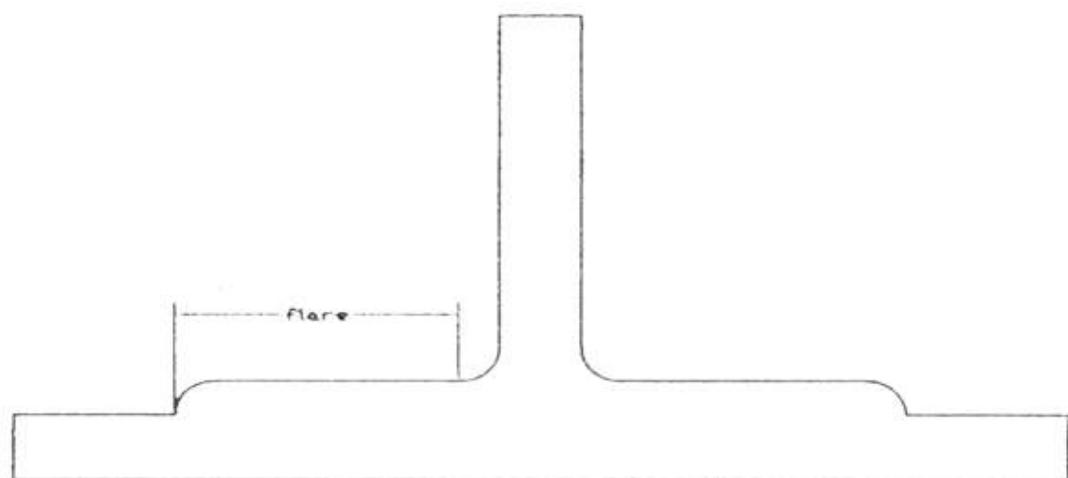
### 2.4.1 Persimpangan sebidang (*at Grade Intersection*)

Persimpangan sebidang memiliki kaki simpang berada pada satu bidang sama. Keadaan ini akan menimbulkan berbagai masalah bila terjadi arus kendaraan yang melebihi kapasitasnya.

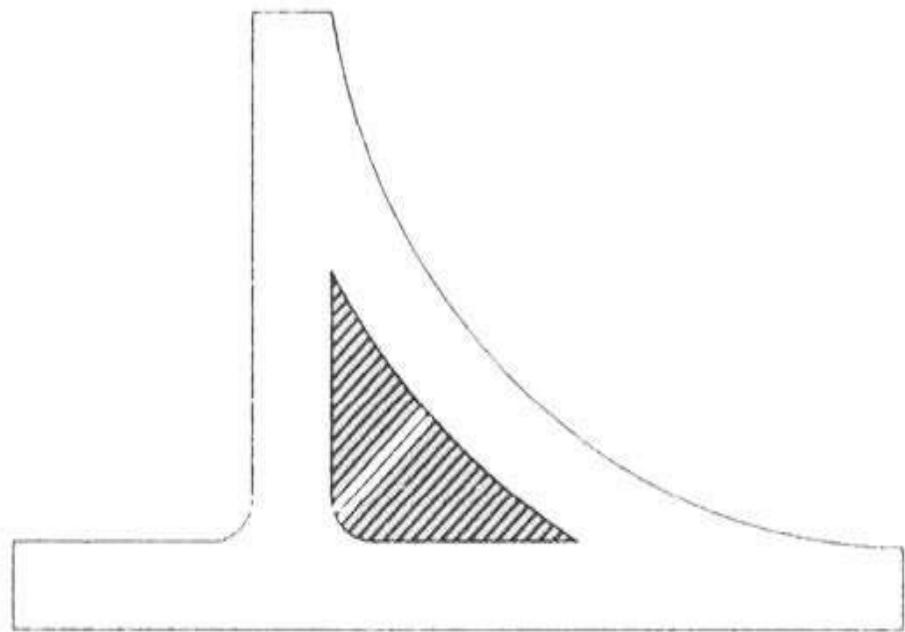
Di daerah persimpangan terjadi gerakan membelok atau memotong arus lalu-lintas. Beberapa jenis pertemuan sebidang dapat dilihat pada gambar 2.3a s/d 2.3g (terlampir).



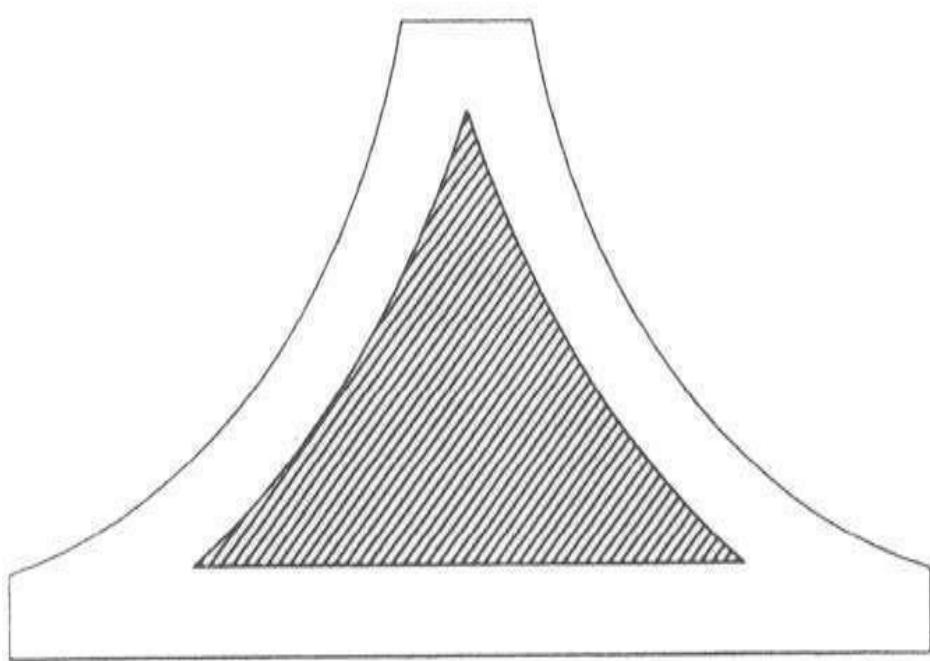
Gambar 2.3a: Persimpangan tipe “T” tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan  
*Flare* (MKJI, 1997)



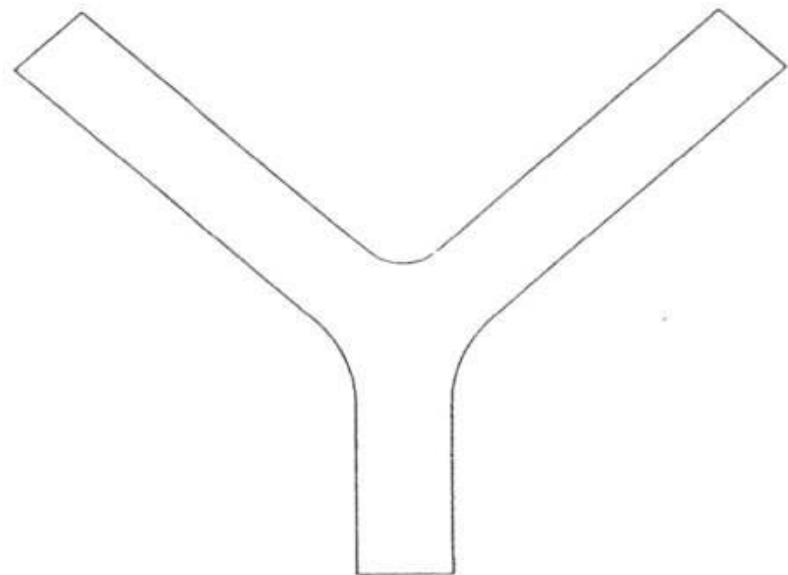
Gambar 2.3b: Persimpangan tipe “T” tanpa kanal dan dengan lebar tambahan  
*Flare* (MKJI, 1997)



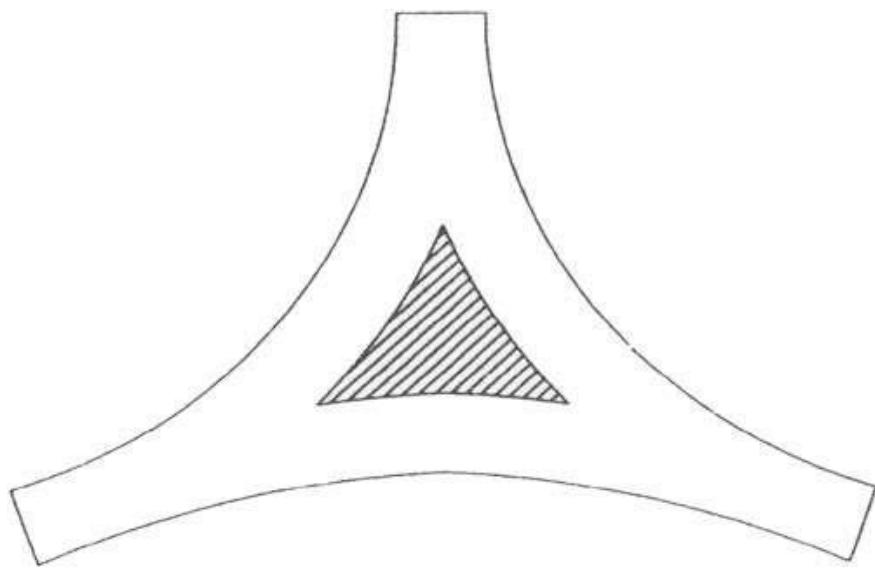
Gambar 2.3c: Persimpangan tipe “T” dengan kanal dan tanpa lebar tambahan Flare (MKJI, 1997)



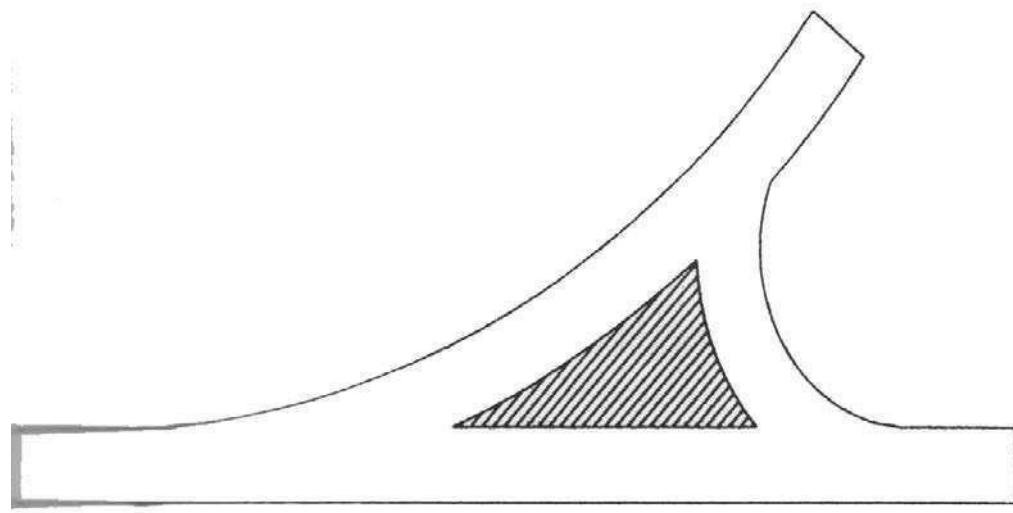
Gambar 2.3d: Persimpangan tipe “T” dengan kanal dan tanpa lebar tambahan Flare (MKJI, 1997)



Gambar 2.3e: Persimpangan tipe “Y” tanpa kanal dan tanpa lebar tambahan *Flare*  
(MKJI, 1997)



Gambar 2.3f: Persimpangan tipe “Y” dengan kanal dan tanpa lebar tambahan *Flare*  
(MKJI, 1997)



Gambar 2.3g: Persimpangan tipe “Y” dengan kanal dan tanpa lebar tambahan Flare (MKJI, 1997)

Gambar 2.3a s/d 2.3g, diatas menggambarkan tipe persimpangan sebidang secara skematis mulai dari bentuk yang sederhana sampai yang kompleks. Persimpangan jalan tanpa kanalisasi adalah yang termurah dan paling sederhana. Pada jenis ini, titik pertemuan jalan dibuat melengkung untuk memudahkan kendaraan yang akan membelok kiri. Pada jalan dengan volume lalu lintas atau kemungkinan pemasangan kerb agar kendaraan tidak keluar dari lapis kendaraan.

Pada persimpangan jalan berbentuk Y atau yang serupa, sebaiknya disediakan kanalisasi mengingat kendaraan bertemu pada sudut yang kurang menguntungkan. Pada bentuk melebar diperlukan:

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

Permasalahan yang sering terjadi pada arus pertemuan sebidang adalah timbulnya titik konflik dalam pergerakan kendaraan.

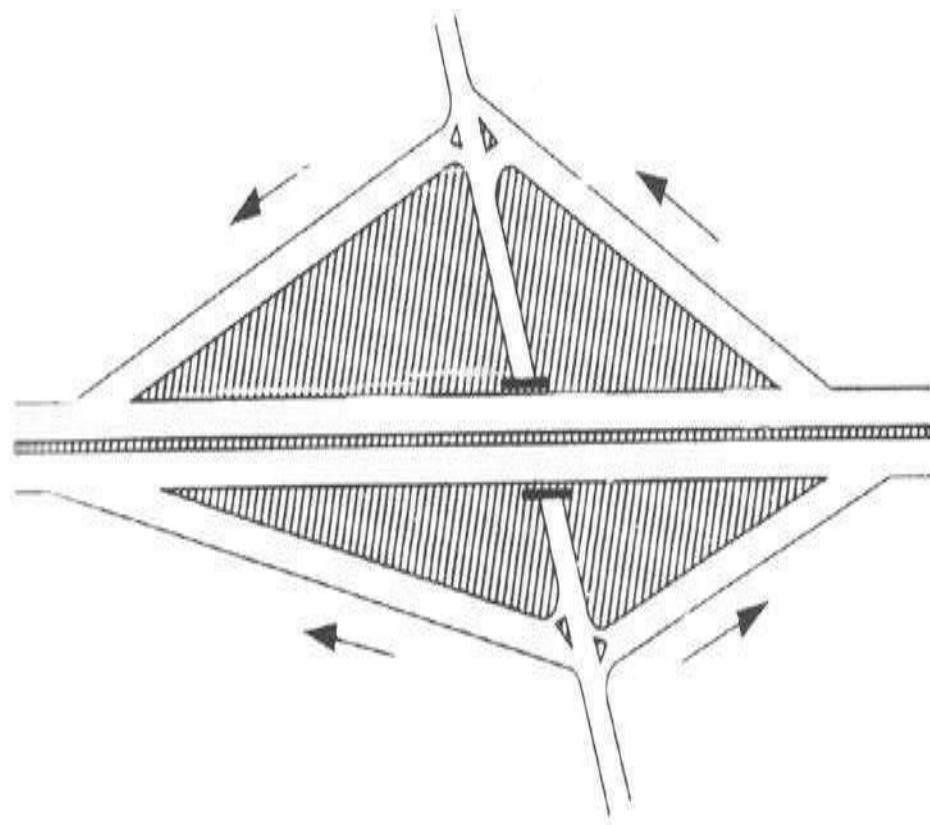
#### **2.4.2 Persimpangan tak sebidang**

Persimpangan tak sebidang disebut juga dengan jalan bebas hambatan dimana tidak terdapat jalur gerak kendaraan yang berpapasan dengan jalur gerak lainnya pada persimpangan tak sebidang.

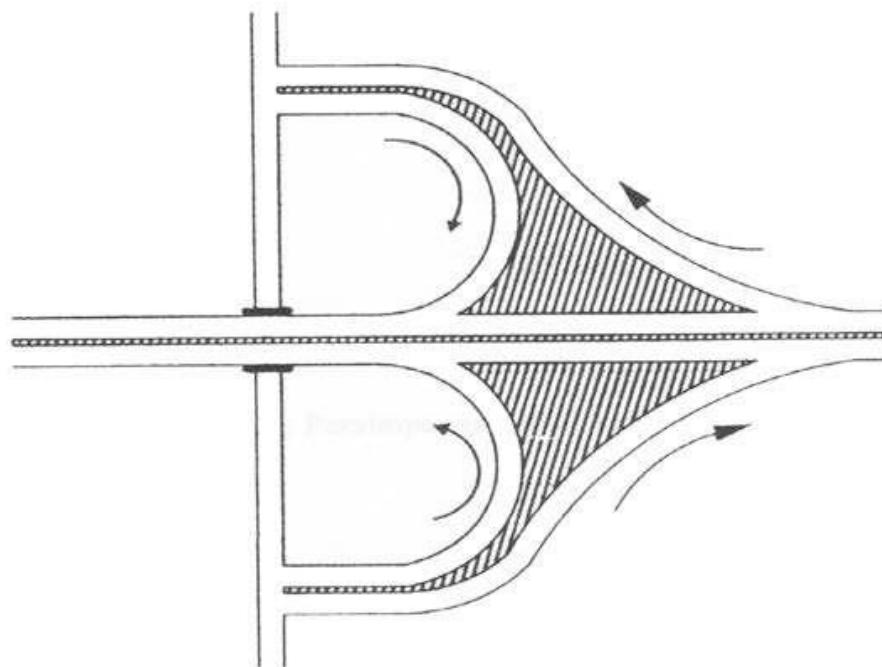
Keuntungan dari persimpangan tak sebidang adalah :

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

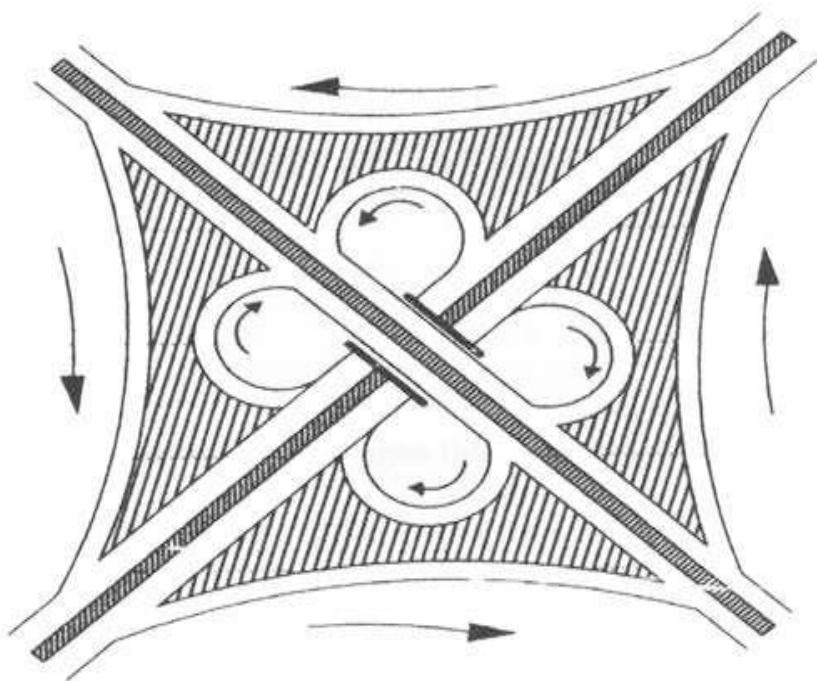
Persimpangan ini bertujuan untuk mengurangi titik konflik atau bahaya belok kanan yang selalu menghambat lalu lintas jalan tersebut, mengurangi kemacetan lalu lintas dan lain-lain. Perencanaan persimpangan ini memerlukan lahan yang cukup luas serta biaya yang cukup besar. Perencanaan ini harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Berikut akan diperlihatkan jenis-jenis persimpangan tak sebidang mulai dari gambar 2.4a s/d 2.4g.



