

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI KINERJA PERSIMPANGAN PENAMBAHAN  
PELEBARAN PERSIMPANGAN PADA RUAS DI JALAN  
ABDUL HARIS NASUTION  
(Studi Kasus)**

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

**Disusun Oleh:**

**ARY HANDOKO  
1507210058**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Nama : Ary Handoko  
NPM : 1507210058  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi Kinerja Persimpangan Penambahan  
Persimpangan Ruas Di Jalan Abdul Haris Nasution  
Bidang ilmu : Transportasi

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada  
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing I

Ir. Sri Asfiati, M.T

Dosen Pembimbing II

Citra Utami, S.T, M.T

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ary Handoko

NPM : 1507210058

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Kinerja Persimpangan Penambahan Persimpangan  
Ruas Di Jalan Abdul Haris Nasution

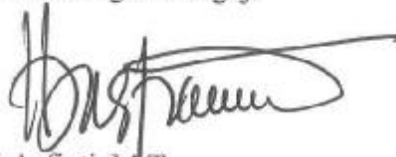
Bidang ilmu : Transportasi.

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 25 September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



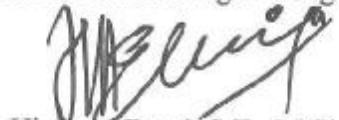
Ir. Sri Asfiati, M.T

Dosen Pembimbing II / Penguji



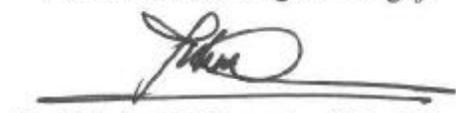
Citra Utami, S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si

Dosen Pembanding II / Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc



Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ary Handoko

Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 25 Oktober 1997

NPM : 1507210058

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Evaluasi Kinerja Persimpangan Penambahan Persimpangan Ruas Di Jalan Abdul Haris Nasution”,

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 kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

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

Medan, 25 September 2019

Saya yang menyatakan,



Ary Handoko

## ABSTRAK

### EVALUASI KINERJA PERSIMPANGAN PENAMBAHAN PELEBARAN PERSIMPANGAN PADA RUAS DI JALAN ABDUL HARIS NASUTION (*Studi Kasus*)

Ary Handoko 1507210058

Ir. Sri Asfiati, M.T.

Citra Utami, S.T., M.T.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh kondisi jalan di kawasan Jalan Abdul Haris Nasution (simpang sejati) yang sebelumnya memiliki volume lalu lintas tinggi sehingga terjadi kemacetan dan tidak teratur. Hal ini merupakan alasan mendasar bagi saya untuk meneliti dan menjadikan sebagai judul Tugas Akhir saya yang berjudul Evaluasi Kinerja Persimpangan Penambahan Pelebaran Persimpangan Pada Ruas di Jalan Abdul Haris Nasution. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja simpang dan menganalisis alternatif pemecahan masalah yang tepat. Maka dilakukan analisa terhadap kapasitas dan tingkat kinerja dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan menghitung rencana *traffic light* dengan metode *Webster*. Survey dilakukan 7 hari penuh dimulai pada pukul 07.00 wib sampai dengan sore pukul 18.00 wib dan didapatkan berupa data primer dan data sekunder. Berdasarkan perencanaan *traffic light* didapatkan hasil yaitu Waktu hijau aktual (WHA1) fase 1 (utara) = 19 detik, WHA2 fase 2 (barat) = 97 detik, WHA3 fase 3 (timur) = 103 detik, dan WHA4 fase 4 (selatan) = 19 detik. Waktu merah aktual (WMA1) fase 1 (utara) = 225 detik, WMA2 fase 2 (barat) = 147 detik, WMA3 fase 3 (timur) = 141 detik, WHA4 fase 4 (selatan) = 225 detik. Juga berdasarkan hasil evaluasi peningkatan kinerja di Jalan Abdul Haris Nasution (simpang sejati), didapat data volume lalu-lintas dari Dinas Perhubungan Kota Medan pada tahun 2016 didapat harian rata-rata maksimum pada bulan Juli, 2016 yaitu 15178 kend/hari atau 10300 smp/hari dan setelah peningkatan sebesar yaitu 37498 kend/hari atau 23244 smp/jam. Co sebelum = sebesar 837 smp/jam, Co Sesudah 1560 smp/jam. V/C Ratio sebelum = 12,3, V/C Ratio sesudah = 15. Fv sebelum = 52,53 km/jam dan Fv sesudah = 58,71 km/jam. Tidak adanya hambatan samping. Total LHR pada tahun 2016 = 36090 kend/2 hari, total LHR pada tahun 2019 = 48034 kend/ hari, LEP = 1.4, LEA = 18.85, LET = 10.125, LER = 10,125, ITP = 4,5.

Kata kunci : *Traffic Light*, Fase, Volume lalu-lintas, LHR, ITP.

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF PERFORMANCE OF AN INTERRUPTION OF ANNOUNCEMENTS IN DISTRIBUTION IN THE ROAD ABDUL HARIS NASUTION (Case study)**

Ary Handoko 1507210058  
Ir. Sri Asfiati, M.T.  
Citra Utami, S.T., M.T.

*This research is motivated by road conditions in the Abdul Haris Nasution Road area (true intersection) which previously had high traffic volumes resulting in congestion and irregularity. This is a fundamental reason for me to research and make the title of my Final Project entitled Evaluating the Performance of Intersections Adding Widening Intersections on a Section on Jalan Abdul Haris Nasution. The purpose of this study is to evaluate the performance of intersections and analyze alternative solutions to appropriate problems. Then an analysis of capacity and performance level was carried out using the 1997 Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) and calculating the traffic light plan using the Webster method. The survey was conducted for 7 full days starting at 07.00 WIB until afternoon at 18.00 WIB and obtained in the form of primary and secondary data. Based on traffic light planning the results obtained are actual Green Time (WHA1) phase 1 (north) = 19 seconds, WHA2 phase 2 (west) = 97 seconds, WHA3 phase 3 (east) = 103 seconds, and WHA4 phase 4 (south) = 19 Seconds, actual red time (WMA1) phase 1 (north) = 225 seconds, WMA2 phase 2 (west) = 147 seconds, WMA3 phase 3 (east) 141 seconds, WHA4 phase 4 (south) = 225 seconds Also based on evaluation results improved performance on Jalan Abdul Haris Nasution (true intersection), obtained traffic volume data from the Medan City Transportation Office in 2016 obtained a maximum average daily in July, 2016 that is 15178 vehicles / day or 10300 junior highs / day and after an increase that is 37498 vehicles / day or 23244 pcu / hour  $C_o$  before = equal to 837 pcu / hour,  $C_o$  After 1560 pcu / hour.  $V / C$  Ratio before = 12.3,  $V / C$  ratio after = 15.  $F_v$  before = 52 , 53 km / hour and  $F_v$  after = 58.71 km / hour There are no side obstacles. Total LHR in 2016 = 36090 vehicles / 2 days, total LHR in 2019 = 48034 kend / day, LEP = 1.4, LEA = 18.85, LET = 10.125, LER = 10.125, ITP = 4.5.*

*Keywords: Traffic Light, Phase, Traffic volume, LHR, ITP.*

## 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 Kinerja Persimpangan Penambahan Persimpangan Ruas Di Jalan Abdul Haris Nasution” 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 terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Sri Asfiati, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Citra Utami, S.T., M.T selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., MSc selaku Dosen Pembanding II dan Penguji sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Orang tua penulis: Ayahanda Heryanto, dan Ibunda Mulianalia, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Sahabat-sahabat penulis: Sujud Sangaji Dwi Saputro, Muhammad Fadlan Ridwan Matondang, Teuku Yuan Rasuna, Fadhillah Khairul Rizal, Muhammad Teguh Restu Adji, Yasir Umbran Purba, Ananda Yogi Prasetya, Tengku Reza Fahlevi, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, 25 September 2019

Ary Handoko



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	2
1.3. Ruang lingkup penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Persimpangan	5
2.2. Kondisi dan Karakteristik Lalu Lintas	7
2.3. Tujuan Pengaturan Simpang	9
2.4. Gerakan Lalu Lintas pada Persimpangan	10
2.5. Simpang Bersinyal	13
2.6. Pengaturan Lalu Lintas pada Persimpangan	14
2.6.1. Simpang Tanpa Prioritas ( <i>Non Priority Junction</i> )	15
2.6.2. Simpang dengan Prioritas ( <i>Priority Junction</i> )	16
2.6.3. Simpang dengan Lampu Lalu Lintas ( <i>Signalized Junction</i> )	17

2.6.4	Karakteristik <i>Traffic Light</i>	20
2.6.5	Pengaturan Fase	21
2.7.	Ruas Jalan dan Persimpangan	26
2.7.1.	Kapasitas Tingkat Pelayanan	26
2.7.2.	Persimpangan	29
2.8.	Metode Perhitungan Webster	31
2.8.1.	Arus Jenuh	31
2.8.2.	Arus Normal	31
2.8.3.	Waktu Hilang	32
2.8.4.	Rasio Arus Simpang	32
2.8.5.	Waktu Siklus	33
2.8.6.	Pengaturan Sinyal Lampu Hijau	33
2.8.7.	Lalu Lintas Rencana	34
2.8.7.1.	Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	34
2.8.7.2.	Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan	35
2.9.	Pengertian Kapasitas	36
2.9.1.	Kapasitas Dasar	37
2.9.1.	Kapasitas Mungkin	38
2.9.1.	Kapasitas Praktis	38
2.10.	Rasio volume Per Kapasitas	40
2.11.	Volume Lalu Lintas	41
2.12.	Karakteristik Volume Lalu Lintas	43
2.12.1.	Pertumbuhan Lalu Lintas	45
2.12.2.	Pertumbuhan Lalu Lintas Yang Dibangkitkan ( <i>Generated Traffic</i> )	45
2.12.3.	Pertumbuhan Lalu Lintas Tertarik ( <i>Development             Traffic</i> )	45
2.13.	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas Jalan	47
2.13.1.	Faktor Jalan	
2.13.1.1.	Lebar Bahu Atau Kebebasan Samping	47
2.13.1.2.	Lebar Jalan	47

2.13.1.3. Batas Jalan dan Lajur Tambahan	48
2.13.1.4. Keadaan Permukaan Jalan	48
2.13.2. Komposisi Lalu Lintas	48
2.14. Satuan Mobil Penumpang (SMP)	48
2.15. Teknik Perilaku Lintasan ( <i>Traffic Engineering</i> )	49
2.16. Jaringan Jalan	50
2.16.1. Jalan Bebas Hambatan ( <i>Express Way</i> )	50
2.16.2. Jalan Arteri	51
2.16.3. Jalan Kolektor	51
2.16.4. Jalan Lokal	51
2.16.5. Jalan lingkungan	51
2.17. Jalur dan Lajur Lalu Lintas	52
2.17.1. Bahu jalan	52
2.17.2. Trotoar dan Kerb	53
2.17.3. Median Jalan	53
2.18. Gelombang Kejut ( <i>Shockwave</i> )	54
2.19. Kecepatan	54
2.20. Kecepatan Arus Bebas	55
2.21. Tingkat Pelayanan ( <i>Level Of Service</i> )	58
2.22. Derajat Kejenuhan	59
2.23. Penyebab Kemacetan Lalu Lintas	60
2.24. Perhitungan Lalu Lintas	61
2.25. Perhitungan Daya Dukung Tanah Dasar	62
2.25.1. Faktor Regional	62
2.25.2. Indeks Permukaan	63
2.25.3. Koefisien Kekuatan Relatif	65
2.26. Indeks Tebal Perkerasan	67
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>71</b>
3.1. Bagan Alir Penelitian	71
3.2. Tahapan Persiapan	72
3.3. Tahapan Kerja Penelitian	72
3.4. Perancangan Survei Lalu Lintas	73

3.4.1. Waktu Pelaksanaan	73
3.4.2. Prosedur Pelaksanaan Perhitungan Arus Lalu Lintas Aktual	73
3.4.3. Keadaan Sinyal dan Geometrik Simpang	74
3.4.4. Tenaga dan Peralatan	74
3.4.5. Penempatan <i>Surveyor</i>	75
3.5. Metode Survei	76
3.5.1. Pengumpulan Data	76
3.5.1.1. Penentuan Lokasi	76
3.5.1.2. Periode Survei	77
3.5.1.3. Pengumpulan Data Volume Lalu Lintas	77
3.5.1.4. Pengambilan Data Geometrik	91
3.5.1.5. Pengambilan Data Tebal Perkerasan	92
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	94
4.1. Volume Lalu Lintas	94
4.2. Menghitung Perencanaan <i>Traffic Light</i>	94
4.2.1. Menghitung Arus jenuh ( $q$ )	94
4.2.2. Menghitung Arus Normal	95
4.2.3. Menghitung Rasio Arus Simpang ( $Y$ )	95
4.2.4. Menghitung Total Waktu Hilang ( $L$ )	96
4.2.5. Menghitung Waktu Siklus Optimum ( $C_0$ )	96
4.2.6. Menghitung Pengaturan Sinyal Lampu	96
4.3. Analisis Data Sebelum Peningkatan Jalan	98
4.3.1. Volume Lalu Lintas	98
4.3.2. Kapasitas Jalan	100
4.3.3. Tingkat Pelayanan	101
4.3.4. Kecepatan Arus Bebas	101
4.4. Analisis Data Setelah Peningkatan Jalan	102
4.4.1. Volume Lalu Lintas	102
4.4.2. Kapasitas Jalan	103
4.4.3. Tingkat Pelayanan	104
4.4.4. Kecepatan Arus Bebas	104

4.5. Hasil Perbandingan Analisis Data	105
4.5.1. Volume Lalu Lintas	105
4.5.2. Kapasitas Jalan	106
4.5.3. Tingkat Pelayanan	107
4.5.4. Kecepatan Arus Bebas	107
4.6. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)	108
4.4.3. Menghitung Jumlah Lintas Ekuivalen	109
4.4.4. Menghitung Indeks Tebal Perkerasan (ITP)	111
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	113
5.2. Saran	114
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai normal waktu antar hijau.	22
Tabel 2.2 Penentuan tipe pendekat.	23
Tabel 2.3 Kriteria tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal.	27
Tabel 2.4 Arus jenuh untuk lebar pendekat <5,5 m.	31
Tabel 2.5 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan.	34
Tabel 2.6 Tabel koefisien kendaraan (C).	35
Tabel 2.7 Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan.	35
Tabel 2.8 Kapasitas dasar (Co) untuk jalan perkotaan (MKJI, 1997).	40
Tabel 2.9 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas untuk jalan perkotaan (MKJI, 1997).	40
Tabel 2.10 Ekivalen mobil penumpang jalan perkotaan terbagi (MKJI, 1997).	44
Tabel 2.11 Ekivalen mobil penumpang jalan perkotaan tak terbagi (MKJI, 1997).	44
Tabel 2.12 Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas (MKJI, 1997).	45
Tabel 2.13 Faktor Penyesuaian FCcs Untuk Pengaruh Ukuran Kota Pada Kapasitas Jalan Perkotaan (MKJI, 1997).	46
Tabel 2.14 Kecepatan arus bebas dasar FVo untuk jalan perkotaan (MKJI, 1997).	55
Tabel 2.15 Penyesuaian FVw untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan (MKJI, 1997).	56
Tabel 2.16 Faktor Penyesuaian FFVcs Untuk Pengaruh Ukuran Kota Pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (MKJI,1997).	57
Tabel 2.17 Karakteristik tingkat pelayanan (MKJI, 1997).	58
Tabel 2.18 Faktor regional (FR).	63
Tabel 2.19 Indeks pada akhir umur rencana (IPo).	64
Tabel 2.20 Indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP <sub>0</sub> ).	64

Tabel 2.21 Indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo).	65
Tabel 2.22 Koefisien relatif (a).	66
Tabel 2.23 Batas minimum tebal lapisan perkerasan.	68
Tabel 2.24 Batas minimum tebal lapis pondasi.	69
Tabel 2.25 Batas minimum tebal lapisan pondasi bawah.	69
Tabel 3.1 Data volume lalu lintas tahun 2016 sebelum peningkatan.	78
Tabel 3.2 Data volume lalu lintas tahun 2019 setelah peningkatan.	79
Tabel 3.3 Data volume lalu lintas perjam tahun 2019 sesudah peningkatan.	90
Tabel 3.4 Data geometrik sebelum peningkatan ruas dan simpang.	91
Table 3.5 Data geometrik sesudah peningkatan ruas dan simpang.	92
Tabel 3.6 Data tebal perkerasan jalan Abdul Haris Nasution.	92
Tabel 4.1 Data arus lalu lintas pada persimpangan Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) untuk 4 fase pada jam sibuk di jam 17.00-18.00.	94
Tabel 4.2 Data volume lalu lintas harian rata-rata maksimum Juli 2016.	99
Tabel 4.3 Data volume lalu lintas harian rata-rata maksimum 13 Juli 2019.	102
Tabel 4.4 Data volume lalu lintas harian rata-rata tahun 2016.	105
Tabel 4.5 Data volume lalu lintas harian rata-rata maksimum tahun 2019.	105
Tabel 4.6 Data jenis kendaraan dan berat kendaraan.	108
Tabel 4.7 Data jenis Kendaraan, berat kendaraan dan LHR 2016.	108
Tabel 4.8 Data jenis kendaraan, berat kendaraan dan LHR 2019.	109