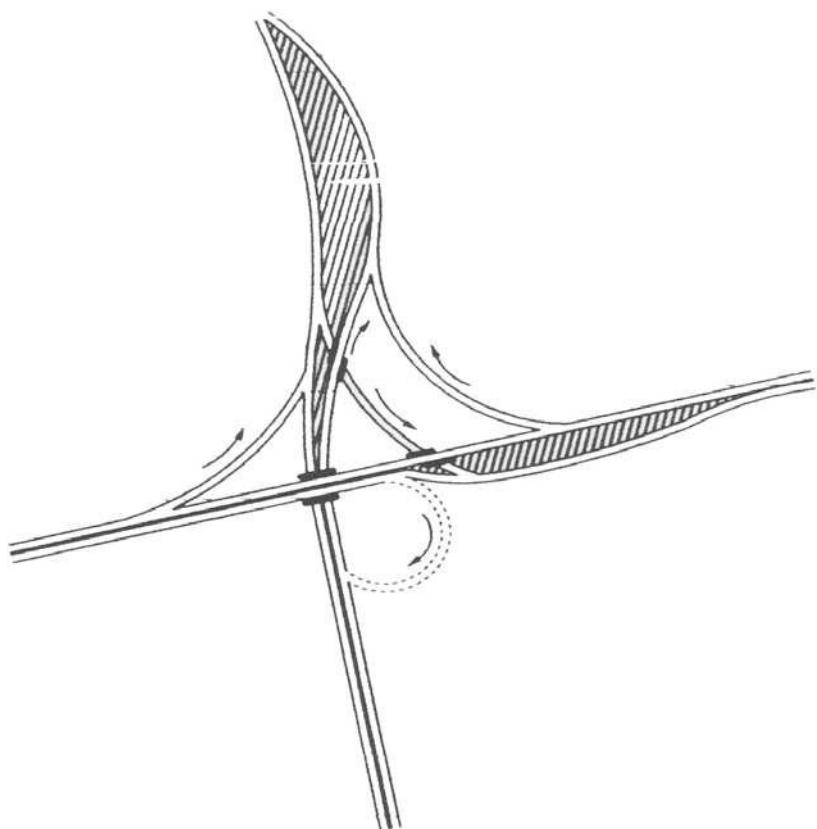
Gambar 2.4a: Persimpangan tidak sebidang (MKJI, 1997)



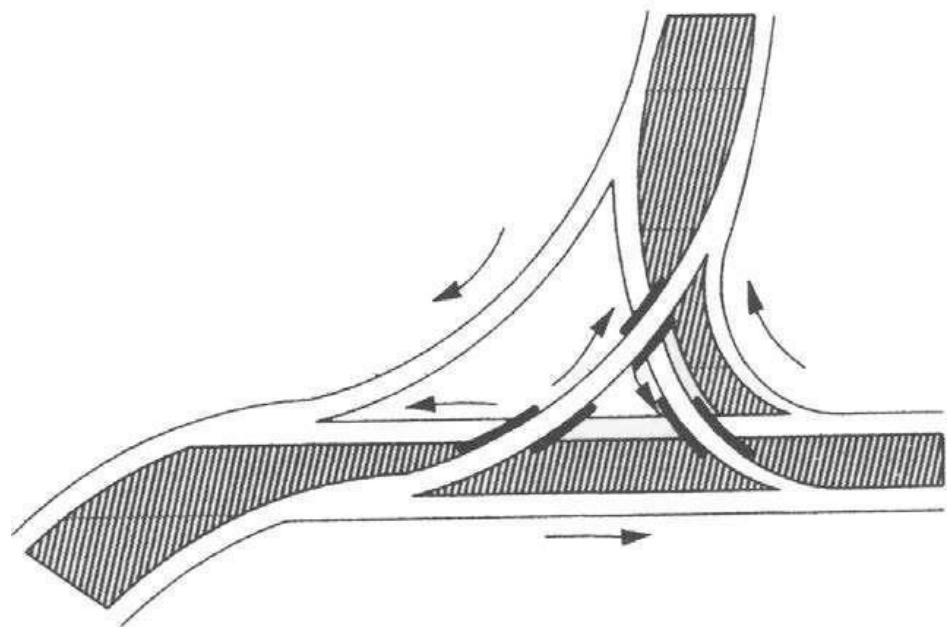
Gambar 2.4b: Persimpangan tidak sebidang tipe semanggi persial (MKJI, 1997)



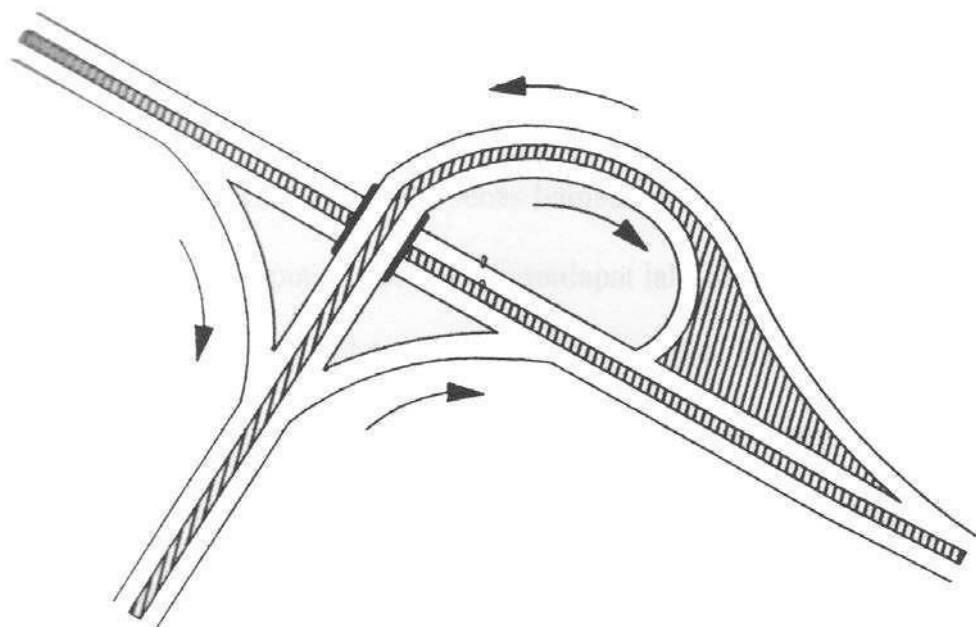
Gambar 2.4c: Persimpangan tidak sebidang tipe semanggi (MKJI, 1997)



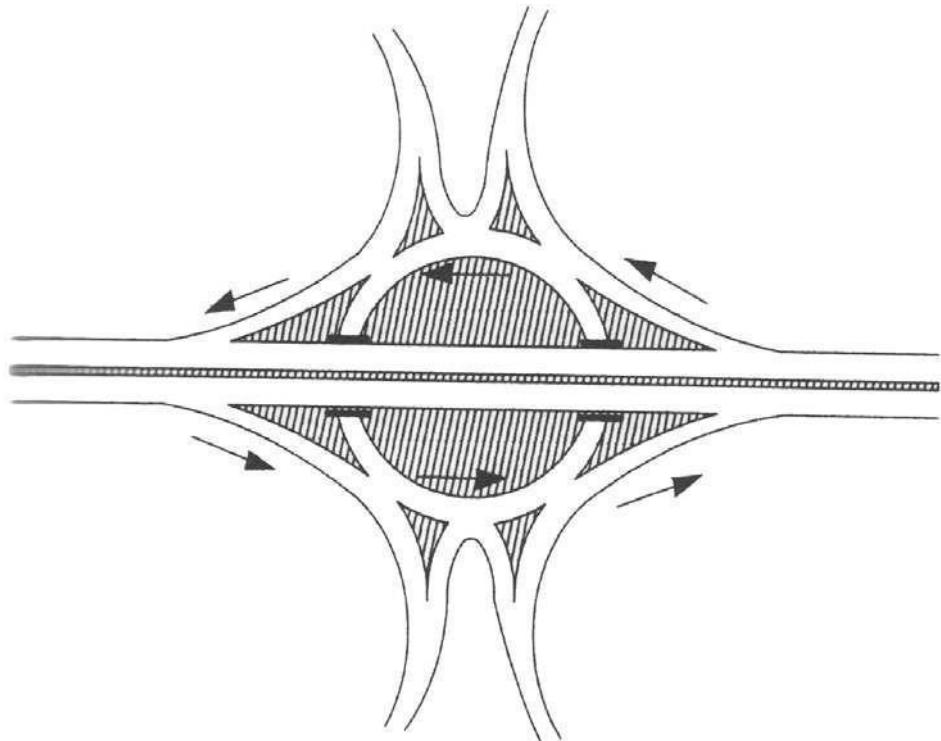
Gambar 2.4d: Persimpangan tidak sebidang tipe directional (MKJI, 1997)



Gambar 2.4e: Persimpangan tidak sebidang tipe “Y” (MKJI, 1997)



Gambar 2.4f: Persimpangan tidak sebidang tipe “T” atau terompet (MKJI, 1997)



Gambar 2.4g: Persimpangan tidak sebidang tipe bundaran (MKJI, 1997)

Bentuk pertemuan tak sebidang yang paling sederhana dan umumnya paling murah adalah belah ketupat (*diamond*) yang dapat dilihat pada gambar 2.4a. Bentuk ini terutama digunakan pada situasi dimana jalan bebas hambatan tak terputus, kecuali apabila terdapat lalu-lintas lain yang keluar atau masuk melalui ramp, tetapi lalu-lintas pada jalan arteri cukup kompleks, karena jalan harus melayani 2 buah gerakan terus dan 4 gerakan belok kanan. 2 diantara gerakan membelok kiri harus menggunakan lajur dalam atau lajur membelok terpisah. Bila volume lalu-lintas cukup besar, umumnya siperlukan lampu lalu-lintas.

Bentuk setengah semanggi (gambar 2.4b) memungkinkan kendaraan bergabung ke dalam jalan bebas hambatan utama, tetapi kendaraan yang berbelok kekanan harus menantang arus lalu-lintas yang berlawanan pada arteri kecil. Simpang susun jenis ini dapat dibangun dalam berbagai bentuk dengan menetapkan loop dikuadran yang berlainan di sesuaikan dengan kondisi topografi dan pola lalu-lintas.

Mungkin bentuk yang paling umum untuk perpotongan antara jalan bebas hambatan dan jalan arteri adalah bentuk semanggi (gambar 2.4c). Pada

persimpangan susun ini, jalan arteri memotong letaknya terpisah dan selain itu kedelapan gerakan membelok dapat dilakukan bebas dari perpotongan dimana lintasan kendaraan harus memotong. Kendaraan yang membelok keluar dari bagian kiri jalan, kemudian memasuki simpang susun dan selanjutnya bergabung lalu-lintas pada jalan yang dimasuki.

Gambar 2.4.d adalah bentuk diagram simpang susun *directional* yang sesuai untuk simpang susun antara jalan hambatan dengan jalan bebas hambatan lain. Gambar tersebut dengan jelas menunjukkan konsep dasar bahwa gerakan belok kanan yang padat dapat diatasi dengan menyediakan belokan 90° kearah kanan. Ini diperlihatkan dengan adanya hubungan antara bagian kanan atas dengan kiri atas.

Gambar 2.4e mengambarkan susunan simpang susun bentuk Y. Disini hanya 1 pemisahan tak sebidang yang dibutuhkan untuk menghindari perpotongan-perpotongan arus lalu-lintas sebidang. Tetapi perlu dicatat bahwa kendaraan yang berjalan dari atas kekanan bahwa harus memutar. Juga dibutuhkan 2 buah gerakan menyelip dan keluar dari 1 jalan dan memasuki yang lainnya pada bagian kanan. Cara demikian sebenarnya kurang baik sehingga gerakan ini sepenuhnya harus dilarang.

Gambar 2.4f memperlihatkan pola simpang bentuk T atau terompet yang cocok untuk pertigaan. Perhatikan bahwa lalu-lintas yang berasal dari kiri atas ke kiri bahwa harus melalui belokan sebesar 270°, tetapi gerakan membelok lainnya memiliki sudut kelengkungan yang lebih kecil dari 90°. Suatu variasi bentuk terompet menggantikan loop sebesar 270 dengan sebuah jalan langsung (directional road way).

Gambar 2.4.g adalah diagram sebuah bundaran (*rotary intercection*) yang digabungkan dengan sebuah “lalu-lintas” (*over crossing*) atau “ lintas bawah” (*under crossing*) untuk jalan bebas hambatan. Bentuk ini efektif hanya bila digunakan untuk menarik volume lalu-lintas yang relatif rendah dari beberapa jalan lokal.

## 2.5 Persimpangan dengan lampu lalu lintas

Bagian yang kompleks dalam sistem lalu lintas adalah persimpangan dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas. Persimpangan dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas bila akan dianalisa perhitungannya melibatkan variasi yang luas dari kondisi-kondisi yang menentukan, meliputi jumlah dan distribusi pergerakan lalu-lintas, karakteristik, dan detail dan sistem lampu lalu lintas dipersimpangan.

Dalam konsep kapasitas, suatu elemen yang penting dipertimbangkan adalah alokasi waktu dimana kendaraan yang akan bergerak akan melewati suatu persimpangan bersinyal memberikan rasa aman bagi si pengemudi. Pada dasarnya sinyal lampu lalu lintas mengalokasikan waktu pada setiap pergerakan kendaraan yang mengalami konflik, untuk memberikan ruang yang sama bagi setiap pergerakan kendaraan yang mengalami konflik untuk memberikan ruang yang sama bagi setiap pergerakan. Kapasitas persimpangan yang diatur sinyal lalu lintas, selain hal tersebut diatas juga dipengaruhi bagaimana cara pergerakan yang direncanakan didalam urutan fase. Dalam penyusunan fase gerakan membelok dapat dibuat untuk gerakan membelok terlindungi dan gerakan membelok terlawan.

Konflik antara arus pejalan kaki atau arus kendaraan dengan arus kendaraan yang membelok merupakan kejadian membelok terlawan, sedangkan gerakan membelok terlindungi terjadi bila dalam penyusunan fase tidak terjadi konflik dengan arus pejalan kaki atau kendaraan lain. Penggunaan fase terlawan dan terlindungi memberikan efisiensi yang lebih baik dalam suatu kondisi tertentu yang tergantung pada volume membelok dan volume arus dari arah berlawanan dan geometrik persimpangan.

### 2.5.1 Dasar Operasional Sinyal Lampu Lalu lintas

Untuk dapat memahami cara pengaturan lampu lalu lintas waktu tetap, perlu dijelaskan pengertian beberapa istilah yang dipakai. Istilah tersebut akan dijelaskan berdasarkan *highway capacity manual (1985)* berikut ini:

1. Waktu putar (*Cycle time*)

Jumlah waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan satu putaran (dalam detik) , mulai lampu hijau kembali ke hijau lagi.

2. Fase (*Phase*)

Suatu bagian dari suatu putaran yang diberikan pada suatu kombinasi pergerakan lalu lintas yang memberikan hak untuk bergerak (right of way) selama satu interval atau lebih

3. Waktu semua merah (*All Red*)

Suatu waktu (dalam detik) yang pada saat itu lampu-lampu lalu lintas pada kaki persimpangan yang bersangkutan menunjukkan nyala lampu merah. Pada umumnya lampu semua merah hanya diberikan pada akhir satu putaran (sebelum bergeraknya kendaraan pada fase dengan volume tinggi). Jika terdapat lebih dari satu fase yang memiliki volume yang tinggi maka waktu semua merah dapat diberikan sebelum fase yang bersangkutan.

4. Peralihan (*Change Period*)

Waktu kuning ditambah waktu semua merah, waktu peralihan terjadi diantara dua fase yang berurutan dan berfungsi untuk menyediakan *clearance* sebelum gerakan dari fase berikutnya diloloskan.

5. Waktu hilang (*Change Period*)

Waktu selama persimpangan tidak digunakan secara efektif oleh suatu gerakan. Waktu ini terjadi selama terjadinya kekosongan dipersimpangan pada waktu peralihan dan pada awal tiap fase akibat beberapa kendaraaan dalam antrian mengalami kelambatan awal (*Starting Delay*).

6. Waktu hijau (*Green Time*)

Waktu pada suatu fase (dalam detik), yang selama itu lampu hijau menyala.

7. Waktu Hijau Efektif (*Effective Green Time*)

Suatu waktu (dalam detik) selama fase tertentu yang dapat dipergunakan secara efektif oleh gerakan yang diperkenankan atau sama dengan waktu ditambah waktu peralihan dikurang waktu hilang pada fase yang bersangkutan.

8. Waktu Merah Efektif (*Effective Red Time*)

Suatu waktu (dalam detik) selama satu atau sekumpulan gerakan secara

efektif tidak diperkenankan bergerak. Waktu merah efektif merupakan selisih antara waktu putar dengan waktu hijau efektif.

Kerangka kerja dasar operasional sinyal lampu lalu lintas dikembangkan oleh Webster adalah dengan konsep fase yang merupakan dasar pertimbangan dalam mengalokasikan waktu bagi pergerakan pada persimpangan bersinyal. Konsep tersebut merupakan cara tradisional yang mana parameter-parameter pengontrolnya ditentukan untuk fase-fase dan dilaksanakan untuk semua pergerakan (*all movement*) yang memperoleh hak berjalan dalam satu fase. Konsep fase tersebut bertujuan untuk meminimumkan jumlah fase dengan anggapan bahwa waktu hilang total akan berkurangnya jumlah fase.

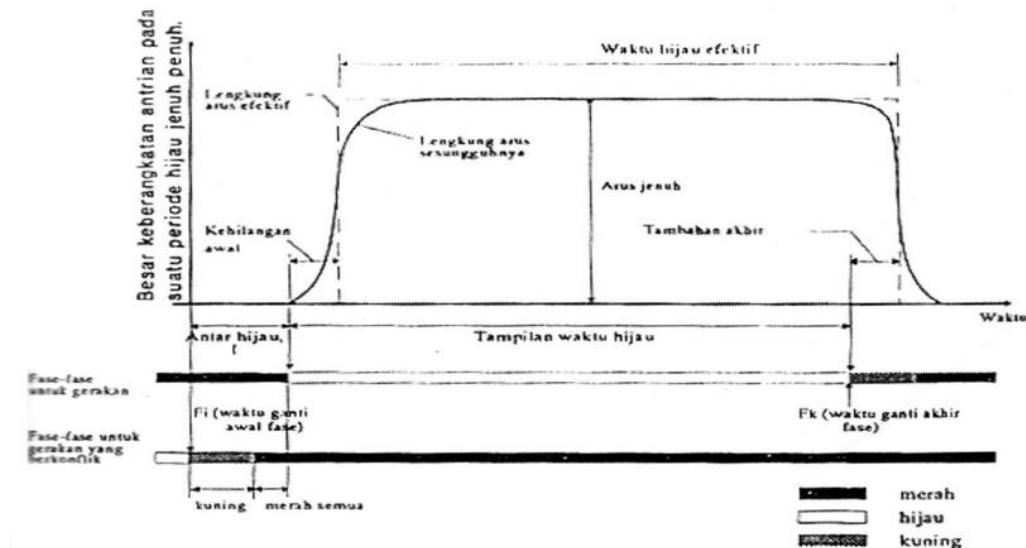
Parameter-parameter pengontrol yang menentukan dalam operasional sinyal lampu lalu-lintas pada metode tersebut adalah arus jenuh (*saturation flow*), waktu hijau efektif (*effective green time*), waktu hilang (*lost time*), perbandingan arus (*flow ratio*) dan derajat kejemuhan (*degres of saturation*). Parameter-parameter tersebut berlaku juga pada konsep pergerakan yang dikenal oleh Akcelik. Dalam menentukan parameter-parameter tersebut ditentukan untuk pergerakan-pergerakan yang bertujuan untuk memaksimalkan jumlah pergerakan.

Hal tersebut memungkinkan untuk menentukan parameter-parameter apabila terdapat kelebihan pergerakan (*overlap movement*) yang terdapat satu fase, namun akan mengurangi total waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi kapasitas dari semua pergerakan pada persimpangan.

Dengan konsep pergerakan tersebut maka untuk mengidentifikasi kepada seluruh pergerakan pada setiap fase. Konsep pergerakan memungkinkan untuk mengidentifikasi pergerakan kritis (*critical movement*) yakni dengan membandingkan waktu pergerakan (*movement time*) diantara pergerakan padasatu fase yang disebut metode identifikasi pergerakan kritis (*identification critical movement methode*). Metode perbandingan arus yang diperkenalkan oleh Webster beranggapan bahwa waktu hilang untuk seluruh pergerakan adalah sama dalam satu bila tidak terjadi pergerakan yang lebih dalam satu fase berikutnya. Namun untuk pergerakan membelok terlawan (*opposed movement*) pada dasarnya akan mungkin terjadi waktu hilang yang berbeda.