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe dasar gerakan <i>diverging</i> .	10
Gambar 2.2 Tipe dasar gerakan <i>merging</i> .	10
Gambar 2.3 Tipe dasar gerakan <i>weaving</i> .	11
Gambar 2.4 Tipe dasar gerakan <i>crossing</i> .	11
Gambar 2.5 Konflik lalu lintas pada persimpangan sebidang tak bersinyal.	12
Gambar 2.6 Konflik lalu lintas pada persimpangan sebidang bersinyal.	14
Gambar 2.7 Persimpangan tanpa prioritas.	15
Gambar 2.8 Persimpangan dengan prioritas.	16
Gambar 2.9 Rambu lalu lintas untuk simpang dengan prioritas.	17
Gambar 2.10 Persimpangan dengan <i>traffic light</i> .	18
Gambar 2.11 Pengaturan simpang dengan dua fase.	24
Gambar 2.12 Pengaturan simpang tiga fase dengan <i>late cut-off</i> .	24
Gambar 2.13 Pengaturan simpang tiga fase dengan <i>early-start</i> .	25
Gambar 2.14 Pengaturan simpang tiga fase dengan pemisahan belok kanan.	25
Gambar 2.15 Pengaturan simpang empat fase dengan pemisahan belok kanan.	25
Gambar 2.16 Pengaturan simpang empat fase dengan arus berangkat dari satu per satu pendekat pada saatnya masing-masing.	26
Gambar 2.17 Kelompok umum simpang susun jalan bebas hambatan.	30
Gambar 2.18 Nomogram Korelasi DDT dan CBR.	62
Gambar 2.19 Susunan Lapis Perkerasan Jalan.	68
Gambar 2.20 Nomogram 1 untuk $IPt = 2,5$ dan $IPo \geq$ .	70
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.	71
Gambar 3.2 Peta lokasi survei Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati).	77



## DAFTAR NOTASI

S	= Arus Jenus
emp	= Ekvivalen mobil penumpang
q	= Arus Normal
LV	= Kendaraan ringan
HV	= Kendaran berat
MC	= Sepeda motor
L	= Waktu hilang
N	= Jumlah fase
LT	= Waktu hilang per fase (detik)
Y	= Rasio Arus Sim pang
q	= Arus normal (smp/jam)
s	= Arus jenuh (smp/jam)
Co	= Waktu siklus optimum (detik)
$\Sigma Y$	= Total rasio arus simpang
E	= Angka ekivalen
i	= Pertumbuhan lalu-lintas
n	= Umur rencana
C	= Koefisien distribusi arah / Kapasitas (smp/jam)
UR	= Umur rencana
FR	= Faktor regional
a	= Koefisien lapisan
D	= Tebal lapisan
Co	= Kapasitas Dasar
F	= Faktor Penyesuaian
Ww	= Lebar jalinan
WF/ Ww	= Rasio rata-rata/lebar jalinan
Pw	= Rasio menjalin
Ww / Lw	= Rasio lebar atau panjang jalinan
FCw	= Faktor penyesuaian lebar jalan
FCsp	= Faktor pemyesuaian pemisahan arah

FCsf	= Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan
FCcs	= Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota.
VCR	= Rasio volume per kapasitas
V	= Volume lalu lintas (smp/jam)
Qx	= Volume lalu lintas yang diamati selama 1 hari dan kurang dari 365 hari
X	= Jumlah hari pengamatan.
Ds	= Derajat kejenuhan (smp/jam)
Q	= Arus lalu lintas
C	= Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)
Q.smp	= Arus total yang sesungguhnya (smp/jam)

## DAFTAR SINGKATAN

MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
WMS	= Waktu Merah Semua (detik)
WHE	= Waktu hijau efektif (detik)
$\tau$ (%)	= Waktu hijau efektif setiap fase
WKi	= Waktu kuning setiap fase
LHR	= Lintas harian rata-rata
LV	= <i>Light Vechile</i>
HV	= <i>Hight Vechile</i>
MC	= <i>Motor Cycle</i>
ADT	= <i>Average Dily Traffic</i>
AADT	= <i>Annual Average Daily Traffic</i>
AAWT	= <i>Annual Average Weekly Traffic</i>
DHV	= <i>Design hourly Volume</i>
PHF	= <i>Peak Hour Factor</i>
LEP	= Lintas ekivalen permulaan
LEA	= Lintas ekivalen akhir
LER	= Lintas ekivalen rata-rata
LET	= Lintas ekivalen tengah
DDT	= Daya dukung tanah
CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
ITP	= Indeks Tebal Perkerasan

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Permasalahan transportasi merupakan masalah yang selalu dihadapi oleh negara-negara yang telah maju dan juga oleh negara yang sedang berkembang seperti Indonesia, baik dibidang transportasi perkotaan (*Urban Transportation*) maupun transportasi antar kota (*Rural Transportation*). Terciptanya suatu sistem transportasi yang menjamin pergerakan manusia, kendaraan dan atau barang secara lancar, aman, cepat, murah, nyaman dan sesuai dengan lingkungan sudah merupakan tujuan pembangunan dalam sektor transportasi.

Setiap tahun pemerintah mengeluarkan anggaran yang besar untuk pengembangan sarana dan prasarana transportasi, terutama dalam pengembangan transportasi darat dengan melakukan penambahan kapasitas jalan raya. Penambahan kapasitas ini dilakukan dengan melakukan pelebaran jalan terutama pada jalan-jalan yang tidak dapat lagi menampung volume kendaraan ataupun jalan-jalan yang diprediksi akan dilalui oleh volume kendaraan yang tinggi.

Salah satu pembahasan yang akan dijadikan bahan penelitian disini adalah pelebaran persimpangan pada ruas jalan arteri yang padat arus lalu lintasnya. Pelebaran persimpangan adalah suatu bagian persimpangan jalan dengan kondisi kapasitas lalu lintas sebelumnya (*down stream*) lebih kecil menjadi lebih besar (*up stream*). Kondisi persimpangan jalan seperti ini dapat terjadi misalnya pada saat memasuki persimpangan dua ataupun empat, terjadinya suatu pelebaran yang menyebabkan terjadinya perubahan positif yang sangat baik dan semakin lancarnya arus lalu lintas. Kondisi jalan yang lancar merupakan ukuran kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas dan persepsi pengguna jalan terhadap kecepatan, waktu tempuh, kebebasan bermanuver, kenyamanan, gangguan lalu lintas dan jalan, selanjutnya pada penelitian ini disebut sebagai tingkat kelancaran jalan.

Dengan asumsi latar belakang di atas maka saya mengambil judul penulisan skripsi ini yaitu “Evaluasi Kinerja Persimpangan Penambahan Pelebaran Persimpangan Pada Ruas Di Jalan Abdul Haris Nasution”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merencanakan *traffic light* di setiap persimpangan pada ruas di Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Sejati).
2. Bagaimana peningkatan kinerja terhadap jalan Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Sejati).
3. Bagaimana pengaruh perubahan arus lalu lintas pada Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Sejati).
4. Mengetahui indeks tebal perkerasan pada persimpangan pada ruas di Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Sejati).

## **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Untuk menghindari pembahasan yang cukup luas, maka dapat disimpulkan beberapa permasalahan yang dihadapi di lapangan antara lain:

1. Lokasi penelitian, yaitu di persimpangan empat pada ruas Jalan Abdul Haris Nasution (pertemuan Jl. Abdul Haris Nasution, dengan Jl. Karya Jaya) Medan Johor, Kota Medan.
2. Tidak menghitung perencanaan drainase untuk perkerasannya.
3. Tidak menghitung biaya.
4. Data perencanaan berdasarkan data sekunder dari instansi terkait meliputi data pertumbuhan lalu lintas.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk merencanakan *traffic light* disetiap persimpangan pada ruas di Jalan Abdul Haris Nasution.

2. Untuk mengevaluasi peningkatan kinerja jalan pada ruas Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Sejati).
3. Untuk mengetahui pengaruh arus lalu lintas pada Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Sejati).
4. Mengetahui indeks tebal perkerasan pada persimpangan pada ruas di Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Sejati).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pertimbangan tentang evaluasi kinerja persimpangan penambahan pelebaran persimpangan pada ruas di Jalan Abdul Haris Nasution.

### **1.6 Sistematika Pembahasan**

Untuk merangkum seluruh hasil penelitian ini, maka dalam hal yang menunjukkan sistematika pembahasan yang diperlukan agar memahami keseluruhan penelitian ini. Sistematika yang terdiri dari 5 bab, yakni sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Merupakan pendahuluan pembahasan dalam penelitian ini. Pada bab ini menunjukkan pembahasan tentang latar belakang masalah sehingga dilakukan penelitian ini, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta dikemukakan tentang sistematika pembahasan.

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

Bab ini menguraikan tentang teori yang berhubungan tentang penelitian agar dapat memberikan gambar model dan metode analisis yang akan digunakan dengan menganalisa masalah.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Terdiri dari kriteria pemilihan lokasi, pengumpulan data, peralatan yang digunakan, teknik pengumpulan data, dan Evaluasi Kinerja Persimpangan Penambahan Pelebaran Persimpangan Pada Ruas di Jalan Abdul Haris Nasution.

#### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang penyajian data dan proses perhitungan kinerja ruas Persimpangan Penambahan Pelebaran Persimpangan Pada Ruas di Jalan Abdul Haris Nasution.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan kumpulan dari hasil evaluasi dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan juga disertai dengan rekomendasi yang ditunjukkan untuk penelitian selanjutnya atau penerapan hasil penelitian dilapangan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Persimpangan**

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan yang merupakan pertemuan antar jalan dan perpotongan lintasan kendaraan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan-persimpangan merupakan faktor-faktor yang penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan (Departemen Perhubungan Jenderal Perhubungan Darat, 1995). Jaringan lalu lintas dan angkutan jalan adalah serangkaian simpul dan/atau ruang kegiatan yang saling terhubung untuk penyelenggaraan lalu lintas dan angkutan jalan (PP No 79, 2013). Artinya, lalu lintas dan angkutan jalan mempunyai peran strategis dalam mendukung pembangunan dan integrasi nasional sebagai bagian dari upaya memajukan kesejahteraan umum sebagaimana diamanatkan oleh Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Sebagai bagian dari sistem transportasi nasional, lalu lintas dan angkutan jalan harus dikembangkan potensi dan perannya untuk mewujudkan keamanan, kesejahteraan, ketertiban berlalu lintas dan angkutan jalan dalam rangka mendukung pembangunan ekonomi dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, otonomi daerah, serta akuntabilitas penyelenggaraan negara.

Kondisi jalan yang lancar merupakan ukuran kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas dan persepsi pengguna jalan terhadap kecepatan, waktu tempuh, kebebasan bermanuver, kenyamanan, gangguan lalu lintas dan jalan, selanjutnya pada penelitian ini disebut sebagai tingkat kelancaran jalan.

Tingkat kelancaran lalu lintas tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Kondisi kegiatan penduduk dan pola penggunaan lahan sekitar ruas jalan.
2. Kondisi persimpangan sepanjang jalan.
3. Kondisi trase jalan.



4. Kondisi volume lalu lintas.
5. Kondisi kecepatan kendaraan.

Segmen jalan perkotaan/semi perkotaan adalah suatu segmen jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan atau bukan. Jalan di atau dekat pusat perkotaan dengan lebih dari 100,000 selalu digolongkan dalam kelompok ini. Jalan di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100,000 juga digolongkan dalam kelompok ini jika mempunyai perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

Indikasi lebih lanjut tentang daerah perkotaan atau semi perkotaan adalah karakteristik arus Lalu lintas puncak pada pagi hari dan sore hari, secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan komposisi lalu lintas (dengan persentase kendaraan pribadi dan sepeda motor yang lebih tinggi dan persentase truk berat yang lebih rendah dalam arus lalu lintas). Peningkatan arus yang berarti pada jam puncak biasanya menunjukkan perubahan distribusi arah lalu lintas (tidak seimbang), dan arena itu batas segmen jalan harus dibuat antara segmen jalan luar kota dan jalan semi perkotaan. Dengan cara yang sama, perubahan arus yang berarti biasanya juga menunjukkan batas segmen. Indikasi lain yang membantu (walaupun tidak pasti) yaitu keberadaan kereb; jalan luar kota jarang dilengkapi kereb.

Karakteristik jalan pada jalan perkotaan adalah:

1. Tipe jalan: berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu. Berbagai tipe jalan seperti disebutkan di atas.
2. Lebar jalur lalu lintas: kecepatan arus bebas dan kapasitas meningkat dengan penambahan lebar jalur Lalu lintas.
3. Kereb: kereb sebagai batas antara Lalu lintas dan trotoar berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan. Kapasitas jalan dengan kereb lebih kecil dari jalan dengan bahu. Selanjutnya kapasitas berkurang jika terdapat penghalang tetap dekat tepi jalur Lalu lintas, tergantung apakah jalan mempunyai kereb atau bahu jalan.
4. Bahu: jalan perkotaan tanpa kereb pada umumnya mempunyai bahu pada kedua sisi jalur lalu lintasnya. Lebar dan kondisi permukaannya

mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan kapasitas, dan kecepatan pada arus tertentu, akibat pertambahan lebar bahu, terutama karena pengurangan hambatan samping yang disebabkan kejadian di sisi jalan seperti kendaraan angkutan umum berhenti, pejalan kaki dan sebagainya.

5. Median: median yang direncanakan dengan baik bias mengoptimalkan kapasitas.
6. Alinyemen jalan: lengkung horizontal dengan jari-jari kecil mengurangi kecepatan arus bebas. Tanjakan yang curam juga mengurangi kecepatan arus bebas. Dikarenakan secara umum kecepatan arus bebas di daerah perkotaan adalah rendah maka pengaruh ini diabaikan.

Untuk masing-masing tipe jalan tersebut, prosedur perhitungan dapat digunakan untuk analisa operasional, perencanaan dan perancangan jalan perkotaan (sering disebut jalan kota) Beberapa hasil studi dan identifikasi menunjukkan bahwa lokasi kemacetan secara umum terjadi pada persimpangan atau titik-titik tertentu yang terletak di sepanjang ruas jalan. Sebab-sebab terjadinya kemacetan di persimpangan antara lain adanya permasalahan dari konflik akibat pergerakan-pergerakan kendaraan yang membelok dan adanya masalah pada pengendaliannya. Sedangkan permasalahan yang timbul pada ruas jalan karena adanya gangguan terhadap kelancaran arus lalu lintas yang ditimbulkan dari berbagai akses jalan yang berkumpul pada suatu ruas jalan, bercampurnya segala jenis kendaraan atau dari tingkah laku para pengemudi kendaraan itu sendiri. Karena ruas jalan pada suatu persimpangan digunakan secara bersama-sama maka kondisi suatu persimpangan harus dapat direncanakan sebaik mungkin.

## **2.2. Kondisi dan Karakteristik Lalu Lintas**

1. Ekuivalen mobil penumpang adalah variabel berbagai tipe kendaraan sehubungan dengan keperluan waktu hijau untuk keluar masuk antrian apabila dibandingkan dengan sebuah kendaraan ringan (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan yang sasisnya sama,  $emp = 1,0$ ).

2. Satuan mobil penumpang adalah satuan arus lalu lintas dari berbagai tipe kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan variabel emp.
3. Arus berangkat terlawan adalah keberangkatan dengan konflik antara gerak belok kanan dengan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama.
4. Arus berangkat terlindung adalah keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus.
5. Belok kiri adalah indeks untuk lalu lintas belok kiri.
6. Belok kiri langsung adalah indeks untuk lalu lintas belok kiri yang diijinkan lewat pada saat sinyal merah.
7. Lurus adalah indeks untuk lalu lintas lurus.
8. Belok kanan adalah indeks untuk lalu lintas yang belok ke kanan.
9. Rasio belok kanan adalah rasio untuk lalu lintas yang belok kanan dengan keseluruhan total.
10. Arus lalu lintas adalah jumlah harian lalu lintas yang melalui titik yang tak terganggu di hulu.
11. Arus melawan adalah arus lalu lintas dalam pendekat yang berlawanan, yang berangkat dari fase hijau yang sama.
12. Arus belok kanan yang terlawan adalah arus lalu lintas belok kanan dari pendekat yang berlawanan.
13. Arus jenuh adalah besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan.
14. Arus jenuh dasar besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi yang ideal.
15. Derajat kejenuhan adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
16. Rasio arus adalah rasio arus terhadap arus jenuh ( $Q/S$ ) dari suatu pendekat.
17. Rasio arus simpang adalah jumlah dari rasio arus kritis (tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus.
18. Rasio fase adalah rasio arus kritis dibagi dengan rasio arus simpang.
19. Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan.

20. Faktor penyesuaian adalah variabel koreksi untuk penyesuaian dari nilai ideal ke nilai sebenarnya dari suatu variabel.
21. Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang.
22. Tundaan lalu lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.
23. Tundaan geometri adalah disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di simpangan atau yang terhenti oleh lampu merah.
24. Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat.
25. Antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat.
26. Angka henti adalah jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang-ulang dalam antrian).
27. Rasio kendaraan terhenti adalah rasio dari arus lalu lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal.

### **2.3. Tujuan Pengaturan Simpang**

Tujuan utama dari pengaturan lalu lintas umumnya adalah untuk menjaga Keselamatan arus lalu lintas dengan memberikan petunjuk-petunjuk yang jelas dan terarah, tidak menimbulkan keraguan. Pengaturan lalu lintas di simpang dapat dicapai dengan menggunakan lampu lalu lintas, marka dan rambu-rambu yang mengatur, mengarahkan, dan memperingati serta pulau-pulau lalu lintas.

Selanjutnya dari pemilihan pengaturan Simpang dapat ditentukan tujuan yang ingin dicapai seperti:

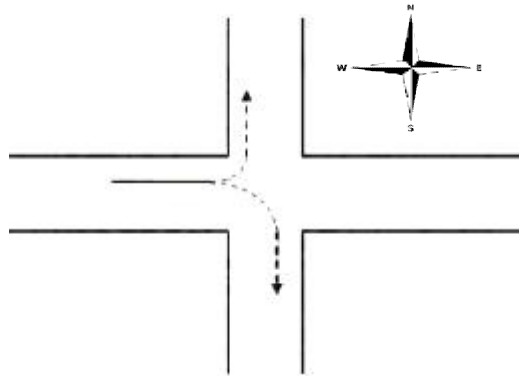
1. Mengurangi maupun menghindarkan kemungkinan terjadinya kecelakaan yang berasal dari berbagai kondisi titik konflik.
2. Menjaga kapasitas dari Simpang agar dalam operasinya dapat dicapai pemanfaatan Simpang yang sesuai dengan rencana.
3. Dalam operasinya dari pengaturan simpang harus memberikan petunjuk yang jelas dan pasti serta sederhana, mengarahkan arus lalu lintas pada tempatnya yang sesuai.