Pergerakan dari suatu pendekat (*approach*) jalan harus digambarkan sedemikian rupa sehingga pergerakan tersebut memiliki suatu karakteristik keadaan tesendiri yang menyatakan arus jenuh (*saturation flow*), waktu hijau efektif (*effective green time*) dan waktu hilang (*lost time*) dari pergerakan tersebut. Dari sini waktu yang dialokasikan kepadanya untuk mencapai kapasitas jalan merupakan kelompok lajur (*lane group*).

Karakteristik pergerakan tersebut juga merupakan konsep yang telah berkembang sebelumnya yakni pada metode Webster yang digambarkan pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5: Model dasar diagram sinyal lalu lintas (MKJI, 1997)

Arus jenuh (*saturation flow*) dalam gambar 2.5 diatas, mengamumsikan bahwa ketika lampu mulai menyala hijau arus lalu lintas bergerak melewati garis berhenti (*stop line*) secara meningkat untuk mencapai arus lalu lintas yang konstans selama waktu hijau hingga pada akhir waktu hijau. Pengertian tersebut dapat diperoleh pada setiap metode penentuan arus lalu-lintas jenuh yang dapat dipakai sebagai acuan seperti pada Manual Kapasitas Jalan.

Waktu hilang (*lost time*) pada metode Akcelik memberikan pengertian waktu hilang untuk pergerakan (*movement lost time*). Sedangkan pada konsep fase

memberikan pengertian waktu hilang fase (*phase lost time*). Waktu hilang pergerakan dan waktu hilang fase tidak memberikan perbedaan nilai total waktu hilang pada persimpangan. Namun dalam analisa waktu hilang pada konsep pergerakan memberikan selang waktu diantara permulaan waktu menyalah hijau aktual dan permulaan waktu hijau efektif (*effective green time*) yang disebut kehilangan awal (*start lost*). Atau pada konsep fase kehilangan waktu awal (*start lost*) merupakan keterlambatan awal bergerak (*lost time due to start*) dan tidak ada penambahan waktu antar hijau (*intergreen*) sebagaimana yang terdapat pada konsep pergerakan. Penjumlahan dari waktu antar hijau dan kehilangan waktu yang masih dapat dimanfaatkan kendaraan pada saat akhir waktu kuning (*amber*) untuk melintasi persimpangan. Sedangkan pada konsep fase memberikan pengertian yang lain tentang hal tersebut, dimana akhir pada pergantian warna merah (*red*) akan terjadi kehilangan waktu kuning (*amber*). Dengan persamaan matematis waktu hilang pada konsep pergerakan dapat dituliskan dengan persamaan berikut:

$$H_H = k + m \quad (2.1)$$

dimana:

$H_H$  = waktu hilang (detik)

$k$  = waktu kuning (detik)

$m$  = waktu merah semua (detik)

Waktu hilang total pada persimpangan merupakan jumlah seluruh waktu hilang pada setiap lengan simpang yang dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$L = \sum H_H \quad (2.2)$$

Waktu antar hijau (*intergreen time*) adalah waktu yang diperlukan untuk pergantian antara waktu hijau pada setiap satu fase awal ke fase awal berikutnya, waktu yang diperlukan pada periode ini adalah selama 4-5 detik. Atau dimana waktu semua sinyal beberapa saat tetap sebelum pergantian sinyal berikutnya

yang disebut antara (*interval*) dan pertukaran tersebut selama waktu kuning (amber) dan merah semua (*all red*) yang disebut pertukaran antara (*charge interval*). Waktu tersebut terdiri atas waktu kuning selama 3 detik dan waktu merah/kuning selama 1-2 detik. Waktu merah/kuning dapat juga disamakan dengan waktu merah pada sistem Amerika Serikat yang juga dipergunakan di Indonesia. Waktu merah semua ini dipergunakan untuk membersihkan daerah persimpangan sebelum pergerakan fase berikutnya. Lama waktu antar hijau bergantung pada ukuran lebar persimpangan dan kecepatan kendaraan, Akcelik merekomendasikan waktu tersebut antara 4-8 detik. Di Indonesia waktu antara hijau dialokasiakan sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Waktu antar hijau Indonesia (MKJI, 1997)

Ukuran Simpang	Lebar Jalan(m)	Waktu Antar Hijau
Kecil	6-9	4 detik/fase
Sedang	10-14	5 detik/fase
Besar	$\geq 15$	$\geq 6$ detik/fase

Waktu hijau (*green time*) adalah waktu aktual dari suatu fase hijau yang mana pada waktu tersebut lalu lintas mendapat hak jalan melintasi persimpangan. Pengertian tersebut merupakan pengertian umum untuk semua metode perancangan sinyal lalu-lintas.

Waktu hijau efektif (*effective green time*) dihitung berdasarkan :

1. Pada waktu lampu lalu lintas kuning (sesudah lampu hijau), maka arus lalu lintas masih akan terus menyeberangi jalan.
2. Walaupun demikian pada saat lampu kuning, arus lalu lintas yang lewat tidak sebanyak pada saat lampu masih hijau, karena sebagian pengemudi sudah ragu-ragu apakah akan terus atau akan berhenti.
3. Pada saat awal lampu hijau, pengemudi masih perlu waktu untuk bereaksi untuk mulai menyeberangi jalan.

Besar waktu hijau efektif adalah :

$$\text{Waktu hijau efektif} = \text{waktu hijau} + \text{koreksi (a)} - \text{koreksi (b)} - \text{koreksi (c)} \quad (2.3)$$

Koreksi (a) = Waktu tambahan, karena pada saat lampu kuning, kendaraan masih melewati garis stop. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, koreksi (a) dianggap sama dengan koreksi (b) + koreksi (c), sehingga waktu hijau efektif sama dengan waktu hijau sebenarnya.

Koreksi (b) dan (c) disebut waktu hilang (*lost time*), umumnya ditentukan masing-masing sebesar 1 detik. Menghitung Data Masukan Lalu Lintas

Data masukan lalu lintas diperlukan untuk dua hal, yaitu pertama data arus lalu lintas eksisting dan kedua data arus lalu lintas rencana (PKJI, 2014). Data lalulintas eksisting digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja lalu lintas, berupa arus lalu lintas rencana digunakan sebagai dasar untuk menetapkan lebar jalur lalu lintas jam desain  $q_{dj}$  yang ditetapkan dari LHRT

$$q_{dj} = LHRT \times K \quad (2.4)$$

Dimana :

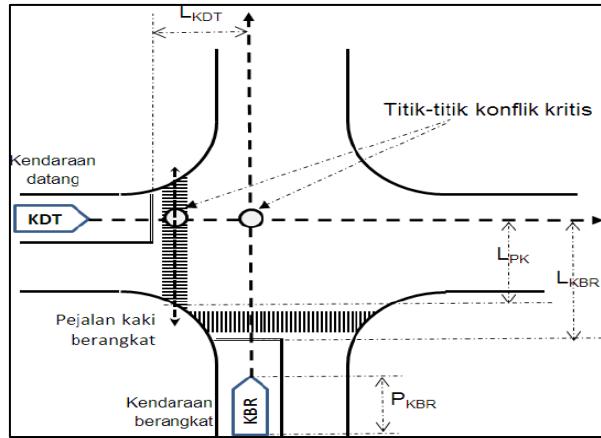
$LHRT$  = Volume lalu lintas harian rata-rata tahunan, dinyatakan dalam skr/hari.

$k$  = faktor jam rencana ditetapkan dari kajian fluktuasi arus lalu lintas berdasarkan jam selama satu tahun. Nilai  $k$  yang dapat digunakan untuk jalan perkotaan berkisar antara 7% sampai dengan 12%.

## 2.6 Menetapkan Pengaturan Sinyal APILL

Titik konflik kritis pada masing-masing fase ( $i$ ) adalah titik yang menghasilkan  $M_{semua}$  terbesar.  $M_{semua}$  diperlukan untuk pengosongan area konflik dalam simpang pada akhir setiap fase. Waktu ini memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir melewati garis henti pada akhir isyarat kuning sampai

dengan meninggalkan titik konflik dijelaskan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Titik konflik kritis dan jarak  
(PKJ, 2014)

Jarak adalah panjang lintasan keberangkatan (LKBR) ditambah dengan panjang kendaraan berangkat (PKBR) sebelum kedatangan kendaraan pertama yang datang dari arah lain (KDT) pada fase berikutnya yang melewati garis henti pada awal isyarat hijau sampai dengan ke titik konflik yang sama dengan jarak lintasan LKDT. Jadi,  $M_{semua}$  merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari

kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti masing-masing arah sampai ke titik konflik, serta panjang dari kendaraan yang berangkat (PKBR). Dalam hal waktu lintasan pejalan kaki (LPK) lebih lama ditempuh dibandingkan LKBR, maka LPK yang menentukan panjang lintasan berangkat. Msemua per fase dipilih yang terbesar dari dua hitungan waktu lintasan, yaitu kendaraan berangkat dan pejalan kaki yang dihitung menggunakan Persamaan 2.5:

$$M_{semua} = M_{ax} \left\{ \frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}} \right\} \quad (2.5)$$

Dimana :

$L_{KBR}, L_{KDT}, L_{PK}$  = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat, kendaraan yang dating, dan pejalan kaki, (m).

$P_{KBR}$  = Panjang kendaraan yang berangkat, (m).

$V_{KBR}, V_{KDT}, V_{PK}$  = Kecepatan untuk masing-masing kendaraan berangkat, kendaraan dating dan pejalan kaki, (m/det).

Nilai-nilai  $V_{KBR}$ ,  $V_{KDT}$ , dan  $P_{KBR}$  tergantung dari kondisi lokasi setempat. Nilai - nilai berikut ini dapat digunakan sebagai pilihan jika nilai baku tidak tersedia.

$V_{KBR}$  = 10m/det (kendaraan bermotor).

$V_{KDT}$  = 10m/det (kendaraan bermotor) 3m/det (kendaraan tak bermotor misalnya sepeda) 1,2m/det (pejalan kaki).

$P_{KBR}$  = 5m (KR atau KB), 2m (SM atau KTB)

Panjang waktu hitung pada Alat Pengatur Isyarat Lalu Lintas perkotaan di Indonesia biasanya ditetapkan 3,0 detik.

## 2.7 Penetapan Waktu Isyarat

Untuk menetapkan lama waktu pada APILL maka perlu dilakukan penetapan tipe pendekatan, penentuan lebar efektif ( $L_E$ ), menentukan arus jenuh dasar, waktu siklus, waktu hijau, rasio arus dan faktor penyesuaian sesuai dengan simpang yang akan dianalisis (PKJI, 2014 :28).

## 2.8 Tipe Pendekatan

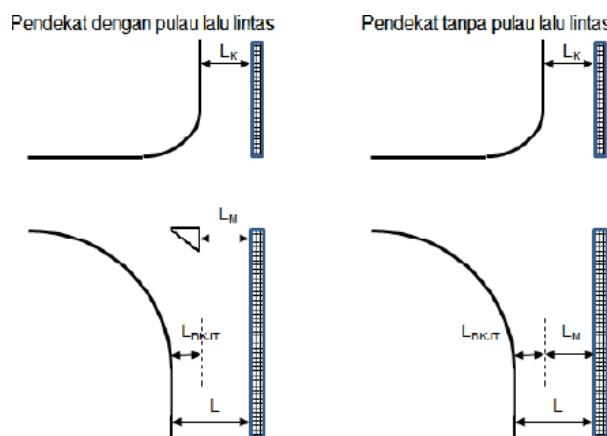
Pada pendekat dengan arus lalu lintas yang berangkat pada fase yang berbeda, maka analisis klasik pada masing-masing fase pendekat tersebut harus dilakukan secara terpisah. Hal yang sama pada perbedaan tipe pendekat, pada satu pendekat yang memiliki tipe pendekat, baik terlindung (P) ataupun terlawan(O) pada fase yang berbeda seperti pada Gambar 2.7

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola pengaturan pada pendekat		
		Jalan satu arah	Jalan satu arah	Simpang-3
Terlindung (Tipe P)	Arus berangkat tidak konflik dengan arus dari arah yang berlawanan			
	Jalan dua arah, belok kanan dibatasi			
	Jalan dua arah, fasel untuk masing-masing arah terpisah			
Terlawan (Tipe O)	Arus berangkat konflik dengan arus dari arah yang berlawanan			
	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah yang berlawanan dalam fasel yang sama. Semua belok kanan tidak dibatasi			

Gambar 2.7 Penentuan Tipe Pendekat  
(PKJI, 2014)

## 2.9 Menentukan Lebar Pendekat Efektif ( $L_E$ )

Penentuan lebar pendekat efektif ( $L_E$ ) berdasarkan lebar ruas pendekat ( $L$ ), lebar masuk ( $L_M$ ), dan lebar keluar ( $L_K$ ). Jika  $B_{kijT}$  diizinkan tanpa manganggu arus lalu lintas dan arus belok kanan saat isyarat merah maka  $L_E$  dipilih dari nilai terkecil diantara  $L_K$  dan ( $L_m - L_{BkijT}$ ). Jika pendekat dilengkapi dengan pulau lalu lintas, maka  $L_M$  ditetapkan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Lebar Pendekat Dengan Pulau dan Tanpa Pulau Lalu Lintas  
(PKJI, 2014)

Jika  $L_{BKijT} \geq 2m$ , maka arus kendaraan  $B_{KijT}$  dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan selama isyarat merah.  $L_E$  dapat ditetapkan sebagai berikut:

$$L_E = M_{in} \left\{ \frac{L - L_{BKijT}}{L_M} \right\} \quad (2.7)$$

## 2.10 Penetapan Waktu Siklus

Waktu siklus termasuk kedalam pengaturan waktu isyarat APILL. Untuk menentukan waktu siklus dapat menghitung dengan Persamaan 2.8 (*Webster, 1996*) berikut ini :

$$c = \frac{1.5 \times H_H + 5}{1 - \sum R_{q/s}^{kritis}} \quad (2.8)$$

Dimana :

$C$  = Waktu siklus (detik).

$H_H$  = Jumlah waktu hijau hilang per siklus (detik).

$R_{q/s}$  = Rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh (Q/S).

$R_{q/s}^{kritis}$  = Nilai  $R_{q/s}$  yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat

ada fase yang sama.

$\sum R_{q/s}^{kritis}$  = Rasio arus simpang (sama dengan jumlah semua  $R_{q/s}^{kritis}$  Dari semua fase pada siklus tersebut).

Rumus ini dipakai untuk meminimumkan tundaan total. Dalam PKJI 2014 juga di tetapkan waktu siklus yang layak berdasarkan lebar efektif simpang, ditunjukkan dalam Tabel 2.3

Table 2.3: Waktu Siklus Layak (PKJI, 2014)

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus layak (detik)
Dua-fase	40-80
Tiga-fase	50-100
Empat-Fase	80-130

## 2.11 Menghitung Waktu Hijau

Untuk menentukan waktu hijau digunakan Persamaan 2.9 :

$$H_i = (c - H_H) \times \frac{R_{g/sKritis}}{\sum t(R_{g/sKritis})} \quad (2.9)$$

Dimana :

$H_i$  = Waktu hijau pada fase I (detik)  
 $i$  = Indeks untuk fase i

## 2.12 Menghitung Derajat Kejemuhan

Untuk menghitung derajat kejemuhan dapat digunakan Persamaan 2.10 berikut :

$$D_J = \frac{Q}{c} \quad (2.10)$$

Nilai derajat kejemuhan untuk simpang adalah  $\leq 0,85$  sebagai batas kelayakan jalan.

## 2.13 Menghitung Arus Jenuh Dasar ( $S_0$ )

Arus jenuh  $S$  (skr/Jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar ( $S_0$ ) dengan faktor-faktor penyesuaian untuk penyimpangan kondisi eksisting terhadap kondisi ideal.  $S_0$  adalah  $S$  pada keadaan lalu lintas dan geometrik yang ideal, sehingga faktor-faktor penyesuaian  $S_0$  adalah satu.  $S$  dirumuskan menggunakan Persamaan 2.11:

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_p \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \quad (2.11)$$

Dimana :

$F_{UK}$  = Faktor penyesuaian  $S_0$  terkait ukuran kota.

$F_{HS}$  = Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat HS lingkungan jalan.

$F_G$  = Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat kelandaian memanjang pendekat.

$F_p$  = Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat adanya jarak garis henti pada mulut Pendekat terhadap kendaraan yang parker pertama.

$F_{BK_a}$  = Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas yang membelok kekanan.

$F_{BK_i}$  = Faktor penyesuaian  $S_0$  akibat arus lalu lintas yang membelok kekiri.

Untuk pendekat terlindung (tipe P),  $S_0$  dirumuskan oleh Persamaan 2.12 sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat. Selain itu, penetapan nilai  $S_0$  untuk tipe pendekat terlindung.

$$S_0 = 600 \times L_E \quad (2.12)$$

Dimana :

$S_0$  = Arus jenuh dasar (skr/jam)

$L_E$  = Lebar efektif pendekat (m)

## 2.14 Kapasitas Persimpangan Jalan

Dalam penganalisaan kapasitas, ada suatu prinsip dasar yang obyektif yaitu perhitungan jumlah maksimum arus lalu lintas yang dapat ditampung oleh fasilitas

yang ada serta sebagaimana kualitas operasional fasilitas itu sendiri yang tentunya akan sangat berguna dikemudian hari. Dalam merencanakan suatu fasilitas jarang dijumpai suatu perencanaan agar fasilitas tersebut dapat berfungsi mendekati kapasitasnya. Kapasitas dari suatu fasilitas akan menurun fungsinya jika dipergunakan saat atau mendekati kapasitasnya.

#### **2.14.1 Defenisi Kapasitas**

Kapasitas didefinisikan oleh Kapasitas Manual Jalan Raya 1997 sebagai jumlah maksimum saat manusia atau kendaraan secara rasional diharapkan dapat melalui suatu fisik atau bagian jalur yang seragam atau jalan raya untuk jangka waktu tertentu pada kondisi jalan, lalu lintas dan kondisi pengendalian saat itu.

Dalam menganalisa digunakan periode waktu selama 15 menit dengan mempertimbangkan waktu tersebut merupakan interval terpendek selama arus yang stabil. Pada perhitungan kapasitas bahwa kondisi jalan lalu-lintas dan sistem pengendaliannya tetap. Hal-hal yang terjadi yang dapat membuat suatu perubahan kondisi yang ada, mengakibatkan terjadinya suatu perubahan kondisi yang ada mengakibatkan terjadinya perubahan kapasitas pada fasilitas tersebut. Sangat dianjurkan dalam penentuan kapasitas suatu fasilitas kondisi perkerasan dan cuaca dalam keadaan baik.

#### **2.14.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas**

Pada umumnya dalam penganalisaan kapasitas, kondisi umum (Prevaling Condition) belum memastikan bahwa kondisi tersebut merupakan kondisi yang ideal.

Kondisi ideal untuk jalan persimpangan bersinyal adalah sebagai berikut:

1. Memiliki lebar lajur 10-12 ft.
2. Memiliki kelandaian yang datar.
3. Tidak adanya parkir dijalan pada persimpangan.
4. Dalam aliran lalu lintas semuanya terdiri dari mobil penumpang, bus-bus transit lokal tidak boleh berhenti pada areal persimpangan.
5. Semua kendaraan yang melintasi persimpangan bergerak lurus.

6. Persimpangan yang bukan berada didaerah "Distrik Usaha Utama" (CBD=Central Business District).
7. Indikasi sinyal hijau ada sepanjang waktu.
8. Kondisi-kondisi umum yang ada biasanya mencakup kondisi jalan, kondisi lalu-lintas serta kondisi pengontrolan.

Kondisi-kondisi inilah yang sangat mempengaruhi kapasitas persimpangan bersinyal.

### 2.14.3 Kapasitas Dari Persimpangan Bersinyal

Kapasitas secara menyeluruh dari suatu persimpangan adalah merupakan akomodasi dari gerakan-gerakan yang utama dan membandingkan terhadap tiap-tiap bagian dari kaki lajur yang ada. Kapasitas pada persimpangan didefinisikan untuk setiap bagian kakinya, Kapasitas ini merupakan tingkat arus maksimum (*maximum rate of flow*) yang dapat melalui suatu persimpangan pada keadaan lalu-lintas awal dan keadaan jalan serta tanda-tanda lalu-lintasnya. Tingkat arus (*Rate Of Flow*) umumnya dihitung untuk periode waktu 15 menit dan dinyatakan dalam kendaraan per jam (*Vehilce/Hour*)

Kondisi lalu lintas mencakup volume setiap kaki persimpangan, distribusi gerakan lalu- lintas (kekiri, lurus dan kekanan), tipe distribusi kendaraan dalam setiap gerakan, lokasi dan penggunaan pemberhentian bus, daerah penyebrangan pejalan kaki dan tempat- tempat parkir didaerah persimpangan tersebut.