## 2.4. Gerakan Lalu Lintas pada Persimpangan

Terdapat empat bentuk tipe dasar pergerakan lalu lintas pada persimpangan yang dilihat dari sifat dan tujuan gerakan, yaitu:

a. Gerakan Memisah (*Diverging*)

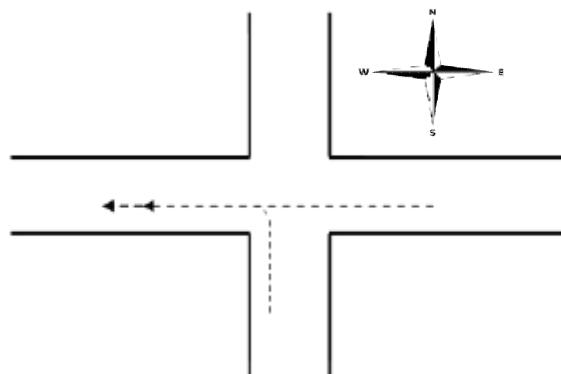
Peristiwa berpisah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan ketika kendaraan tersebut sampai pada titik persimpangan. Konflik ini dapat terjadi pada saat kendaraan melakukan gerakan membelok atau berganti jalur.



Gambar 2.1: Tipe dasar gerakan *diverging*.  
(Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1999)

b. Gerakan Bergabung (*Merging*)

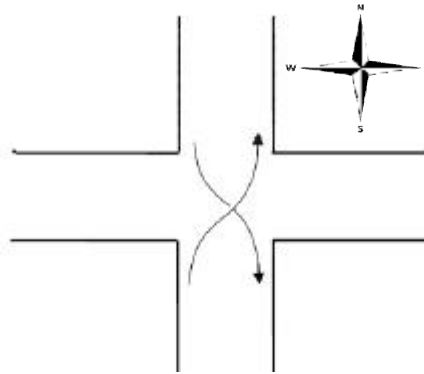
Peristiwa bergabungnya kendaraan yang bergerak dari beberapa ruas jalan ketika bergabung pada suatu titik persimpangan, dan juga pada saat kendaraan melakukan pergerakan membelok dan bergabung.



Gambar 2.2: Tipe dasar gerakan *merging*.  
(Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1999)

c. Bersilangan (*Weaving*)

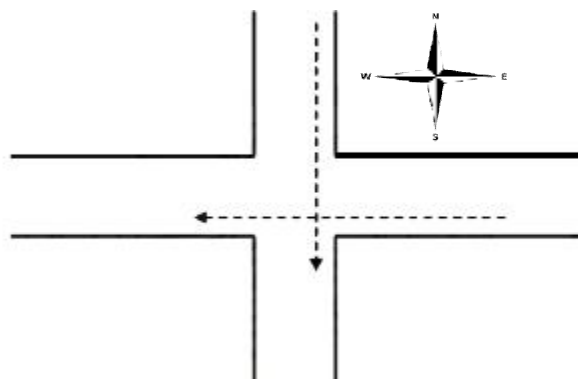
Peristiwa terjadinya perpindahan jalur atau jalinan arus kendaraan menuju pendekat lain. Gerakan ini merupakan perpaduan dari gerakan *diverging* dan *merging* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Tipe dasar gerakan *weaving*.  
(Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1999)

d. Berpotongan (*Crossing*)

Peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur lain pada persimpangan, biasanya keadaan demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan. Tipe dasar gerakan *crossing* dapat dilihat pada Gambar 2.4.

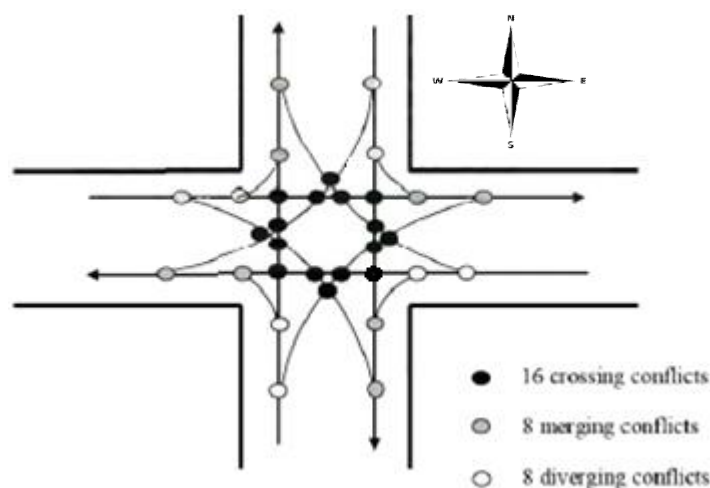


Gambar 2.4: Tipe dasar gerakan *crossing*.  
(Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1999)

Keberadaan persimpangan pada suatu jaringan jalan ditujukan agar kendaraan bermotor, para pejalan kaki, dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak dalam arah yang berbeda pada waktu yang bersamaan. Dengan demikian pada persimpangan akan terjadi suatu keadaan yang menjadi karakteristik yang unik dari persimpangan yaitu munculnya konflik yang berulang sebagai akibat dari dasar pergerakan tersebut. Berdasarkan sifatnya konflik terbagi dua, yaitu:

1. Konflik primer (*primary conflict*) adalah konflik antara arus lalu lintas yang bergerak lurus dari ruas jalan yang saling berpotongan dan termasuk konflik dengan pejalan kaki, sedangkan;
2. Konflik sekunder (*secondary conflict*) adalah konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanan dengan arus lalu lintas arah lainnya (*opposing straight-through traffic*) dan atau lalu lintas belok kiridengan para pejalan kaki (*crossing pedestrians*).

Konflik dapat dibedakan atas dua jenis berdasarkan ada tidaknya alat pengatur simpang yaitu konflik yang terjadi pada persimpangan sebidang tidak bersinyal dan konflik yang terjadi pada simpang sebidang bersinyal. Pada persimpangan sebidang tidak bersinyal terdapat lebih banyak konflik dibandingkan pada persimpangan bersinyal. Konflik lalu lintas pada persimpangan sebidang empat lengan tidak bersinyal memiliki 16 titik *crossing conflicts*, 8 *diverging conflicts*, dan 8 *merging conflicts* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5: Konflik lalu lintas pada persimpangan sebidang tak bersinyal. (Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997).

## 2.5. Simpang Bersinyal

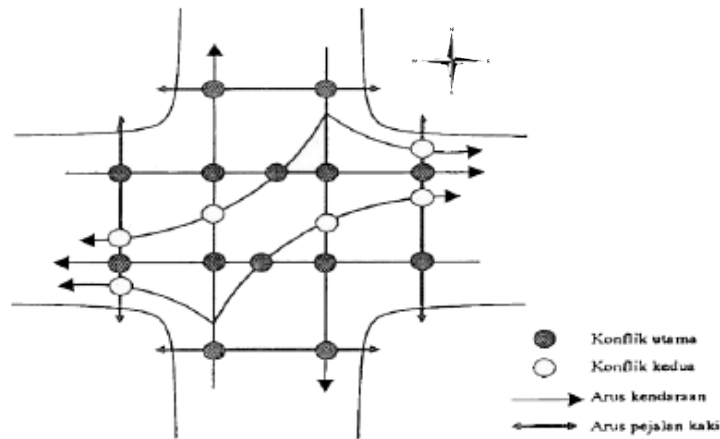
Simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*). Berdasarkan MKJI 1997, adapun tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan antara lain:

1. Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas kendaraan dari masing-masing lengan.
2. Memberi kesempatan kepada kendaraan/dan pejalan kaki yang berasal dari jalan kecil untuk memotong ke jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

Kinerja suatu persimpangan dapat dilihat dari beberapa parameter pada persimpangan. Salah satu parameter ini adalah waktu tundaan per mobil yang dialami oleh arus yang melalui simpang. Tundaan terdiri atas tundaan geometri (*geometric delay*) dan tundaan lalu lintas (*traffic delay*). Parameter persimpangan yang lain adalah angka henti dan rasio kendaraan terhenti pada suatu sinyal. Nilai angka henti merupakan jumlah berhenti kendaraan rata-rata akibat adanya hambatan simpang, juga termasuk kendaraan berhenti berulang-ulang dalam suatu antrian. Sedangkan rasio kendaraan yang terhenti menggambarkan rasio dari arus lalu lintas yang terpaksa terhenti sebelum mencapai garis henti. Kendaraan yang berhenti ini akibat adanya pengendalian sinyal. Hal lain yang perlu juga mendapat perhatian adalah besarnya panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekatan. Parameter-parameter ini yang mampu menggambarkan hambatan-hambatan yang terjadi pada suatu persimpangan.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna pada *traffic light* (merah, kuning, hijau) dilakukan untuk dapat memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu yang terjadi bersamaan. Konflik-konflik gerakan lalu lintas di persimpangan bersinyal dapat dibagi menjadi dua, yaitu konflik-konflik utama dan konflik-konflik kedua, yang dapat dilihat pada Gambar 2.6.





Gambar 2.6: Konflik lalu lintas pada persimpangan sebidang bersinyal.  
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997).

Pada dasarnya jumlah potensial terjadinya titik-titik konflik di persimpangan tergantung pada beberapa faktor, seperti jumlah kaki persimpangan yang ada, jumlah lajur pada setiap kaki persimpangan, jumlah pergerakan yang ada dan sistem pengaturan yang ada.

## 2.6. Pengaturan Lalu Lintas pada Persimpangan

Masalah-masalah yang ada di persimpangan dapat diatasi dengan cara meningkatkan kapasitas simpang dan mengurangi volume lalu lintas. Untuk meningkatkan kapasitas dapat dilakukan dengan cara melakukan perubahan rancang simpang, serta pelebaran cabang simpang, pengalihan arus lalu lintas kerute-rute lain. Akan tetapi kedua cara tersebut kurang efektif, karena akan mengarah pada peningkatan jarak tempuh suatu perjalanan.

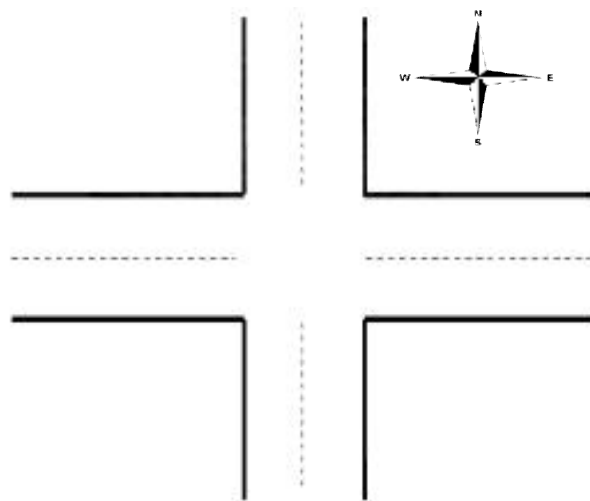
Pemecahan masalah terbatasnya kapasitas simpang maupun masalah ruas jalan dapat diantisipasi dengan cara dilakukan pelebaran jalan akan tetapi hal tersebut memerlukan biaya yang tidak sedikit serta tidak selamanya mampu memecahkan permasalahan yang terjadi. Pemecahan manajemen lalu lintas semacam itu sering kali menyebabkan permasalahan lalu lintas semakin buruk.

Alternatif pemecahan lain adalah dengan metode sistem pengendalian simpang yang bergantung kepada besarnya volume lalu lintas. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih suatu sistem pengendalian simpang yang akan digunakan yaitu volume lalu lintas dan jumlah kendaraan yang belok, tipe

kendaraan yang tersedia, kecepatan kendaraan, akses kendaraan pada ruas jalan, pertumbuhan lalu lintas dan distribusinya, strategi manajemen lalu lintas, biaya pemasangan dan pemeliharaan. Dari kriteria di atas dapat ditentukan jenis-jenis sistem pengendalian simpang yang digunakan antara lain:

### 2.6.1. Simpang Tanpa Prioritas (*Non Priority Junction*)

Simpang tanpa prioritas ini umumnya digunakan pada daerah volume lalu lintas yang kecil pada masing-masing cabang simpang. Apabila pada simpang itu terjadi konflik lalu lintas maka salah satu pihak memperoleh hak utama untuk berjalan berdasarkan pada kebiasaan (peraturan pemerintah yang berlaku) sementara pihak lain akan memperlambat gerakannya atau berhenti. Meningkatnya volume lalu lintas pada salah satu cabang simpang mempertinggi tingkat konflik antara cabang simpang dengan arus yang rendah dengan arus yang tinggi pada simpang tersebut. Untuk mengatasi konflik lalu lintas ini maka diberikan hak utama tertentu pada suatu simpang yang biasa dengan prioritas. Contoh simpang tanpa prioritas dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7: Persimpangan tanpa prioritas.  
(Sumber: *Highway Traffic Analysis and Design*, R.J Salter)

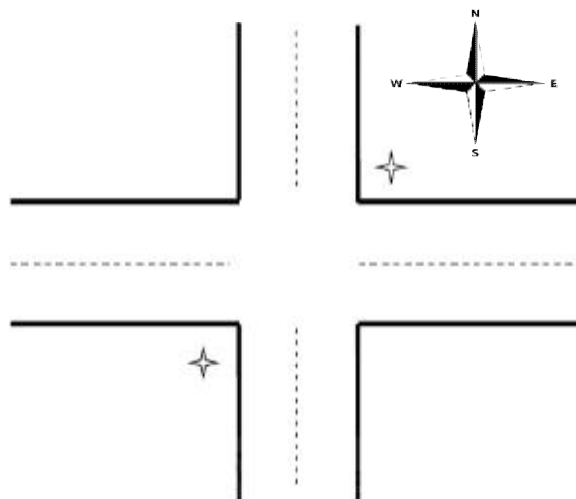
### 2.6.2. Simpang dengan Prioritas (*Priority Junction*)

Simpang pengendalian semacam ini cocok untuk simpang dimana lalu lintas pada jalan yang lebih kecil (*minor road*) tidak terlalu besar. Dengan

meningkatnya arus pada jalan yang lebih kecil maka semakin banyak kendaraan yang memotong arus jalan yang lebih besar (*major road*). Arus kendaraan di jalan yang lebih kecil dikendalikan oleh rambu lalu lintas, misalnya tanda stop atau tanda untuk mengalah (*giveaway sign*). Fungsi rambu atau marka ini adalah untuk memberikan hak utama untuk bergerak pada jalan yang fungsinya lebih tinggi.

Pada simpang dengan prioritas, diasumsikan tidak ada tundaan yang terjadi pada arus lalu lintas utama. Aspek yang paling penting adalah tingkat pengaruh dari arus lalu lintas pada jalan yang lebih kecil. Kendaraan dari jalan yang lebih kecil akan datang menuju rambu sebelum memasuki simpang dengan prioritas, kemudian menunggu suatu jarak kendaraan yang memberi waktu aman pada ruas jalan yang lebih besar.

Tundaan kendaraan pada jalan yang lebih kecil tergantung dari ukuran waktu antara kendaraan pada jalan yang lebih besar. Ukuran waktu antarakendaraan yang terjadi tergantung pada volume lalu lintas pada jalan utama. Jika volume lalu lintas pada jalan utama bertambah maka lama tundaan kendaraan pada jalan yang lebih kecil akan semakin besar. Dengan terus meningkatnya arus lalu lintas maka simpang prioritas akan mengalami banyak kesulitan.



Gambar 2.8: Persimpangan dengan prioritas.  
(Sumber: *Highway Traffic Analysis and Design*, R.J Salter)

Rambu lalu-lintas



Prioritas bagi Lalu Lintas dari muka



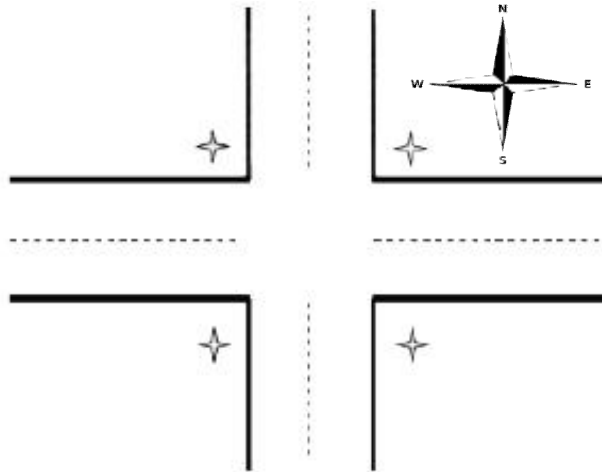
Rambu Berhenti

Gambar 2.9: Rambu lalu lintas untuk simpang dengan prioritas.  
(Sumber: PP. No. 43 tahun 1993 tentang rambu lalu lintas).

### 2.6.3. Simpang dengan Lampu Lalu Lintas (*Signalized Junction*)

Sistem pengendalian simpang yang berikutnya adalah dengan pemasangan lampu lalu lintas (*traffic light*). Pengendalian persimpangan seperti ini memberikan hak berjalan pertama kepada fase tertentu kemudian rambu lalu lintas berupa kepada fase lainnya. Masing-masing pergerakan mendapatkan kesempatan melintasi persimpangan dalam suatu jangka waktu tertentu dan pada saat yang berbeda-beda, serta dipengaruhi oleh susunan fisik persimpangan, jenis pengontrolan, volume lalu lintas, pola dan arah lalu lintas.

Lampu lalu lintas (*traffic light*) adalah suatu alat kendali dengan menggunakan lampu yang terpasang pada persimpangan dengan tujuan untuk mengatur arus lalu lintas. Pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan pada dasarnya dimaksudkan untuk bagaimana pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan (*vehicle group movements*) dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar arus yang ada. Ada berbagai jenis kendali dengan menggunakan lampu lalu lintas dimana pertimbangan ini sangat tergantung pada situasi dan kondisi persimpangan yang ada seperti volume, geometrik simpang dan sebagainya. Sketsa persimpangan ini dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10: Persimpangan dengan *traffic light*.  
(Sumber: *Highway Traffic Analysis and Design*, R.J Salter)

Berdasarkan cakupannya, jenis kendali dengan lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan dibedakan antara lain:

- a. Lampu lalu lintas terpisah (*isolated traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana dalam perancangannya hanya didasarkan pertimbangan pada satu tempat persimpangan saja tanpa mempertimbangkan simpang lain yang terdekat.
- b. Lampu lalu lintas terkoordinasi (*coordinated traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana perancangannya mempertimbangkan, mencakup beberapa simpang yang terdapat pada suatu jalur/ arah tertentu.
- c. Lampu lalu lintas jaringan (*networking traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana dalam perancangannya mempertimbangkan mencakup beberapa simpang yang terdapat dalam suatu jaringan jalan dalam suatu kawasan.