Kapasitas pada persimpangan untuk persimpangan bersinyal didasarkan pada konsep arus jenuh (*saturation flow*) dan tingkat arus jenuh (*saturation flow rate*). *Saturation flow rate* didefinisikan sebagai tingkat arus maksimum (*rate of flow maksimum*) yang dapat melalui setiap kaki persimpangan tas grup lajur yang diasumsikan mempunyai 100 waktu hijau efektif (*effective green time*).

$$C = S \times \frac{H}{c} \quad (2.13)$$

Dimana:

C : Kapasitas untuk lengan atau kelompok lajur I (smp/Jam)

- S : Arus jenuh dasar atau kelompok lajur (smp/Jam)  
 H : Total waktu hijau dalam satu siklus (detik)  
 c : Waktu siklus (detik)

Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) adalah perbandingan arus kedatangan dengan kapasitas dan dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{Q \times C}{S \times g} \quad (2.14)$$

Dimana:

- Q : Arus lalu lintas  
 C : Waktu siklus  
 S : Arus jenuh  
 G : Waktu hijau

Dalam mencapai kondisi derajat kejenuhan maksimum yang dapat diterima diperlukan waktu siklus maksimum dengan persamaan berikut:

$$Cm = \frac{LTI}{1 - IFR} \quad (2.15)$$

Dimana:

Cm : Waktu siklus minimum yakni waktu secara teoritis sepanjang waktu yang dapat dipergunakan arus lalu lintas melintasi persimpangan selama satu siklus.

IFR : Jumlah nilai rasio arus pada arah dominan yang mana rasio arus untuk jalan pada fase yang dipilih memiliki rasio tertinggi.

## 2.15 Perilaku Lalu-Lintas

### 2.15.1 Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ<sub>1</sub>) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ<sub>2</sub>):

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (2.16)$$

Dengan

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times [(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8x(D_j - 0.5)}{C}}] \quad (2.17)$$

Jika  $D_j > 0.5$ ; selain itu  $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = C \times \frac{1 - RH}{1 - RH \times D_j} \times \frac{Q}{3600} \quad (2.18)$$

Dimana:

- NQ<sub>1</sub> : Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
- NQ<sub>2</sub> : Jumlah smp yang datang selama fase merah
- D<sub>j</sub> : Derajat kejemuhan
- RH : Rasio hijau
- c : Waktu siklus (det)
- C : Kapasitas (smp/jam) = arus jemuhan kali rasio hijau (S x GR)
- Q : Arus lalu-lintas pada pendekat tersebut (smp/det)

### 2.15.2 Angka Henti

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

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

Dimana:

c : Waktu siklus (det)

Q : Arus lalu-lintas (smp/jam) dari pendekat yang ditinjau

### 2.15.3 Tundaan (*Delay*)

Tundaan yang terjadi pada simpang disebabkan oleh tundaan lalu lintas ( $T_L$ ) dan tundaan geometric ( $T_G$ ) dengan nilai normal  $T_G$  untuk kendaraan belok tidak berhenti adalah 6 detik, dan untuk yang berhenti adalah 4 detik. Nilai normal ini didasarkan pada anggapan-anggapan, bahwa kecepatan = 40km/jam, kecepatan belok tidak berhenti = 10km/jam dan percepatan dan perlambatan = 1,5m/det<sup>2</sup> kendaraan berhenti melambat untuk meminimumkan tundaan, sehingga menimbulkan hanya tundaan percepatan. Tundaan lalu lintas rata –rata dihitung dengan Persamaan 2.20

$$T_i = T_{Li} + T_{Gi} \quad (2.20)$$

Tundaan lalu lintas rata – rata pada suatu pendekat i dapat ditentukan dari persamaan 2.21 :

$$T_L = c \times \frac{0.5 \times (1-R_H)^2}{(1-R_H \times D_i)} + \frac{N_{01} \times 3600}{c} \quad (2.21)$$

Selain tundaan lalu lintas terdapat pula perhitungan tundaan rata-rata dengan Persamaan 2.22

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_b \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (2.22)$$

Dengan  $P_b$  = Porsi kendaraan belok pada suatu pendekatan

Pada tabel dibawah akan ditunjukkan Tingkat Pelayanan pada persimpangan bersinyal yang dihubungkan dengan tingkat henti tiap kendaraan.

Tabel 2.4: Tingkat pelayanan (PKJI,2014)

<i>Level of Service</i>	Rata - Rata Kontrol <i>Delay</i> (detik/Kendaraan)	Deskripsi
A	$\leq 10$	Arus Bebas
B	$> 10-20$	Arus Stabil (Penundaan Sedikit)
C	$> 20-35$	Arus Stabil ( Penundaan diterima)
D	$> 35-55$	Mendekati arus tidak stabil
E	$> 55-80$	Arus tidak stabil
F	$> 80$	Arus Dipaksakan

Dapat disimpulkan bahwa dalam pekerjaan desain waktu sinyal memiliki kerangka kerja yang sama untuk tipa metode. Kerangka kerja dari desain waktu sinyal yang dapat terdapat pada semua metode meliputi elemen-elemen sebagai berikut:

1. Penyusunan fase/pergerakan
2. Penentuan arus jenuh
3. Penentuan parameter persimpangan
4. Penentuan waktu siklus
5. Pengalokasian waktu hijau pada tiap fase/pergerakan
6. Peninjauan kinerja persimpangan

Simpang bersinyal secara umum bekerja paling efektif apabila simpang tersebut dapat beroperasi dengan modal dua fase dan bila keadaan berikut dipenuhi

1. Daerah konflik didalam daerah simpang adalah kecil
2. Lajur terdekat dengan kereb sebaiknya dibuat lebih lebar daripada lebar

standar untuk lalu-lintas kendaraan bermotor

3. Median harus digunakan bila lebar jalan lebih dari 10 m untuk mempermudah penyebaran pejalan kaki dan penempatan tiang sinyal
4. Marka penyeberangan pejalan kaki sebaiknya ditempatkan 3-4 m dari garis lurus perkerasan untuk mempermudah kendaraan yang membelok mempersilahkan pejalan kaki menyeberang dan tidak menghalangi kendaraan-kendaraan yang bergerak lurus.
5. Perhentian bis sebaiknya setelah simpang, yaitu ditempat keluar dan bukan ditempat pendekat.

#### 2.15.4 Faktor Jam Puncak

Faktor jam puncak (Peak hour factor/PHF) dapat didefinisikan sebagai perbandingan volume lalu-lintas rata-rata selama jam sibuk dengan volume maksimum yang terjadi selama periode waktu yang sama. Dalam penganalisaan kapasitas, PHF ditetapkan berdasarkan periode waktu 15 menit. Untuk mendapatkan nilai PHF untuk suatu persimpangan diambil dalam interval waktu 15 menit selama 1 jam.

$$\text{PHF} = \frac{\text{Volume total selama jam sibuk}}{4 \times \text{Volume puncak 15 menit}} \quad (2.6)$$

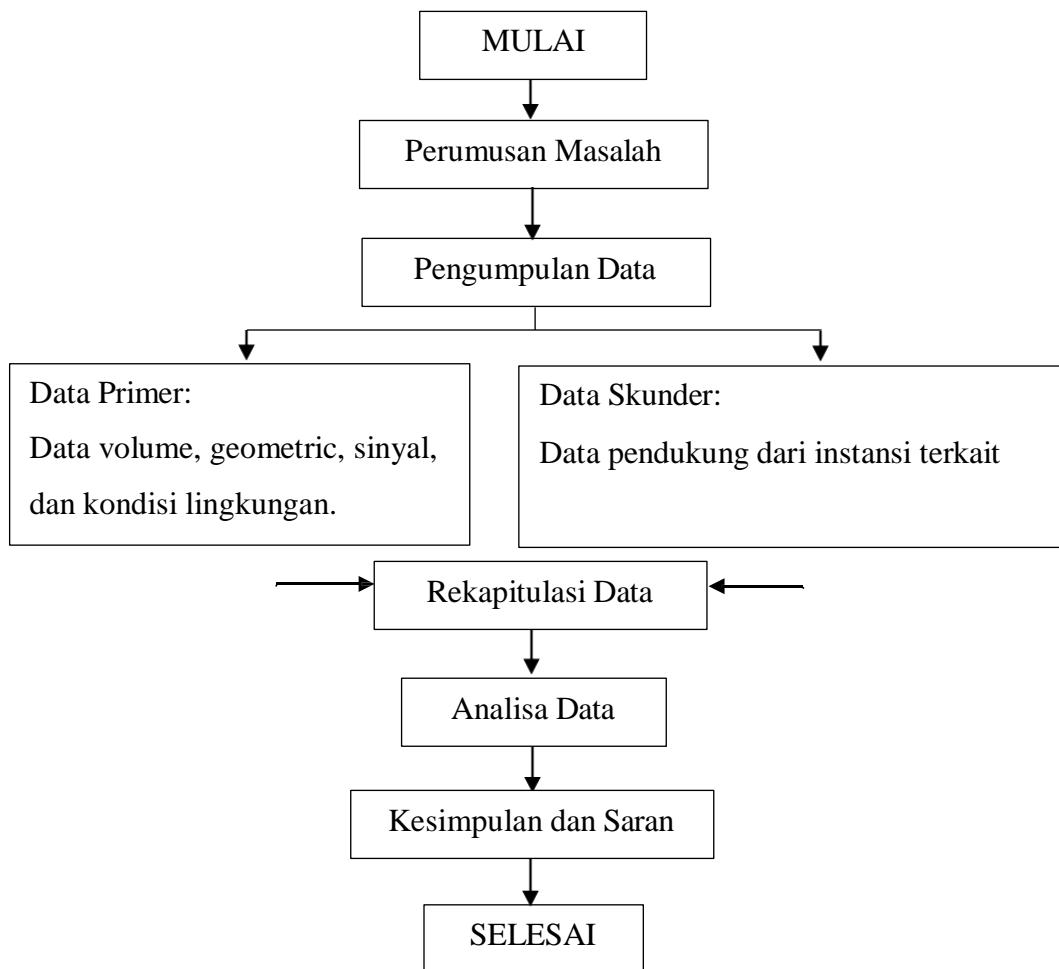
Batasan minimum dan maksimum hasil penelitian berkisar dari 0.47 s/d 1.00. harga PHF ditentukan secara terpisah untuk tiap-tiap kaki persimpangan.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alur Penelitian

Adapun tahapan penyusunan Tugas akhir ini Seperti yang terlihat pada bagan alur penelitian dibawah, lihat gambar 3.1



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

### 3.2 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini penulis melilih persimpangan di JL. Jenderal Sudirman – JL. S.parman – JL. Kapten Pattimura Kota Medan untuk dijadikan lokasi penelitian, pemilihan lokasi didasari oleh antrian kendaraan dan kemacetan yang sering terjadi ketika jam-jam sibuk. lihat gambar 3.2



Gambar 3.2: Denah Lokasi Penelitian

### 3.3 Maksud dan Tujuan Studi

Maksud dari studi ini adalah :

Adapun maksud penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengatasi terjadinya kemacetan yang terjadi di lengan persimpangan JL. Jenderal Sudirman – JL. S.parman – JL. Kapten Pattimura Kota Medan.

Adapun tujuan dalam studi ini adalah untuk menentukan suatu sistem pengaturan lampu lalu lintas yakni fase dan waktu siklus optimum agar kemacetan pada lengan persimpangan dapat diatasi.

### 3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di persimpangan JL. Jenderal Sudirman – JL. S.parman – JL. Kapten Pattimura Kota Medan. Pada persimpangan tersebut terdapat empat (4) kaki persimpangan yaitu JL. Jenderal Sudirman (B), JL. S.parman(S), JL. Kapten Pattimura Kota Medan (U). Data yang diambil berupa:

#### 3.4.1 Data Primer

Data primer antara lain didapat melalui pengumpulan data yang dilakukan adalah teknik observasi yaitu suatu cara pengumpulan data melalui pengamatan dan pencatatan segala yang tampak pada objek penelitian yang pelaksanaannya dapat dilakukan secara langsung pada tempat dimana suatu peristiwa atau kejadian terjadi. Adapun alat yang digunakan dalam pengamatan ini yaitu peralatan manual, untuk yang paling sederhana yaitu dengan mencatat lembar formulir survei.

Data yang dikumpulkan antara lain:

1. Data volume lalu lintas disetiap kaki persimpangan pada jam sibuk (*peak hour*).
2. Data geometrik persimpangan.
3. Data sinyal.
4. Data kondisi lingkungan.

Waktu survei lalu lintas dilakukan selama satu (1) minggu yaitu hari Minggu – Sabtu, mulai dari tanggal 28 November 2021 s/d 4 Desember 2021. Alasan pemilihan ini adalah agar mendapatkan data yang lebih akurat sehingga hasilnya dapat digunakan untuk perencanaan dan perbaikan di masa yang akan datang.

Volume lalu lintas diambil pada jam-jam sibuk masing-masing lengan percabangan yaitu:

1. Pagi hari pukul 07.00 WIB – 09.00 WIB
2. Siang hari pukul 12.00 WIB – 14.00 WIB
3. Sore hari pukul 16.00 WIB – 18.00 WIB

Dengan interval 15 menit kemudian dijumlahkan setiap satu (1) jam.

### **3.4.2 Data Sekunder**

#### **3.4.2.1 Pengumpulan Data Volume Lalu Lintas**

Metode pengumpulan data volume lalu lintas dilakukan secara manual, pengumpulan data ini dilakukan untuk mendapatkan data volume lalu lintas.

Untuk mendapatkan data ini ditempatkan empat (4) pos pengamatan yang setiap pos ditempati dua (2) orang petugas yang bertugas untuk mencatat jumlah dan asal dari kendaraan yang melalui pos pencatatan. Pada setiap pos, petugas dilengkapi dengan formulir jumlah dan jenis kendaraan. Pos petugas ditempatkan pada posisi yang mudah mengamati pergerakan arah lalu lintas yang sedang dihitung.

Adapun klasifikasi kendaraan dibagi menjadi sebelas (11) bagian yaitu:

1. Kelas 1 : Sepeda motor, sekuter, becak mesin
2. Kelas 2 : Sedan , jeep, station wagon
3. Kelas 3 : Oplet, pick up, combi, mocro bis, suburban
4. Kelas 4 : Micro bis, mobil hantaran
5. Kelas 5a : Bus kecil
6. Kelas 5b : Bus besar
7. Kelas 6 : Truk 2 as
8. Kelas 7a : Truk 3 as
9. Kelas 7b : Truk gandeng
10. Kelas 7c : Truk semi trailer
11. Kelas 8 : Kendaraan tak bermotor

Adapun klasifikasi diatas dipersempit lagi untuk memudahkan didalam perhitungan dengan metode Manual Kapasitas Jalan Raya Indonesia 1997 (MKJI 1997) yaitu:

1. Kendaraan berat (HV) : Kelas 5a, 5b, 6, 7a, 7b, 7c
2. Kendaraan ringan (LV) : Kelas 2, 3, 4
3. Sepeda motor (MC) : Kelas 1
4. Kendaraan tak bermotor (UM) : Kelas 8

### **3.4.2.2 Pengumpulan Data geometrik Persimpangan**

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

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan *Walking measure* dengan ketelitian 0.1 meter, dan waktu pengambilan dilakukan pada saat kendaraan yang melalui ruas jalan tersebut tidak dilintasi karena lampu lalu lintas dalam keadaan merah (*Stop*). Hal ini dilakukan agar tidak mengganggu arus lalu lintas dipersimpangan tersebut.

### **3.4.3 Pengumpulan Data Sinyal**

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data sinyal ini adalah dengan melakukan pengamatan secara langsung. Adapun tujuannya untuk mendapatkan:

1. Lama masing – masing waktu merah, kuning dan hijau
2. Fase lampu lantas

Untuk mengukur lamanya waktu merah, kuning dan hijau digunakan *stopwatch* yang dicocokkan pada *timer display* yang berada pada samping lampu lalu lintas tersebut.

### **3.4.4 Pengumpulan Data Kondisi Lingkungan**

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data kondisi lingkungan ini dilakukan dengan pengamatan langsung. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mengetahui penggunaan lahan disekitar daerah persimpangan yang menjadi objek dari karya tulis ini.

Data – data yang didapatkan berupa:

1. Data kelas ukuran kota
2. Kelas hambatan samping
3. Tipe lingkungan jalan

4. Tata guna lahan dan lain sebagainya

### **3.5 Analisa Data**

Adapun perhitungan yang dilakukan untuk pencapai tujuan tersebut adalah perhitungan fase dan waktu siklus optimum dengan menggunakan metode PKJI 2014

## **BAB 4**

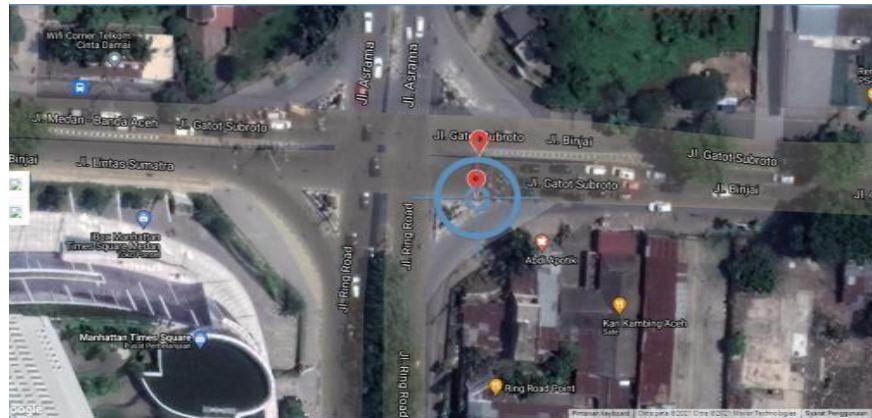
### **ANALISA DATA**

#### **4.1 Deskripsi Data**

Penelitian ini dilakukan pada hari Minggu 28 september 2021 sampai dengan 4 desember 2021. Yang dibagi menjadi 3 waktu penelitian yaitu pada tiap-tiap jam sibuk, pagi hari pukul 07.00 WIB – 09.00 WIB, siang hari pukul 12.00 WIB – 14.00 WIB, dan sore hari pukul 16.00 WIB – 18.00 WIB. Data Penelitian yang diambil dibagi kedalam 2 kategori yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diperoleh meliputi data geometrik jalan yang terdiri dari jumlah jalur, Lebar jalur (L), Lebar masuk (LM), Lebar belok kiri (Lbkt) dan Lebar keluar (LK) dalam satuan meter (m). Untuk data perolehan selanjutnya, Data volume lalulintas yang dikategorikan menjadi empat jenis kriteria kendaraan. Diantaranya, Kendaraan besar (HV), Kendaraan ringan (LV), Sepeda motor (MC) dan Kendaraan nonmotor (UM). Dan untuk pengumpulan data sinyal yang diantaranya lama masing-masing waktu merah, kuning dan hijau. Dihitung menggunakan stopwatch dalam satuan (detik) yang dicocokkan pada timer display yang berada pada samping alat pemberi isyarat lampu lalulintas (APILL) pada lokasi penelitian tersebut. Data sekunder didapatkan melalui asumsi-umsi dan teori yang diperoleh melalui buku-buku literature yang berhubungan dengan transportasi, lalu-lintas dan persimpangan yang berkaitan langsung dengan objek penelitian yang dilakukan.

#### **4.2 Data Geometrik Jalan**

Data geometrik jalan meliputi jumlah lajur dan lebar lajur. Kondisi geometrik jalan pada simpang empat bersinyal Jl. Gatot Subroto – Jl. Ring Road Dan Jl. Asrama (Simpang Smpat Manhattan) memiliki ukuran yang berbeda di setiap lengannya. Berikut ini ukuran masing – masing lajur pada simpang empat Manhattan.