Berdasarkan pengoperasiannya, jenis kendali *traffic light* pada persimpangan dibagi atas tiga bagian, yaitu:

- a. *Fixed time traffic signals*: yaitu pengoperasian *traffic light* di mana pengaturan waktunya (*setting time*) tidak mengalami perubahan (tetap). Pada tipe ini panjang siklus fase, waktu hijau, waktu kuning, waktu merah dan perubahan interval telah diatur menurut selang waktu tertentu. Tipe ini merupakan bentuk pengendalian *traffic light* yang paling umum digunakan di Indonesia. Dalam situasi-situasi tertentu tipe ini memiliki efisiensi yang lebih

kecil daripada sistem lainnya karena tidak memiliki respon terhadap perubahan arus kendaraan yang terjadi. Beberapa keuntungan *traffic light* dengan bentuk waktu sinyal tetap ini antara lain: waktu start dan lama interval tetap sehingga memudahkan koordinasi dengan *traffic light* yang berdekatan, tidak dipengaruhi oleh kondisi pergerakan pada suatu waktu tertentu misalnya ada kendaraan yang berhenti, adanya pembangunan disekitar ruas jalan dan sebagainya, dengan sistem ini lebih sesuai bagi daerah yang volume pejalan kaki tetap dan besar, pengemudi dapat memperkirakan lamanya fase.

- b. *Semi actuated traffic signals*: pada tipe ini digunakan peralatan deteksi yang diletakkan hanya pada jalan minor. *Traffic light* telah diatur sedemikian rupa, sehingga jalan mayor selalu mendapat indikasi warna hijau selama tidak diterima isyarat dari jalan minor. Apabila diterima adanya suatu isyarat dari jalan minor maka waktu hijau diterima untuk jalan minor adalah waktu yang paling lama sebesar waktu maksimum yang telah ditentukan. Ketika nyala indikasi warna hijau diterima kembali dan jalan minor oleh jalan mayor maka nyala hijau akan tetap pada jalan mayor sampai diterima kembali isyarat hijau dari jalan minor. Pada umumnya tipe *traffic light* ini dipakai pada persimpangan-persimpangan dimana jalan minor memiliki arus yang kecil.
- c. *Fully Actuated traffic signals*: yaitu pengoperasian *traffic light* di mana pengaturan waktunya (*setting time*) mengalami perubahan dari waktu ke waktu sesuai dengan kedatangan kendaraan (*demand*) dari berbagai pendekat/kaki simpang (*approaches*).

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, penggunaan *traffic light* bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-fungsi sebagai berikut:

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

#### 2.6.4. Karakteristik *Traffic Light*

Kondisi geometrik dan lalu lintas (*demand*) akan berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja lalu lintas pada persimpangan. Oleh karena itu, perencana harus dapat merancang sedemikian rupa sehingga mampu mendistribusikan waktu kepada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan secara proporsional sehingga memberikan kinerja yang sebaik-baiknya. Menurut Hobbs (1995) optimasi lampu berdasarkan tundaan yang minimum.

Sistem perlampuan lalu lintas menggunakan jenis lampu sebagai berikut:

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

Perlu diketahui dengan adanya peraturan lalu lintas yang baru (PP 42 dan PP 43 Tahun 1993) untuk kendaraan yang belok kiri selama tidak diatur secara khusus maka kendaraan boleh belok kiri jalan terus. Perlampuan dengan berbagai nyala lampu tersebut diterapkan untuk memisahkan pergerakan lalu lintas berdasarkan waktu. Pemisahan ini diperlukan dengan khususnya untuk jenis konflik primer, namun dalam hal tertentu dapat juga diterapkan pada kondisi konflik primer.

Dalam pengaturan sinyal *traffic light* terdapat beberapa parameter, yaitu:

1. Fase adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas ( $i$  = indeks untuk nomor fase).
2. Waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dengan indikasi sinyal.
3. Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekat.
4. Rasio hijau adalah perbandingan antara waktu hijau dan waktu siklus dalam suatu pendekat.

5. Waktu merah semua (*all red*) adalah waktu dengan merah menyala bersamaan dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan.
6. Waktu kuning adalah waktu dengan lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam suatu pendekat, Panjang waktu kuning per fase (WKi) pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia adalah 3,0 detik.
7. Waktu antar hijau adalah periode kuning + merah semua antar dua fase sinyal yang berurutan.
8. Waktu hilang adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.
9. Sinyal diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam satu dimensi waktu.

#### **2.6.5. Pengaturan Fase**

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

- a. pengurangan konflik baik primer maupun sekunder.
- b. urutan yang optimum dalam pergantian fase.
- c. mempertimbangkan waktu pengosongan (*clearance time*) pada daerah persimpangan.

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

Pengaturan antar fase diatur dengan jarak waktu penyela/waktu jeda supaya terjadi kelancaran ketika pergantian antar fase. Istilah ini disebut dengan waktu antar hijau (*intergreen*) yang berfungsi sebagai waktu pengosongan (*clearance*



*time*). Waktu antar hijau terdiri dari waktu kuning dan waktu merah semua (*all red*). Waktu antar hijau bertujuan untuk:

- a. Waktu kuning: peringatan bahwa kendaraan akan berangkat maupun berhenti. Besaran waktu kuning ditetapkan berdasarkan kemampuan seorang pengemudi untuk dapat melihat secara jelas namun singkat sehingga dapat sebagai informasi untuk ditindaklanjuti dalam pergerakannya. Penentuan ini biasanya ditetapkan sebesar tiga detik dengan anggapan bahwa waktu tersebut sudah dapat mengakomodasi ketika terjadi kedipan mata.
- b. Waktu semua merah: untuk memberikan waktu pengosongan (*clearance time*) sehingga resiko kecelakaan dapat dikurangi. Hal ini dimaksudkan supaya akhir rombongan kendaraan pada fase sebelumnya tidak berbenturan dengan awal rombongan kendaraan fase berikutnya. Besaran waktu semua merah sangat tergantung pada kondisi geometrik simpang sehingga benar-benar cukup untuk sebagai *clearance time*. Pertimbangan yang harus diperhitungkan adalah waktu percepatan dan jarak pada daerah *clearance time* pada simpang.

Tabel 2.1: Nilai normal waktu antar hijau (MKJI 1997).

Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata –rata (m)	Nilai Lost Time (LT) (detik/fase)
Kecil	6-9	4
Sedang	10-14	5
Besar	>15	>6

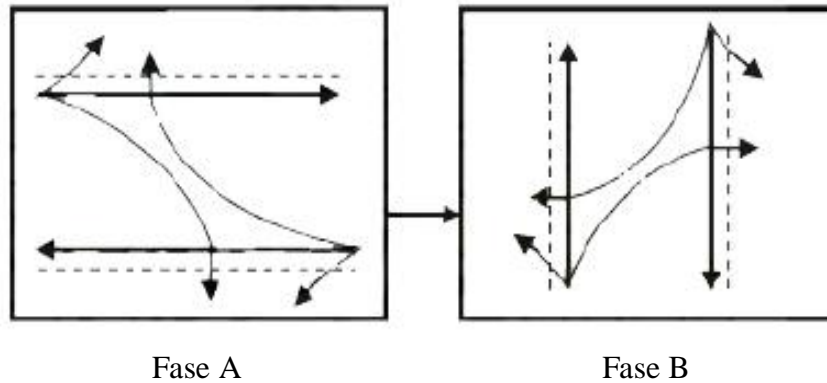
Jika diinginkan tingkat yang tinggi pada gerakan belok kanan maka pengaturan fase dapat ditambah jumlahnya lebih dari dua fase. Hal ini tentunya akan berpengaruh pada penurunan kapasitas dan perpanjangan waktu siklus. Dengan demikian apabila tidak ada pergerakan kendaraan lain yang menghalangi dengan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

Tabel 2.2: Penentuan tipe pendekat (MKJI 1997).

Tipe Pendekat	Keterangan	Contoh Pola-pola Pendekat			
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu Arah	Jalan satu Arah	Simpang T	
		Jalan dua Arah		Gerak Belok Kanan Terbatas	
		Jalan Dua Arah, Fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah			
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah	arus berangkat dari arah berlawanan dalam fase yang sama	Semua belok kanan tidak terbatas	

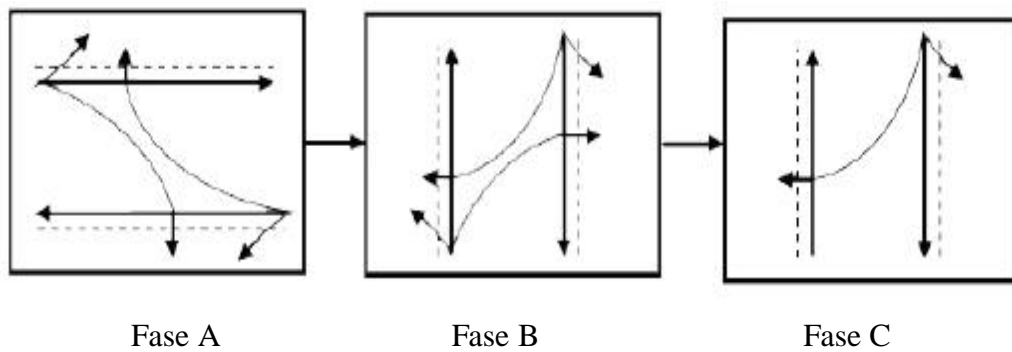
Berdasarkan buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, berbagai contoh kasus pengaturan fase adalah sebagai berikut:

- a. pengaturan dua fase: pengaturan ini hanya diperlukan untuk konflik primer yang terpisah.