Gambar 4.1: Ukuran Jalur pada simpang tiga

Sumber : Aplikasi *Maps Ruler*

Dapat dilihat pada Gambar 4.1, gambar sebelah kiri adalah sample foto ketika penulis melakukan survei yang mana sudah terlihat kepadatan kendaraan dari arah jalan Mongonsidi. Pada gambar sebelah kiri adalah pengukuran jalan dengan menggunakan aplikasi *maps ruler* dengan ketelitian 1 m dengan membandingkan pengumpulan data di lapangan secara manual.

Tabel 4.1: Data Geometrik Jalan Pada Simpang Empat Manhattan

Nama Lengan Jalan	Jumlah Lajur	Merah (detik)	Kuning (detik)	Hijau (detik)	Lebar jalur/L (m)	Lebar belok kiri /Lbkjt (m)	Lebar masuk/LM (m)
1	2	3	4	5	6	7	8
Jl. Jenderal Sudirman	2	135	2	105	12	2	10
Jl. S.parman	2	155	2	85	12	2	10
Jl. Lintas Sumatera	2	175	2	65	12	2	10
Jl. Kapten Pattimura	2	195	2	45	12	2	10

### 4.3 Data Volume Lalulintas

Pada penelitian ini penulis melilih beberapa kriteria Jenis kendaraan yang diamati yaitu kendaraan besar (HV), kendaraan ringan (LV), sepeda motor (MC), dan Kendaraan nonmotor (UM). Data volume lalu lintas dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

#### 4.2: Data Volume Lalulintas Simpang Empat Manhattan

SIMPANG USU		Tanggal	:	03 Desember 2021											
		Kota	:	Medan											
Arus Lalulintas		Simpang	:	Jl. Jenderal Sudirman - Jl. S.parman											
		Ukuran Kota	:	2.2 Juta Jiwa											
		Prihal	:	Empat Fase											
		Periode	:	Jam puncak sore hari											
Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor												Kendaraan Tak bermotor	
		Qkr		Qkb		Qsm		Qkbn				Qktm			
		ekr terlindung =		ekr terlindung =		1. ekr terlindung =		0. ekr terlindung =				Total arus kendaraan bermotor			
		ekr terlawan =		ekr terlawan =		1. ekr terlawan =		0. ekr terlawan =							
U - Jl. Jenderal Sudirman		Kend/ jam	Terlindung	Terlawan	Kend/ jam	Terlindung	Terlawan	Kend/ jam	Terlindung	Terlawan	Kend/ jam	Terlindung	Terlawan	Arus Kendaraan Tak bermotor	
		Bkijt	126	126	126	15	20	20	205	41	82	346	187	228	2
		Lrs	405	405	405	29	38	38	579	232	232	1013	674	674	
		Total	531	531	531	44	57	58	784	273	314	1359	861	902	
S - Jl. S.parman		Bkijt	132	132	132	17	22	22	178	35.6	71.2	327	190	225	5
		Lrs	390	390	390	39	51	51	597	119.4	238.8	1026	560	680	
		Total	522	522	522	56	73	73	775	155	310	1353	750	905	
		Bkijt	129	129	129	11	14	14	139	27.8	55.6	279	171	199	3
T - Kapten Pattimura		Lrs	395	395	395	40	52	52	638	127.6	255.2	1073	575	702	
		Total	524	524	524	51	66	66	777	155.4	310.8	1352	746	901	
		Bkijt	119	119	119	13	17	17	126	25.2	50.4	258	161	186	10
		Lrs	424	424	424	30	39	39	670	134	268	1124	597	731	
B - Lintas Sumatera		Total	543	543	543	43	56	56	796	159.2	318.4	1382	758	917	

#### 4.4 Data Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk adalah termasuk data sekunder. Berdasarkan grafik penyebaran penduduk di Kota Medan, yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), yang diambil pada tahun 2019 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3 Data Jumlah Penduduk Kota Medan

Wilayah	Jumlah Penduduk Kota Medan Tahun 2019		
	Laki-Laki	Perempuan	TOTAL
Medan Tuntungan	43655	44969	88624
Medan Johor	67543	69824	137367
Medan Amplas	64589	66337	130926
Medan Denai	73296	75142	148438
Medan Area	49488	50774	100262
Medan Kota	37148	38083	75231
Medan Maimun	20314	20825	41139
Medan Polonia	28456	29226	57682
Medan Baru	20306	20843	41149
Medan Selayang	54676	56376	111052
Medan Sunggal	58032	59503	117535
Medan Helvetia	76576	78861	155437
Medan Petisah	31627	32448	64075
Medan Barat	36301	37235	73536
Medan Timur	55776	57269	113045
Medan Perjuangan	47880	49111	96991
Medan Tembung	68683	70566	139249
Medan Deli	94403	96568	190971
Medan Labuhan	60478	61714	122192
Medan Marelan	86812	88570	175382
Medan Belawan	49228	50383	99611
<b>TOTAL</b>	<b>1125267</b>	<b>1154627</b>	<b>2279894</b>

Sumber : <https://medankota.bps.go.id>

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa jumlah penduduk di wilayah Kota Medan pada tahun 2019 adalah sebesar 2.279.894 jiwa. Data ini digunakan untuk menentukan ukuran luas kota.

## 4.5 Analisa data

Analisis data penelitian adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk memperoleh data Waktu Siklus, derajat kejenuhan dan parameter parameter lain yang diperlukan pada penelitian ini pada simpang empat Manhattan. langkah analisis ini diakukan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 ( PKJI 2014 ) dan disimulasikan menggunakan aplikasi vissim.

### a. Lebar efektif

Dikarenakan lebar belok kiri  $L_{BKIJT} > 2$  m maka dapat menggunakan analisa menggunakan rumus  $2.7 L_e = M_{in} \left( \frac{L - L_{BKIJT}}{LM} \right)$ , lihat tabel 4.4

Tabel 4.4 Lebar Efektif

Nama Lengan Jalan	Lebar Keluar (Lk)	Lebar jalur/L (m)	Lebar belok kiri /Lbkijt (m)	Lebar masuk/LM (m)	kolom (3-4)	$L_e = 6/5$	$L_e = Lk$
1	2	3	4	5	6	7	8
Jl. Jenderal Sudirman	12	12	2	10	10	1	12
Jl. S.parman	12	12	2	10	10	1	12
Jl. Lintas Sumatera	12	12	2	10	10	1	12
Jl. Kapten Pattimura	12	12	2	10	10	1	12

Pada tabel 4.4 dapat dilihat lebar efektif pada kolom (6)  $< (LM \times (1 - R_{bka}))$ , maka menurut pedoman kapasitas jalan Indonesia 2014 (PKJI 2014)  $L_e = Lk$

### b. Arus Jenuh Dasar (So)

Arus jenuh dasar dapat diketahui dengan rumus 2.12 ( $S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$ ), pada masing - masing lengan jalan mendapatkan nilai So sebesar

1. Jl. Jenderal Sudirman = 7200 skr/jam
2. Jl. S.parman = 7200 skr/jam
3. Jl. Lintas Sumatera = 7200skr/jam

4. Jl. Kapten Pattimura = 7200 skr/jam

Dapat dilihat bahwa nilai arus jenuh dasar pada tiap tiap lengan jalan sama yaitu 7200 skr/jam hal ini di akibatkan oleh lebar efektif dari masing masing lengan jalan adalah sama.

**c. Arus Jenuh (S)**

Arus jenuh dapat diketahui dengan menggunakan rumus 2.11 yang mana memerlukan beberapa Faktor penyesuaian yaitu sebagai berikut:

1. Fuk yaitu faktor penyesuaian terhadap besarnya penduduk kota, pada tabel **4.6** dapat kita lihat bahwa jumlah penduduk kota medan mencapai 2.279.894 jiwa yang di urutkan berdasarkan jenis kelamin laki laki dan perempuan maka menurut PKJI 2014 halaman 51 tabel B.4, Fuk = 1.00.
2. Fhs yaitu faktor penyesuaian hambatan samping, menurut PKJI 2014 Fhs dapat diketahui dengan menggunakan Tabel B.5 halaman 51 dengan rasio kendaraan tidak bermotor total dari masing masing simpang yaitu sebesar 0.05 dengan tipe lingkungan jalan komersial serta hambatan samping tinggi maka nilai Fhs = 0.88
3. Fg yaitu faktor penyesuaian kelandaian memanjang, dikarenakan kondisi tiap lengan adalah cinderung landai /  $g = 0^\circ$  maka menurut PKJI 2014 halaman 46 Tabel B.6, Fg = 1.00.
4. Fp yaitu faktor penyesuaian parkir faktor menurut PKJI 2014 Nilai Fp tidak perlu diterapkan bila lebar efektif di tentukan oleh lebar keluar, Fp = 1.00.
5. Berdasarkan PKJI 2014 Faktor penyesuaian belok kanan dan belok kiri hanya di peruntukkan untuk tipe pendekat tipe p dengan ketentuan, faktor penyesuaian belok kanan tanpa median, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dan lebar belok kiri lebar efektifnya di tentukan oleh lebar masuk maka simpang ini tidak sesuai dengan ketentuan di atas yang mana lebar efektifnya di tentukan oleh lebar keluar (Lk) maka nilai Fbkdan Fbka = 1.00

Tabel 4.5 Nilai S untuk masing masing lengan simpang

Nama Lengan Jalan	So	Fhs	Fuk	Fg	Fp	Fbki	Fbka	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jl. Jenderal Sudirman	7200	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6336
Jl. S.parman	7200	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6336
Jl. Lintas Sumatera	7200	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6336
Jl. Kapten Pattimura	7200	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6336

Pada tabel 4.5 dapat dilihat nilai arus jenuh (S) pada tiap – tiap lengan jalan adalah sama sebesar 6336 Skr. Hal ini dapat terjadi dikarenakan oleh lebar efektif tiap - tiap lengan yang sama. Lebar efektif ini sangat berpengaruh terhadap nilai arus jenuh di karenakan cara mencari arus jenuh tersebut adalah perkalian beberapa faktor yang ada di tabel dan arus jenuh So sangat dipengaruhi oleh lebar efektif tiap lengan persimpangan.

#### d. Waktu Siklus (c)

Waktu siklus termasuk kedalam pengaturan waktu isyarat APILL. Untuk menentukan waktu siklus pada lokasi penelitian dapat dihitung dengan Persamaan 2.8, (  $c = \frac{1,5 \times H_H + 5}{1 - \sum R_{g/skritis}}$  ) Dengan hasil sebagaimana yang terdapat pada Tabel 4.6 dibawah ini

Tabel 4.6 Nilai Waktu Siklus

Nama Lengan Jalan	Arus lalulintas (Q)	Arus Jenuh (S)	Rasio Arus (Q/S)	Rasio Fase (Rf)	Waktu Hilang (Hh)	Waktu Siklus (c)
1	2	3	4	5	6	7
Jl. Jenderal Sudirman	1355	6336	0.21386	0.248	18	233.05
Jl. S.parman	1361	6336	0.21480	0.249	18	233.05

Tabel 4.6 Lanjutan

Nama Lengan Jalan	Arus lalulintas (Q)	Arus Jenuh (S)	Rasio Arus (Q/S)	Rasio Fase (Rf)	Waktu Hilang (Hh)	Waktu Siklus (c)
Jl. Lintas Sumatera	1392	6336	0.21970	0.255	18	233.05
Jl. Kapten Pattimura	1358	6336	0.21433	0.248	18	233.05
Rasio Arus keritis (Ras)			0.86269			

Dari hasil perhitungan waktu siklus pada tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai waktu siklus yang dicari menggunakan persamaan 2.8 mendapatkan hasil 233.05detik, waktu siklus tersebut adalah waktu siklus sebelum penyesuaian dan setelah dilakukan pembulatan, nilai waktu siklus yang dihasilkan menjadi 233 detik.

Menurut PKJI 2014 waktu siklus pada simpang Manhattan belum memenuhi syarat kelayakan atau optimum yang mana margin dari kelayakan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.3, waktu siklus layak untuk persimpangan dengan empat fase adalah 80 -130 detik sedangkan nilai waktu siklus penyesuaian yang penulis dapatkan adalah 233 detik.

#### e. Waktu Hijau (Hi)

Perhitungan waktu hijau dapat dilakukan dengan menggunakan rumus 2.7

$$L_E = M_{in} \left\{ \frac{L - L_{BKijT}}{L_M} \right\}$$

Tabel 4.7 Nilai Waktu Hijau

Nama Lengan Jalan	Waktu Siklus (c)	Waktu Hilang (Hh)	Rasio Fase (Rf)	Total Waktu Hijau (2-3)	waktu hijau tiap fase (Hi)
1	2	3	4	5	6
Jl. Jenderal Sudirman	233.05	18	0.248	215.0482759	53
Jl. S.parman	233.05	18	0.249	215.0482759	54
Jl. Lintas Sumatera	233.05	18	0.255	215.0482759	55
Jl. Kapten Pattimura	233.05	18	0.248	215.0482759	53

Pada tabel 4.7 dapat dilihat bahwa waktu hijau tiap fase terendah adalah 53 detik yaitu pada lengan Jl. Gatot Subroto dan Jl. Ringroad dan waktu hijau tiap fase tertinggi adalah 55 detik yaitu pada lengan Jl. Lintas sumatera hal ini dipengaruhi oleh Rasio fase tiap – tiap lengan jalan yang berbeda.

#### f. Kapasitas ( C )

Perhitungan untuk kapasitas dari tiap - tiap lengan jalan pada simpang manhattan adalah sebagai berikut, Lihat tabel 4.8

Tabel 4.8: Kapasitas

Nama Lengan Jalan	Arus Jenuh (S)	Total Waktu Hijau (G)	Waktu Siklus (c)	Derajat Kejenuhan	Kapsitas ( C )
1	2	3	4	5	6
Jl. Jenderal Sudirman	6336	215	233	0.93	5847
Jl. S.parman	6336	215	233	0.93	5847
Jl. Lintas Sumatera	6336	215	233	0.93	5847
Jl. Kapten Pattimura	6336	215	233	0.93	5847

Pada tabel 4.8 dapat dilihat kapasitas dari tiap – tiap lengan adalah 5847 skr/jam, hal ini dapat di akibatkan oleh parameter yang diketahui untuk masing - masing simpang adalah sama.

#### g. Derajat kejenuhan (Dj)

Derajat kejenuhan adalah perbandingan antara arus dan kapasitas dari jalan tersebut, derajat kejenuhan dapat diketahui dengan menggunakan rumus 2.14.

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{Q \times C}{S \times g}$$

Lihat tabel 4.9

Tabel 4.9 Nilai Derajat Kejenuhan

Nama Lengan Jalan	Arus lalulintas (Q)	Waktu Siklus (c)	Arus Jenuh (S)	waktu hijau tiap fase (Hi)	(2*3)	(4*5)	Derajat kejenuhan (DJ)
1	2	3	4	5	6	7	8
Jl. Jenderal Sudirman	1355	233.05	6336	53	315780.4	337770	0.93
Jl. S.parman	1361	233.05	6336	54	317178.7	339265	0.93
Jl. Kapten Pattimura	1358	233.05	6336	53	316479.6	338518	0.93
Jl. Lintas Sumatera	1392	233.05	6336	55	324403.2	316800	0.93

Dari tabel 4.9 dapat dilihat nilai derahat kejenuhan dari masing masing lengan yang mana nilai tersebut lebih besar dari nilai batas derajat kejenuhan menurut PKJI 2014 yaitu 0.85 maka simpang empat manhattan ini termasuk simpang yang sudah layak untuk ditambah kapasitas daya tampungnya. Nilai derajat kejenuhan yang terjadi pada lengan setiap simpang yaitu 0.93.

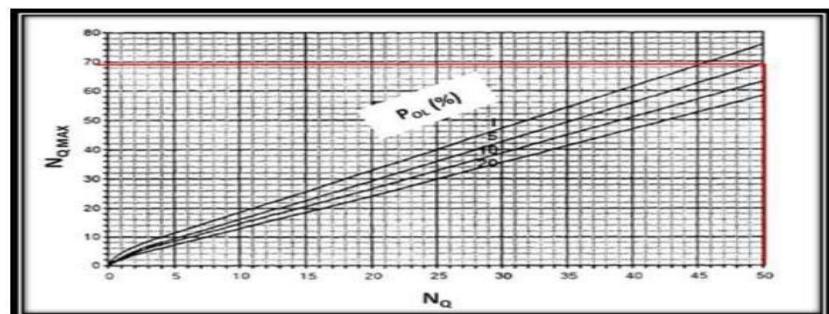
#### **h. Panjang Antrian (PA)**

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau ( $NQ$ ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah ( $NQ_2$ ).

Tabel 4.10 Nilai Kendaraan Tertinggal Total (NQ)

Nama Lengan Jalan	Arus lalulintas (Q)	Rasio Hija u (Rh)	Kapsitas (C)	Derajat kejemuhan (DJ)	Wakt u Siklus (c)	Nq1	Nq2	NQ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Jl. Jenderal Sudirman	1355	0.23	5847	0.93	233	21.82	86.06	107.88
Jl. S.parm an	1361	0.23	5847	0.93	233	21.82	86.43	108.25
Jl. Lintas Sumater a	1392	0.23	5847	0.93	233	21.82	88.35	110.17
Jl. Kapten Pattimur a	1358	0.23	5847	0.93	233	21.82	86.24	108.06

Nilai NQ total pada masing masing lengan simpang diatas nilai 50 maka untuk menetapkan NQ Maximum yang menggunakan Gambar 8 pada halaman 33 PKJI 2014 maka asumsi untuk NQ Maximum diambil dari nilai 50 dengan nilai Pol = 5 %, maka didapat asumsi nilai NQ Maximumnya adalah 69. Lihat Gambar 4.2



Gambar 4.2: Nilai NQ Maximum.

Setelah didapat nilai NQ Maximum maka dilanjutkan untuk mencari panjang antrian (PA). Lihat Tabel 4.11

Tabel 4.11 Nilai Panjang Antrian (PA)

Nama Lengan Jalan	Nqmax	Lebar masuk (Lm)	Panjang Antrian (PA)
1	3	4	5
Jl. Jenderal Sudirman	69	10	138.00
Jl. S.parman	69	10	138.00
Jl. Lintas Sumatera	69	10	138.00
Jl. Kapten Pattimura	69	10	138.00

Pada tabel 4.11 dapat dilihat panjang antrian sama yaitu 138 skr hal ini diakibatkan oleh lebar masuk yang sama yaitu 10 m pada tiap – tiap lengan simpang yang penulis teliti.

### i. Tundaan

Tundaan dapat dihitung dengan cara menghitung tundaan lalulintas, tundaan geometric jalan, dan tundaan rata rata. Setelah didapat data ke tiga point sebelumnya lalu dapat menhitung tundaan total. Lihat Tabel 4.12

Tabel 4.12 Nilai Tundaan Total

Nama Lengan Jalan	Arus lalulintas (Q)	Tundaan Lalulintas (TL)	Tundaan Geometris (Tg)	Tundaan Rata-Rata (Ti)	Tundaan Total (2*5)
1	2	3	4	5	6
Jl. Jenderal Sudirman	1355	101.60	0.701706635	102.30	138623
Jl. S.parman	1361	101.48	0.701284391	102.18	139065.6
Jl. Lintas Sumatera	1392	100.83	0.699160783	101.53	141328.5
Jl. Kapten Pattimura	1358	101.54	0.701495047	102.24	138844.5
Total Arus	5466	Tundaan Total			557861.4
		Tundaan Rata- Rata Seluruh simpang			102.06

Dari tabel 4.12 dapat dilihat nilai tundaan rata – rata seluruh simpang adalah 102. 06 detik/skr yang mana *level of service* dari simpang empat bersinyal yang penulis teliti adalah Tingkatan LOS F atau Rata - Rata Kontrol *Delay* (detik/Kendaraan)  $> 80$ , dengan keterangan Arus dipaksakan Lihat Tabel 2.4.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.2 Kesimpulan**

Dari Hasil analisis dan pembahasan studi kasus dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu Siklus yang di dapat adalah 233 detik yang mana waktu siklus pada simpang tiga bersinyal Sudirman masih dikatakan belum memenuhi syarat kelayakan waktu siklus simpang tiga bersinyal, bedasarkan data PKJI 2014 waktu siklus optimum untuk simpang tiga bersinyal adalah 80 - 130 detik.
2. Derajat kejemuhan simpang empat bersinyal pada lokasi penelitian, Nilai yang di dapat dari masing masing lengan lebih besar dari pada 0.85 yang mana menurut PKJI 2014 simpang tiga Sudirman sudah sangat perlu dilakukannya penambahan kapasitas daya tampung simpang yang memadai.
3. Nilai tundaan rata – rata seluruh simpang pada lokasi penelitian di dapat 102.06 detik/skr yang mana *level of service* (LOS) dari simpang tiga bersinyal yang di teliti adalah Tingkatan LOS F atau Rata - Rata Kontrol *Delay* (detik/Kendaraan) > 80, dengan keterangan Arus dipaksakan

#### **5.3 Saran**

Dari hasil penelitian ini, ada beberapa saran yang mungkin akan berguna bagi instansi terkait, yaitu:

1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat di tinjau untuk jangka waktu yang lebih lama
2. Diharapkan pemerintah untuk meninjau kembali simpang empat bersinyal manhattan khususnya untuk kapasitas jalan.
3. Diharapkan pemerintah untuk meninjau kembali waktu siklus agar tundaan yang terjadi tidak mencapai nilai F atau arus dipaksakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Munawar, (2004), *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*, Beta Offset, Jogjakarta.
- Alik Ansyori Alamsyah, (2005), *Rekayasa Lalu-lintas*, Universitas Muhammadiyah, Malang.
- C.Jotin Khisty, B.Kent lall, (2002), *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*, Terjemahan Fidel Miro, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Sweroad bekerja samadengan PT. Bina Karya, Jakarta.
- Hobbs, F, D, (1995), *Perencanaan dan Teknik Lalu-lintas*, Terjemahan oleh: Ir.Suprapto TM, M.Sc, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ir. Sony Sulaksono, M.Sc, (2001), *Rekayasa Lalu lintas*, ITB, Bandung.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2014a). Bagian 5 - Kapasitas Simpang APILL. In *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI'14) - Rancangan 1: Pedoman Bahan Konstruksi dan Rekayasa Sipil* (pp. 1-89). Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- PKJI. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- A Munawar. (2004). *Manajemen Lalu Lintas Perkotan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Morlok, E. K. (1988). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga.
- Santoso, I. (1997). *Manajemen Lalu-Lintas Perkotaan*. Bandung: Badan Penerbit ITB.
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan & Pemodelan Transportasi*. Bandung: Badan Penerbit ITB.
- Wikipedia. (n.d.). Retrieved April 22, 2017, from Wikipedia: <http://id.wikipedia.org/wiki/persimpangan>

# **LAMPIRAN**















### Formulir Pengisian Data Arus Lalulintas Simpang APILL PKJI 2014

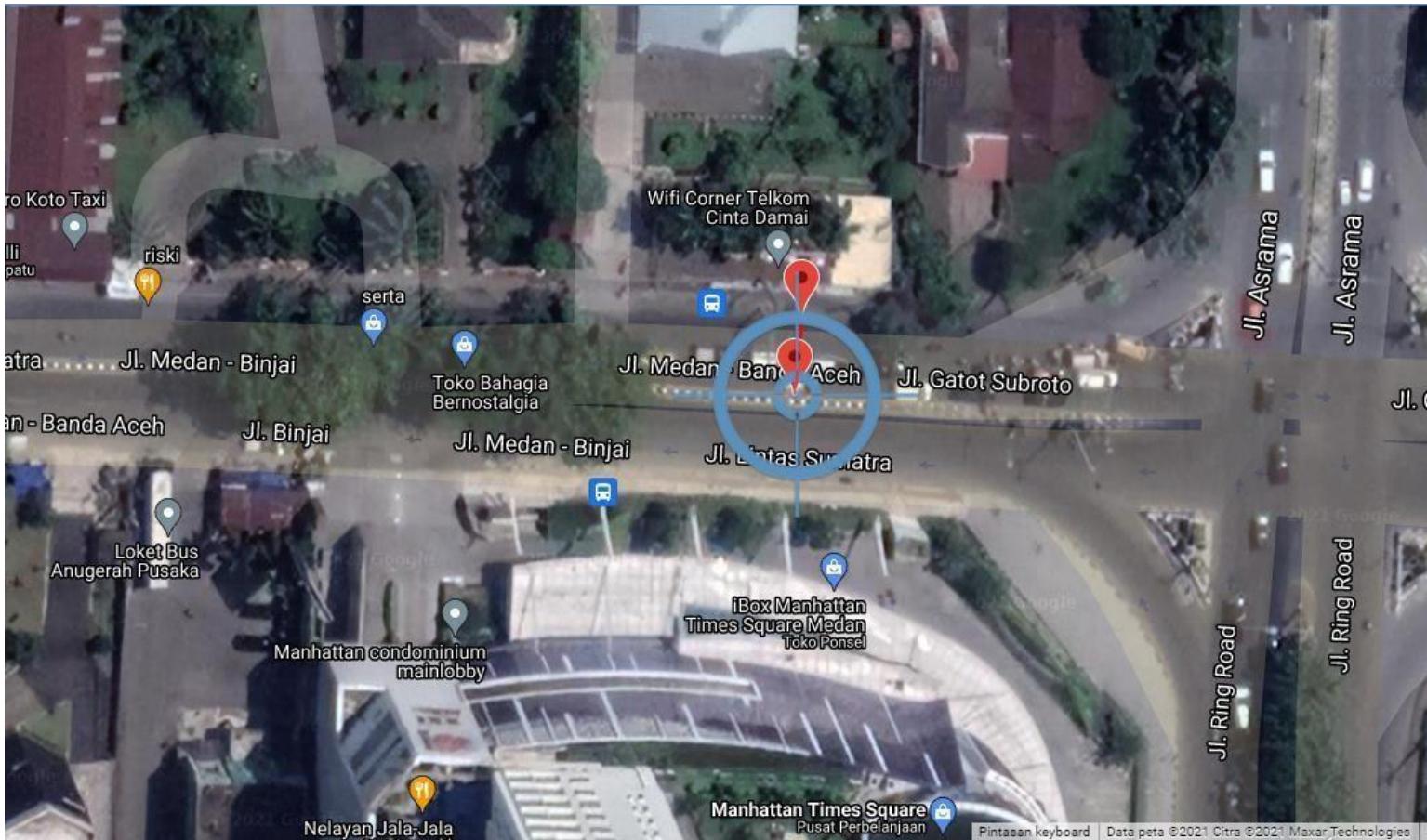
SIMPANG APILL		Tanggal	:	03 Desember 2021											
		Kota	:	Medan											
Arus Lalulintas		Simpang	:	Jl. Asrama - Jl. Gatot Subroto											
		Ukuran Kota	:	2.2 Juta Jiwa											
		Prihal	:	Empat Fase											
		Periode	:	Jam puncak sore hari											
Pendekat	Arah	Kendaraan Bermotor												Kendaraan Tak bermotor	
		Qkr			Qkb			Qsm			Qkbm				Qktm
		ekr terlindung =	1 ekr terlindung =	1.3 ekr terlindung =	0.2	Total arus kendaraan bermotor									
		ekr terlawan =	1 ekr terlawan =	1.3 ekr terlawan =	0.4										
Kend/ jam	Terlindung	Terlawan	Kend/ jam	Terlindung	Terlindung	Terlawan	Kend/ jam	Terlindung	Terlindung	Terlindung	Terlindung	Terlindung			
U - Jl. Asrama	Bkijt	126	126	126	15	20	20	205	41	82	346	187	228	2	
	Lrs	405	405	405	29	38	38	579	232	232	1013	674	674		
	Total	531	531	531	44	57	58	784	273	314	1359	861	902		
S - Jl. Ringroad	Bkijt	132	132	132	17	22	22	178	35.6	71.2	327	190	225	5	
	Lrs	390	390	390	39	51	51	597	119.4	238.8	1026	560	680		
	Total	522	522	522	56	73	73	775	155	310	1353	750	905		
T - Gatot Subroto	Bkijt	129	129	129	11	14	14	139	27.8	55.6	279	171	199	3	
	Lrs	395	395	395	40	52	52	638	127.6	255.2	1073	575	702		
	Total	524	524	524	51	66	66	777	155.4	310.8	1352	746	901		
B - Lintas Sumatera	Bkijt	119	119	119	13	17	17	126	25.2	50.4	258	161	186	10	
	Lrs	424	424	424	30	39	39	670	134	268	1124	597	731		
	Total	543	543	543	43	56	56	796	159.2	318.4	1382	758	917		

Wilayah	Jumlah Penduduk Kota Medan Tahun 2019		
	Laki-Laki	Perempuan	TOTAL
Medan Tuntungan	43655	44969	88624
Medan Johor	67543	69824	137367
Medan Amplas	64589	66337	130926
Medan Denai	73296	75142	148438
Medan Area	49488	50774	100262
Medan Kota	37148	38083	75231
Medan Maimun	20314	20825	41139
Medan Polonia	28456	29226	57682
Medan Baru	20306	20843	41149
Medan Selayang	54676	56376	111052
Medan Sunggal	58032	59503	117535
Medan Helvetia	76576	78861	155437
Medan Petisah	31627	32448	64075
Medan Barat	36301	37235	73536
Medan Timur	55776	57269	113045
Medan Perjuangan	47880	49111	96991
Medan Tembung	68683	70566	139249
Medan Deli	94403	96568	190971
Medan Labuhan	60478	61714	122192
Medan Marelan	86812	88570	175382
Medan Belawan	49228	50383	99611
<b>TOTAL</b>	<b>1125267</b>	<b>1154627</b>	<b>2279894</b>

Source Url: <https://medankota.bps.go.id/indicator/12/31/1/jumlah-penduduk-kota-medan-menurut-kecamatan-dan-jenis-kelamin.html>

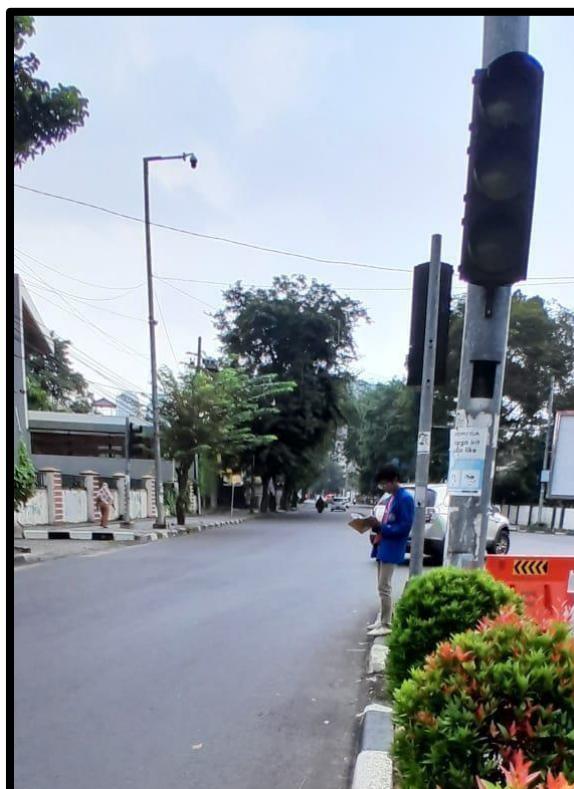
Access Time: December 18, 2021, 10:24 pm

## Pengukuran Lebar Lengan Jalan Menggunakan *Maps Ruler*

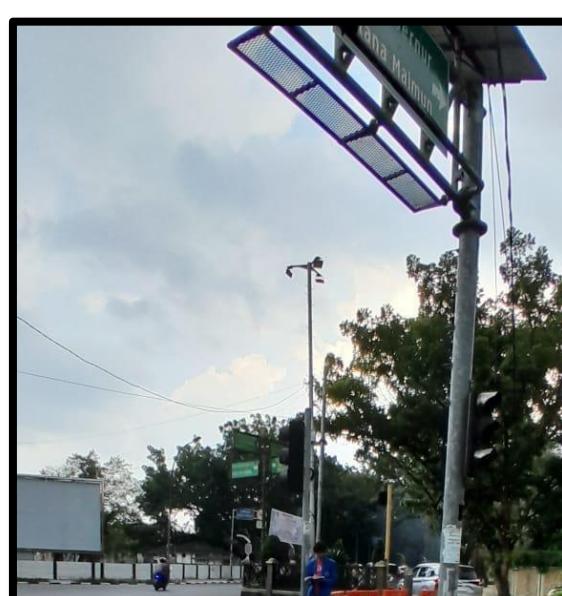


Gambar L1 : Pengukuran Lebar Jalan Lintas Sumatera Menggunakan Aplikasi *Maps Ruler*

## FOTO DOKUMENTASI



Gambar L1: Dokumentasi saat melakukan survei Data Primer 1 Simpang jalan Sudirman



Gambar L2: Dokumentasi saat melakukan survei Data Primer 2 Simpang Sudirman ketika lampu merah



Gambar L3: Dokumentasi saat melakukan survei Data Primer 3



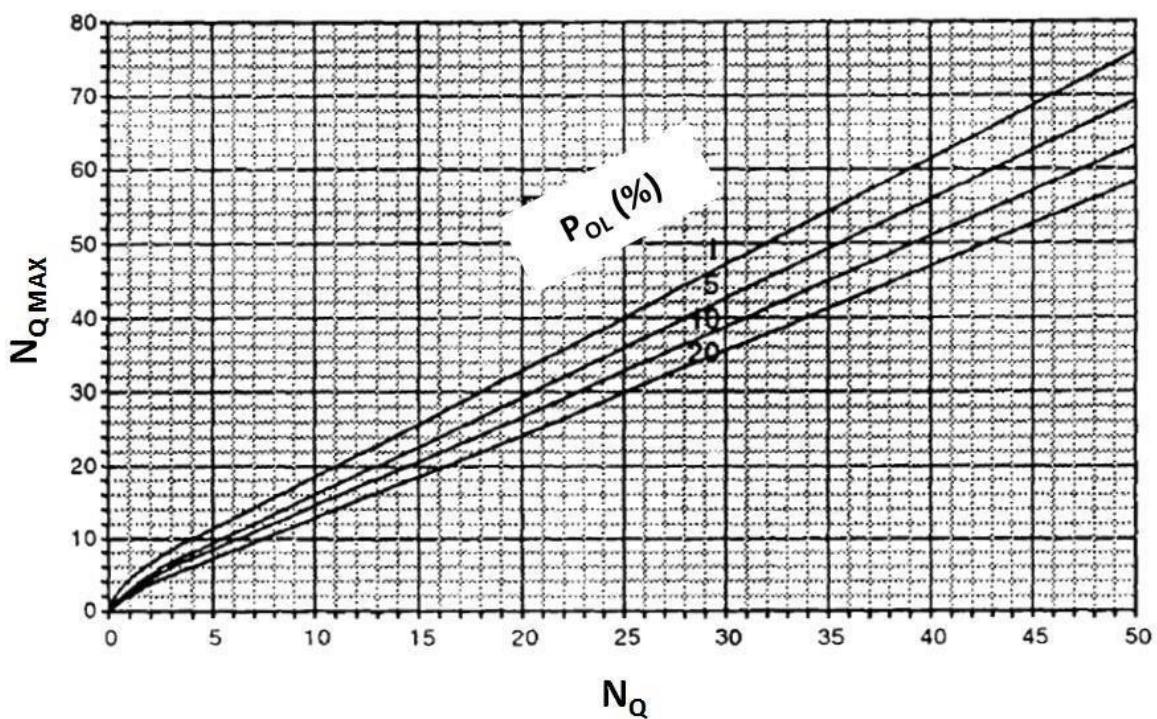
Gambar L4: Dokumentasi lengan jalan Sudirman ketika lampu merah



### 5.5.2 Langkah E.2. Panjang antrian, PA

Dengan data yang telah dipersiapkan, hitung panjang antrian mengikuti prosedur pada subbab tentang kinerja lalu lintas pada bagian panjang antrian. Hitungan meliputi:

- 1) Jumlah kendaraan tersisa dari fase hijau sebelumnya.  $N_{Q1}$  dapat dihitung menggunakan persamaan 16 atau menggunakan Gambar B.11. dalam Lampiran B.
  - 2) Jumlah kendaraan yang antri (skr) selama fase merah.  $N_{Q2}$  dapat dihitung menggunakan persamaan 17) atau menggunakan Gambar B.12., untuk nilai  $c = 80$ detik untuk  $R_H = 0,7$ , dan  $c = 100$ detik untuk  $R_H=0,8$ .
  - 3) Jumlahkan  $N_{Q1}$  dan  $N_{Q2}$  untuk mendapatkan  $N_Q$  (persamaan 15). Lakukan koreksi untuk mengevaluasi pembebatan yang lebih dari  $N_Q$ . Jika diinginkan peluang untuk terjadinya pembebatan sebesar  $P_{OL}(\%)$ , maka tetapkan nilai  $N_{QMAX}$  menggunakan Gambar 8. Untuk desain dan perencanaan disarankan  $P_{OL} \leq 5\%$ . Untuk analisis operasional, nilai  $P_{OL} = 5\%$  s.d. 10% masih dapat diterima.



**Gambar 8. Jumlah antrian maksimum ( $N_{QMAX}$ ), skr, sesuai dengan peluang untuk beban lebih ( $P_{OL}$ ) dan  $N_Q$**

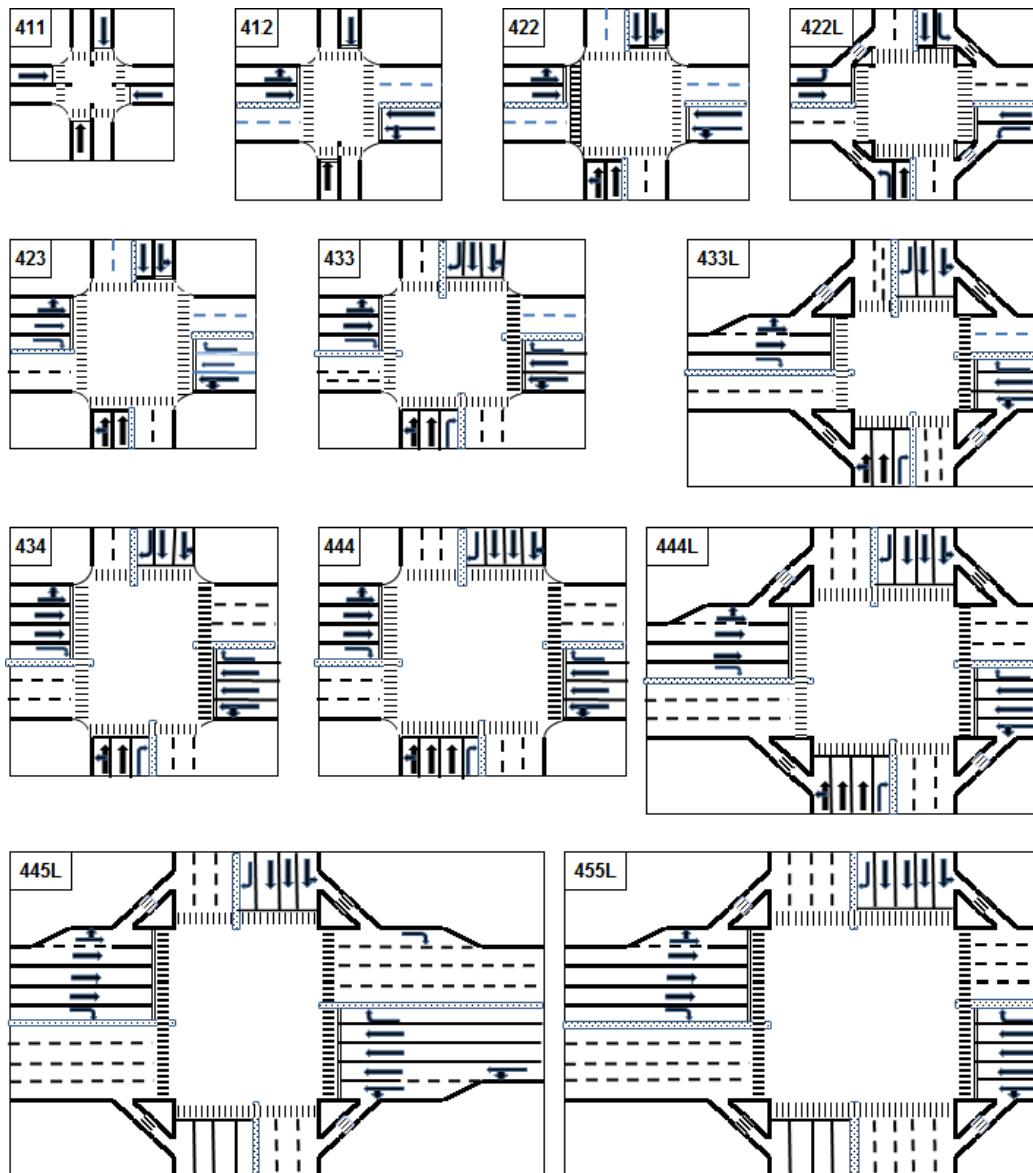
### 5.5.3 Langkah E.3. Jumlah kendaraan terhenti

Hitung rasio kendaraan terhenti ( $R_{KH}$ ) untuk masing-masing pendekat menggunakan persamaan 19) atau gunakan Gambar B.13. untuk mendapatkannya. Rasio tersebut sebagai fungsi dari  $N_Q$  dibagi dengan waktu siklus  $c$ , dan rasio waktu hijau ( $R_H$ ).

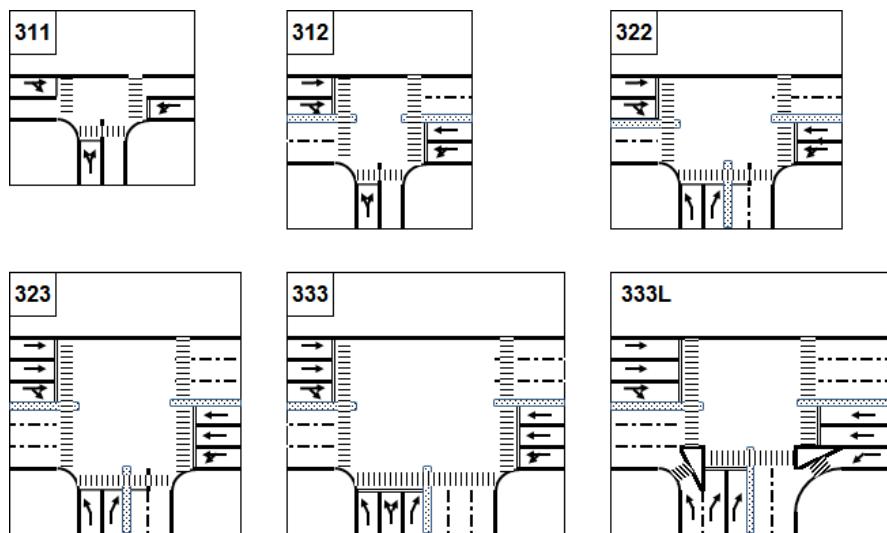
Jumlah kendaraan henti ( $N_H$ ) dalam satuan skr, dihitung menggunakan persamaan 20).

Rasio rata-rata kendaraan berhenti untuk seluruh simpang atau angka henti seluruh simpang ( $R_{KH}$  Total), dihitung menggunakan persamaan 32.

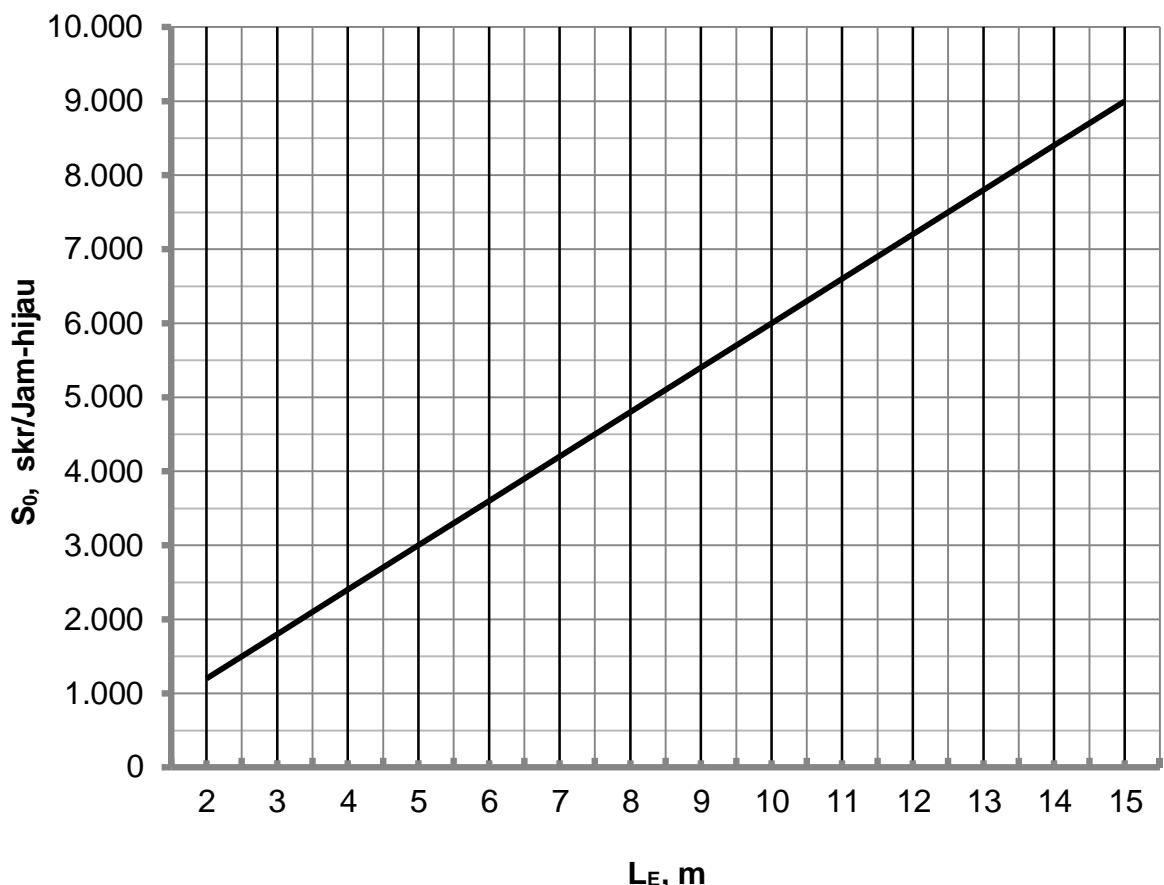
**Lampiran B (normatif):**  
**Diagram-diagram dan tabel-tabel ketentuan teknis**



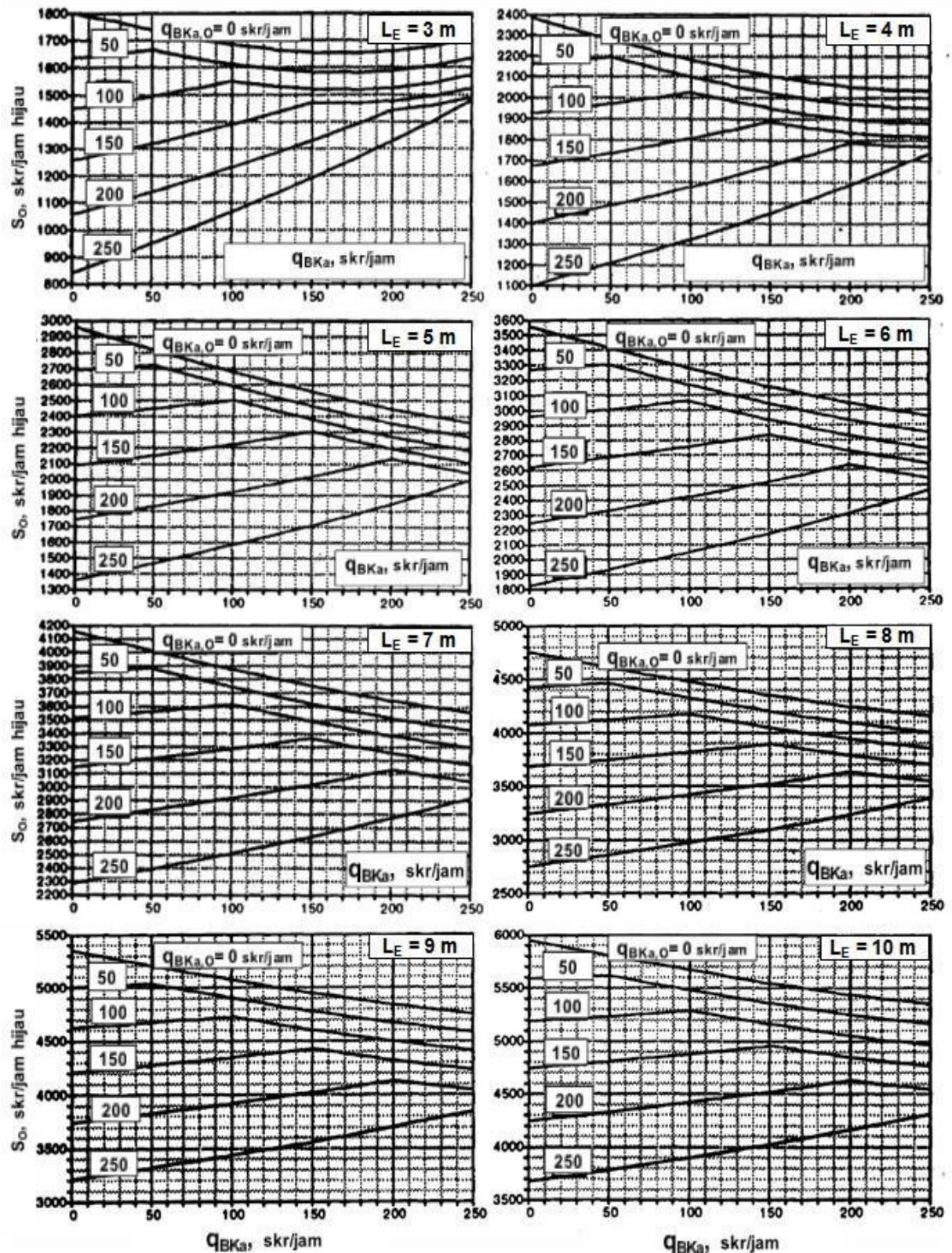
**Gambar B. 1. Tipikal geometrik simpang-4**



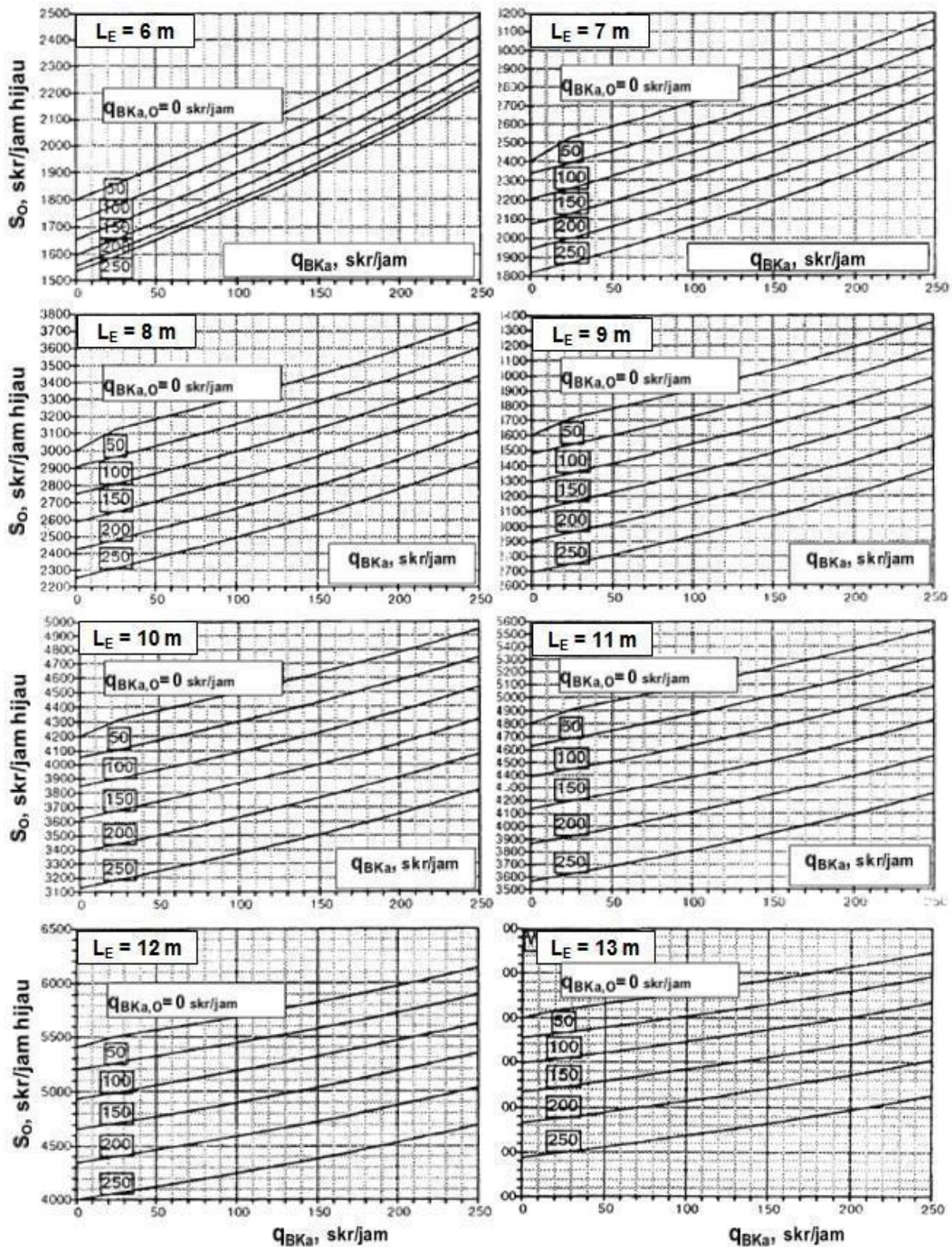
Gambar B. 2. Tipikal geometrik simpang-3



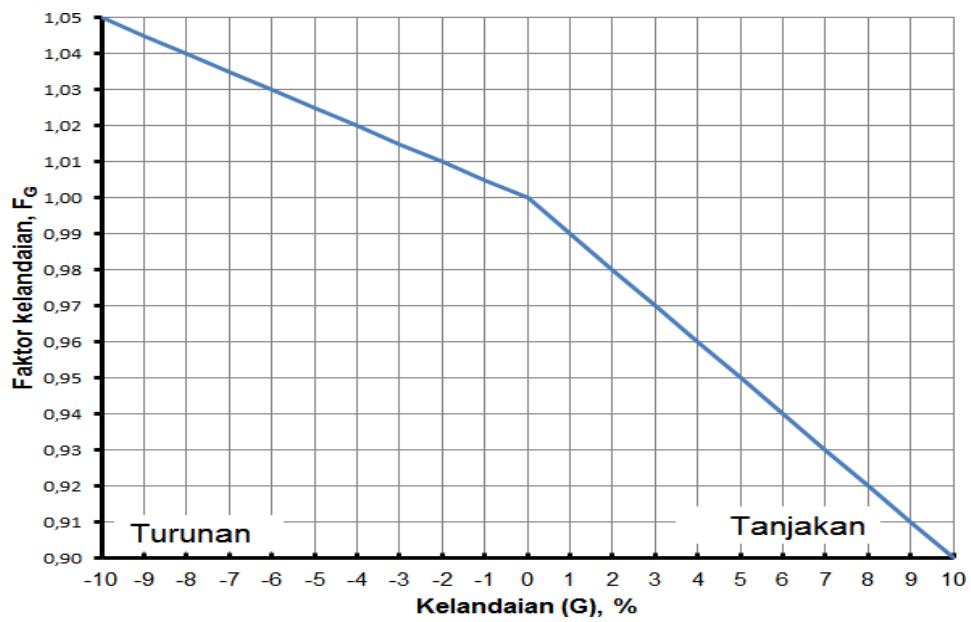
Gambar B. 3. Arus jenuh dasar untuk pendekat terlindung (tipe P)



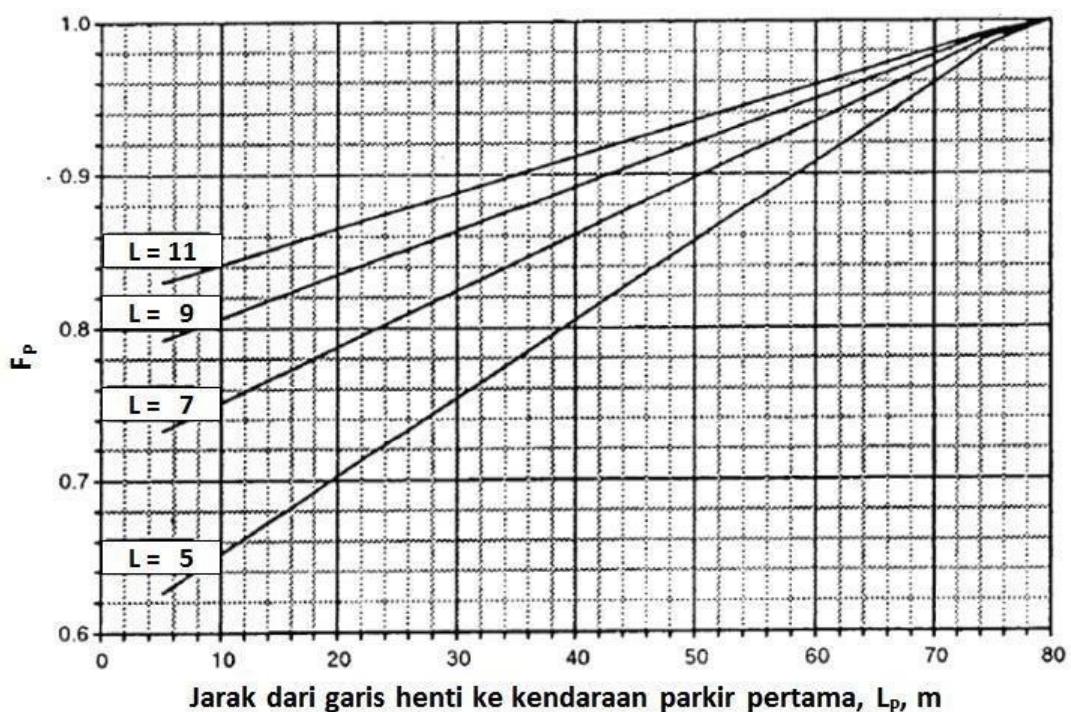
Gambar B. 4. Arus jenuh untuk pendekat tak terlindung (tipe O) tanpa lajur belok kanan terpisah



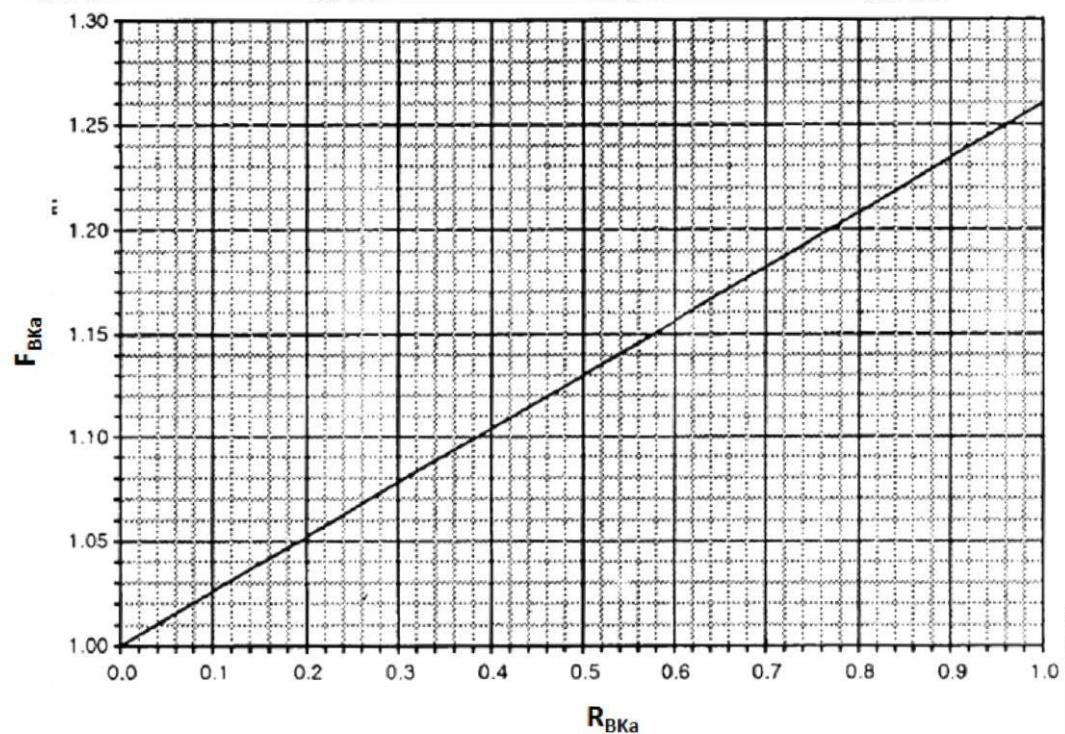
Gambar B. 5. Arus jenuh untuk pendekat tak terlindung (tipe O) yang dilengkapi lajur terpisah



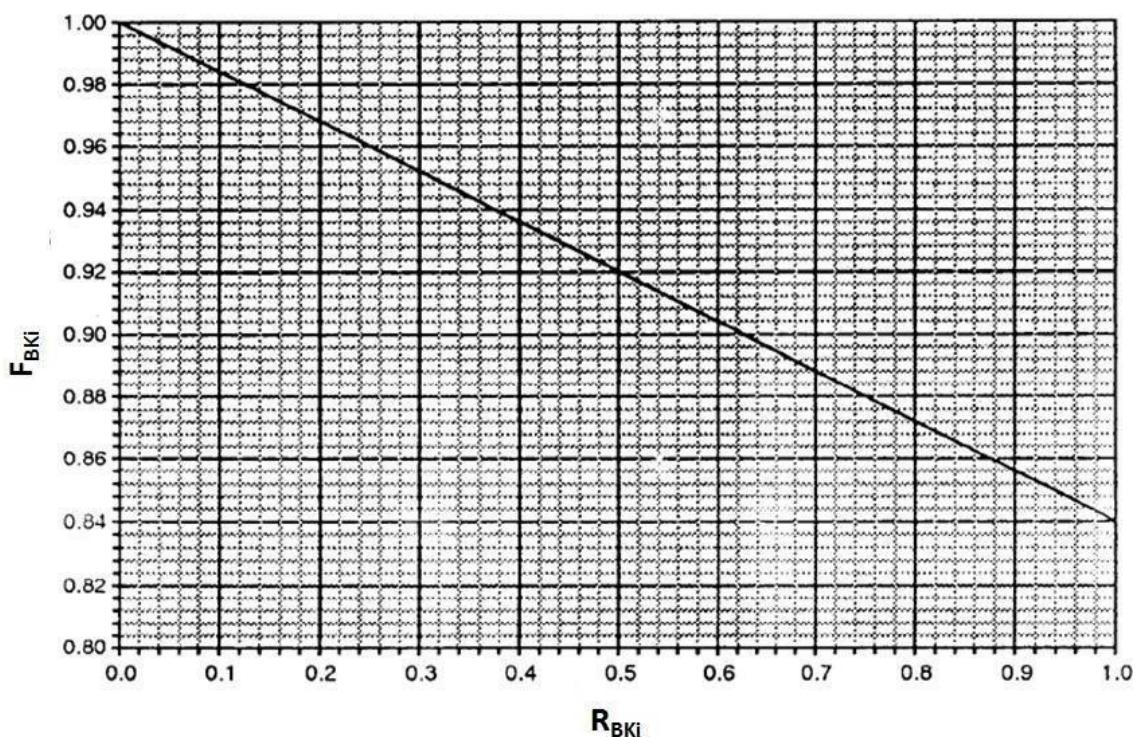
Gambar B. 6. Faktor penyesuaian untuk kelandaian ( $F_G$ )



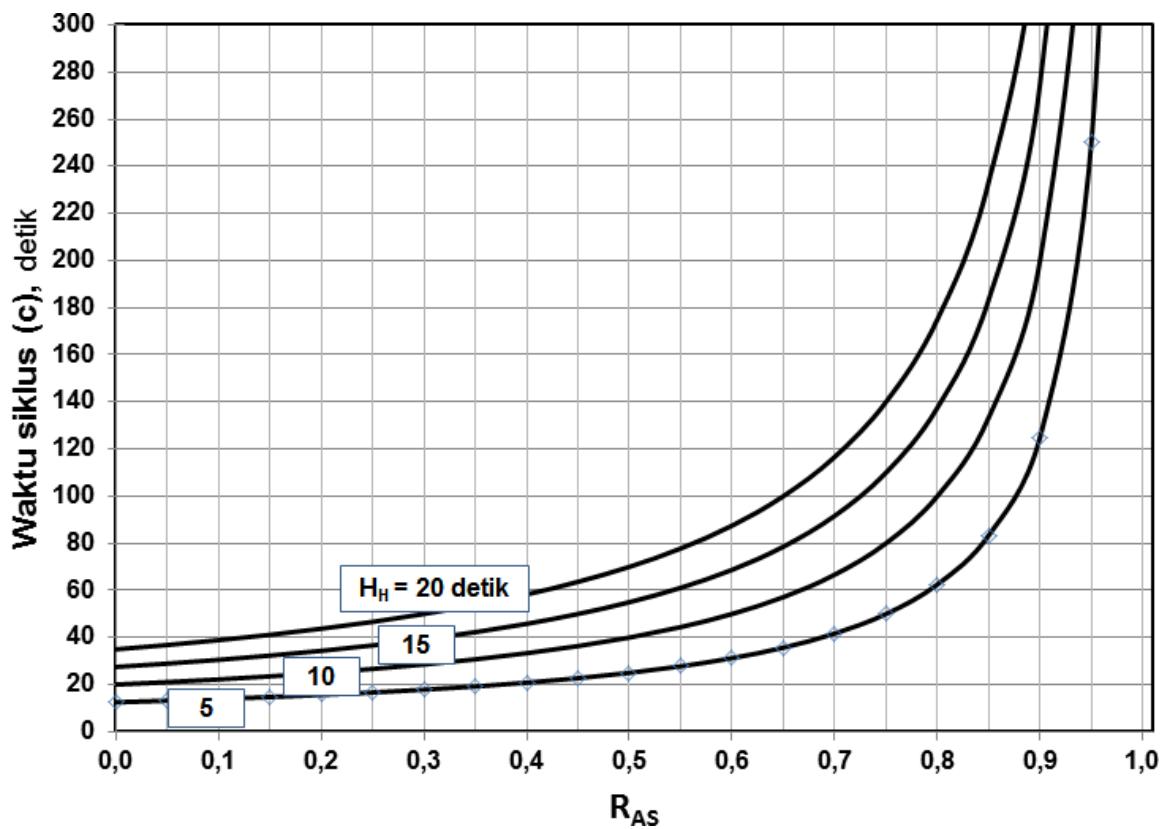
Gambar B. 7. Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir ( $F_P$ )



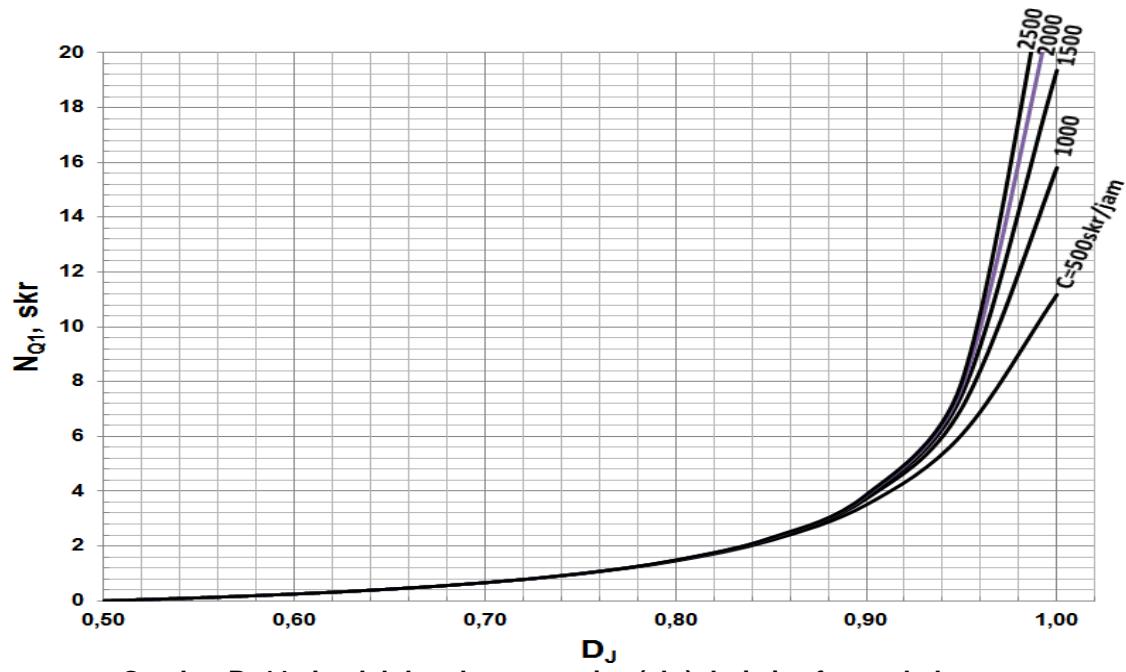
**Gambar B. 8. Faktor penyesuaian untuk belok kanan ( $F_{BKa}$ ), pada pendekat tipe P dengan jalan dua arah, dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk**



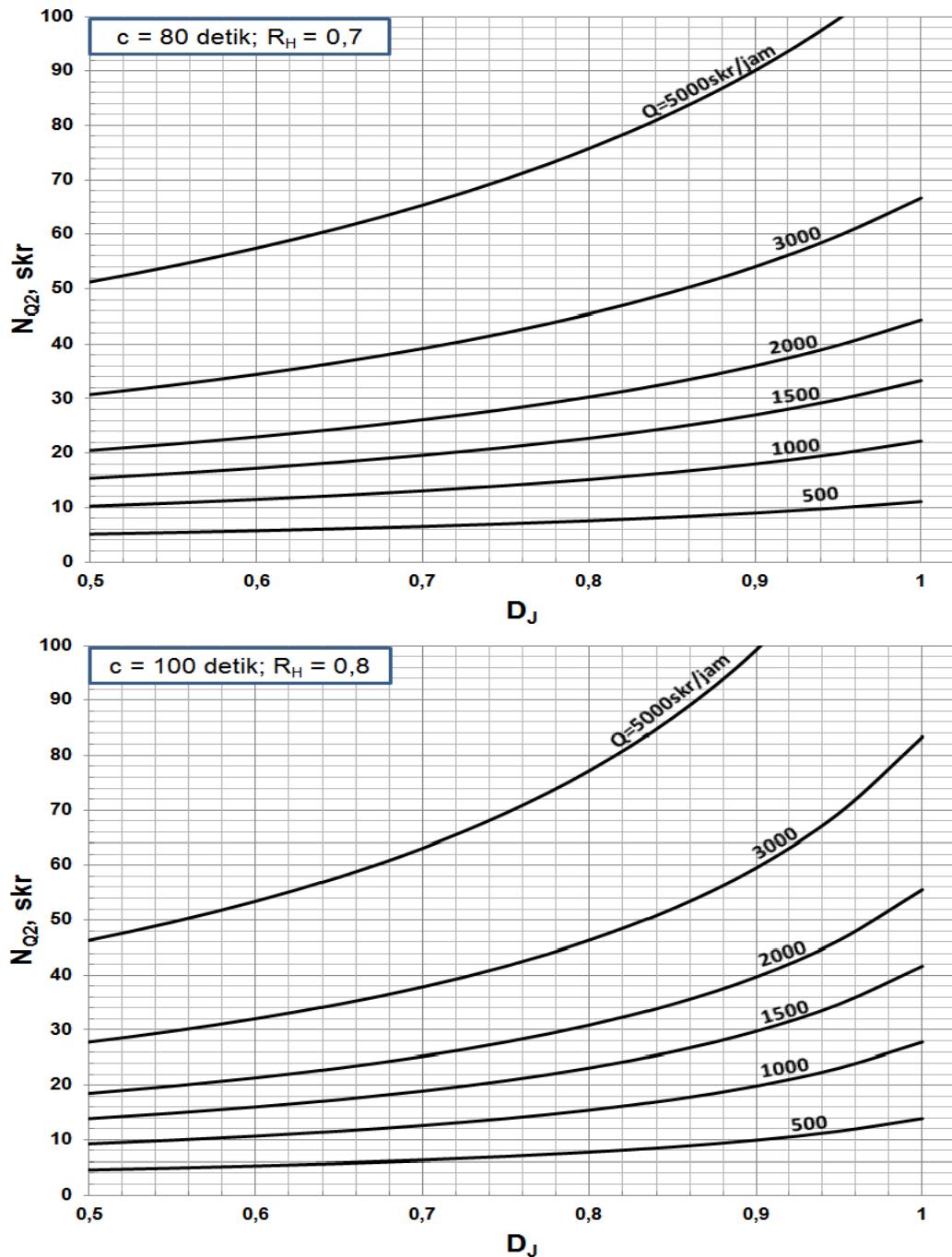
**Gambar B. 9. Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri ( $F_{BKi}$ ) untuk pendekat tipe P, tanpa  $B_{KiJT}$ , dan  $L_e$  ditentukan oleh  $L_M$**



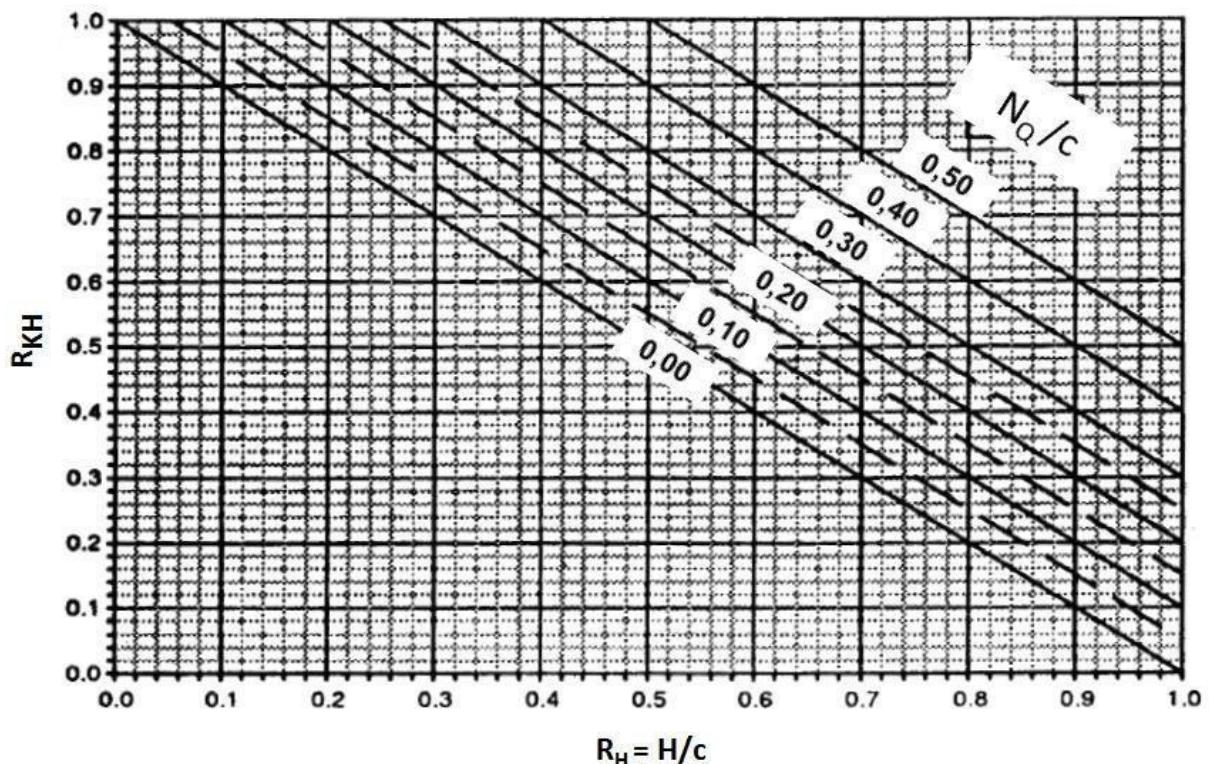
Gambar B. 10. Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian,  $c_{bp}$



Gambar B. 11. Jumlah kendaraan tersisa (skr) dari sisa fase sebelumnya



Gambar B. 12. Jumlah kendaraan yang datang kemudian antri pada fase merah



Gambar B. 13. Penentuan rasio kendaraan terhenti,  $R_{KH}$

Tabel B. 1. Tipikal geometrik dan pengaturan jenis fase

Tipe simpang	Pendekat jalan mayor			Pendekat jalan minor			Jenis fase		
	jumlah lajur	median	BKiJT	jumlah lajur	median	BKiJT	BKi / BKa (%)	10/10	25/25
411	1	Tanpa	Tanpa	1	Tanpa	Tanpa	42	42	
412	2	Ada	Tanpa	1	Tanpa	Tanpa	42	42	
422	2	Ada	Tanpa	2	Ada	Tanpa	42	42	
422L	2	Ada	Ada	2	Ada	Ada	42	42	
423	3	Ada	Tanpa	2	Ada	Tanpa	43A	43C	
433	3	Ada	Tanpa	3	Ada	Tanpa	44C	44B	
433L	3	Ada	Ada	3	Ada	Ada	44A	44B	
434	4	Ada	Tanpa	3	Ada	Tanpa	44C	44B	
444	4	Ada	Tanpa	4	Ada	Tanpa	44C	44B	
444L	4	Ada	Ada	4	Ada	Ada	44C	44B	
445L	5	Ada	Ada	4	Ada	Ada	44C	44B	
455L	5	Ada	Ada	5	Ada	Ada	44C	44B	
311	1	Tanpa	Tanpa	1	Tanpa	Tanpa	32	32	
312	2	Ada	Tanpa	1	Tanpa	Tanpa	32	32	
322	2	Ada	Tanpa	2	Ada	Tanpa	32	32	
323	3	Ada	Ada	2	Ada	Ada	33	33	
333	3	Ada	Tanpa	3	Ada	Tanpa	33	33	
333L	3	Ada	Ada	3	Ada	Ada	33	33	

Catatan:Lihat Gambar A. 1.-A.3. dalam Lampiran A untuk kode pengaturan Jenis fase

**Tabel B. 2. Ekivalen Kendaraan Ringan**

Jenis kendaraan	ekr untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
KR	1,00	1,00
KB	1,30	1,30
SM	0,15	0,40

**Tabel B. 3. Nilai normal waktu antar hijau**

Ukuran simpang	Lebar jalan rata-rata (m)	Nilai normal A <sub>H</sub> (detik/fase)			
			Kecil	6-<10	4
Sedang	10-<15	5			
Besar	≥15	≥6			

**Tabel B. 4. Faktor penyesuaian ukuran kota (F<sub>UK</sub>)**

Jumlah penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F <sub>UK</sub> )
>3,0	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
<0,1	0,82

**Tabel B. 5. Faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan simpang, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (F<sub>HS</sub>)**

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥ 0,25
Komersial (KOM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (KIM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas	Tinggi/ Sedang/ Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

**Tabel B. 6. Waktu siklus yang layak**

<b>Tipe pengaturan</b>	<b>Waktu siklus yang layak (detik)</b>
Pengaturan dua-fase	40 -80
Pengaturan tiga-fase	50 - 100
Pengaturan empat-fase	80 - 130

## RIWAYAT HIDUP

### DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Sufriandi  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 12 September 1999  
Alamat : Jl. Pelita 5 Asrama TNI A.D Glugur Hong No K8

Jenis Kelamin : Laki -Laki  
Agama : Islam  
No. HP/Telp. Seluler : 0813 - 7895 - 4072  
E-Mail : [AdrialHabib10@gmail.com](mailto:AdrialHabib10@gmail.com)

Nama Orang Tua  
Ayah : Suwandi Sinaga  
Ibu : Maida Linda Tanjung

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1807210106  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA, No.3, Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SDN Muhammadiyah 13 Medan	2009
2	SMP	SMPN 37 Medan	2013
3	SMA	SMA Dharmawangsa Medan	2017
4	Melanjutkan Kuliah di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016 Hingga Selesai		