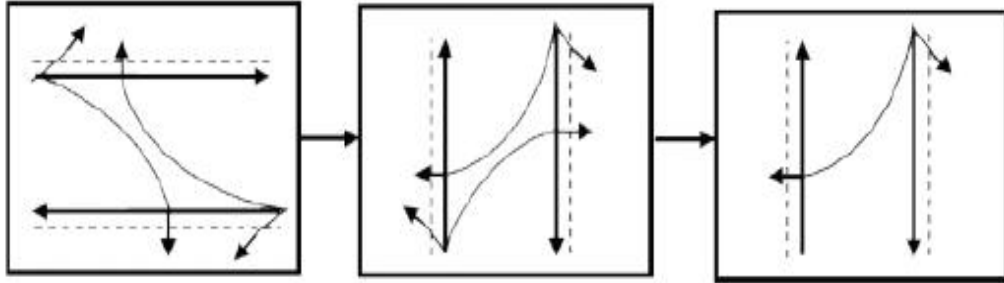
Gambar 2.11: Pengaturan simpang dengan dua fase.  
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997, hal. 2-4)

- b. pengaturan tiga fase: pengaturan ini digunakan untuk kondisi penyisaan akhir (*late cut-off*) untuk meningkatkan kapasitas arus belok kanan.



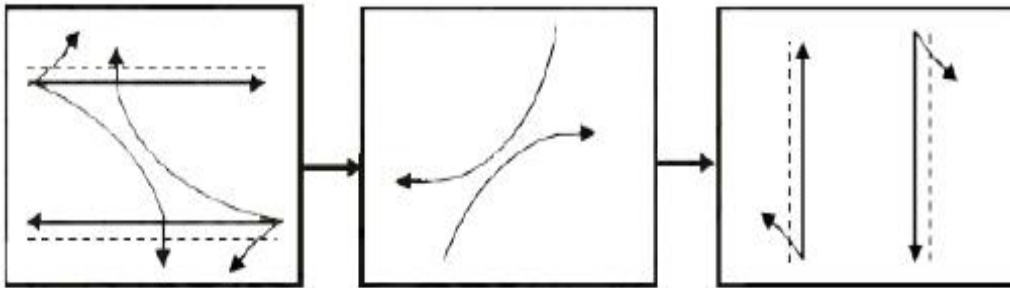
Gambar 2.12: Pengaturan simpang tiga fase dengan *late cut-off*.  
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997, hal. 2-5)

- c. pengaturan tiga fase: dilakukan dengan cara memulai lebih awal (*early start*) untuk meningkatkan kapasitas belok kanan.



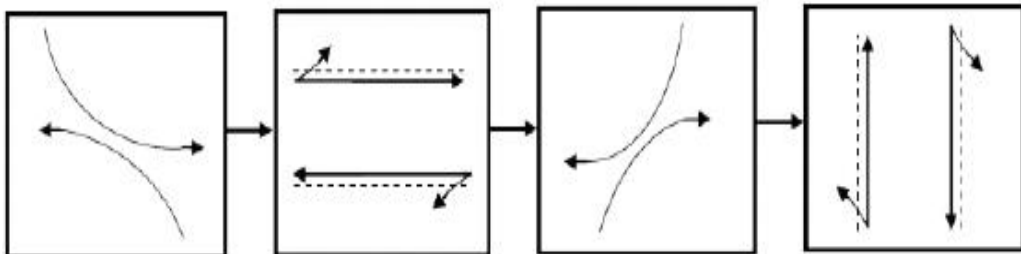
Gambar 2.13: Pengaturan simpang tiga fase dengan *early-start*.  
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997, hal. 2-5)

- d. pengaturan tiga fase: dengan memisahkan belok kanan dalam satu jalan.



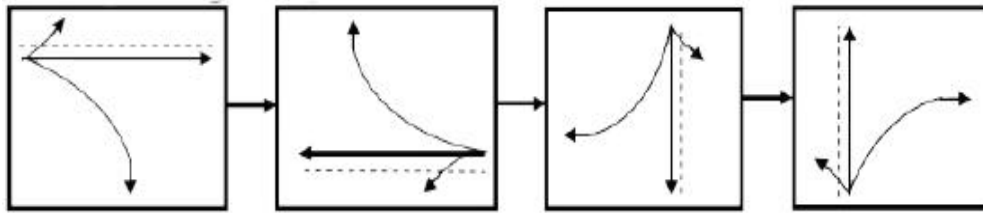
Gambar 2.14: Pengaturan simpang tiga fase dengan pemisahan belok kanan.  
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997, hal. 2-5)

- e. pengaturan empat fase; dengan belok kanan terpisah pada kedua jalan.



Gambar 2.15: Pengaturan simpang empat fase dengan pemisahan belok kanan.  
(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997, hal. 2-5)

- f. Pengaturan empat fase; dengan arus berangkat dari satu persatu pendekat pada saatnya masing-masing.



Gambar 2.16: Pengaturan simpang empat fase dengan arus berangkat dari satu per satu pendekat pada saatnya masing-masing.

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997, hal 2-5)

Perhitungan untuk menentukan waktu hijau, kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan pada simpang bersinyal digunakan acuan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) yang dituangkan dalam formulir-formulir isian SIG.

## 2.7. Ruas Jalan dan Persimpangan

### 2.7.1. Kapasitas Tingkat Pelayanan

Secara umum dalam penganalisaan kapasitas ada suatu prinsip dasar yang objektif yaitu perhitungan jumlah maksimum lalu lintas yang dapat ditampung oleh fasilitas yang ada serta bagaimana kualitas operasional fasilitas tersebut di dalam pemeliharaan serta peningkatan peningkatan fasilitas itu sendiri yang tentunya sangat berguna di kemudian hari. Dalam merencanakan suatu fasilitas jalan kita jumpai suatu perencanaan agar fasilitas itu dapat mendekati kapasitasnya. Pada umumnya operasi atau pemakaian terhadap fasilitas yang tersedia jarang sekali dimanfaatkan pada tingkat kapasitas penuh. Kapasitas dari suatu fasilitas akan menurun fungsinya jika dipergunakan saat atau mendekati kapasitasnya. Oleh karena itu analisa kapasitas lebih merupakan sebuah penilaian terhadap jumlah maksimum lalu lintas yang dapat disalurkan pada tingkat atau kualitas operasional yang telah ditentukan dan selama masih dapat dipertahankan.

Kriteria dan operasional dan suatu fasilitas diwujudkan dengan istilah tingkat pelayanan (*level of service*). Setiap tipe fasilitas telah ditentukan suatu interval dan

kondisi operasional, yang dihubungkan dengan jumlah lalu lintas yang mampu ditampung di setiap tingkat.

Tabel 2.3: Kriteria tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal (Highway Capacity Manual 1985, Rosyid Hudoyo, 2006).

Tingkat Pelayanan	Tundaan Henti Tiap Kendaraan (Detik)	Tingkat Kejenuhan
A	$\leq 5,0$	$\leq 0,35$
B	5,1 – 15,0	$\leq 0,54$
C	15,1 – 25,0	$\leq 0,77$
D	25,1 – 40,0	$\leq 0,93$
E	40,1 – 60,0	$\leq 1,00$
F	$\geq 60,0$	$\geq 1,00$

- a. Tingkat Pelayanan A: Pengoperasian dengan penundaan sangat rendah yaitu kurang dari 5.0 detik per kendaraan. Ini terjadi jika gerak maju sangat menguntungkan dan kebanyakan kendaraan tidak berhenti sama sekali. Panjang putaran pendek dapat juga mengurangi penundaan.
- b. Tingkat Pelayanan B: Pengoperasian dengan penundaan antara 5.1 sampai 15 detik per kendaraan. Ini terjadi dengan adanya gerak maju yang baik atau waktu putar pendek. Kendaraan yang berhenti lebih banyak dari pada tingkat pelayanan A, maka penundaan rata-rata lebih tinggi.
- c. Tingkat Pelayanan C: Pengoperasian dengan penundaan antara 15.1 sampai 25.0 detik per kendaraan. Penundaan ini bisa disebabkan karena gerak maju kendaraan sedang-sedang saja dan panjang putaran waktu lebih lama. Jumlah kendaraan yang berhenti sudah cukup banyak walaupun beberapa di antaranya masih dapat melewati persimpangan tanpa henti.
- d. Tingkat Pelayanan D: Pengoperasian dengan penundaan antara 25.1 sampai 40.0 detik per kendaraan, di mana pengaruh kemacetan mulai terlihat jelas, penundaan yang lebih lama mungkin disebabkan oleh kombinasi gerak maju yang tidak menguntungkan atau waktu putar yang lama atau rasio V/C yang

tinggi. Banyak kendaraan yang berhenti, serta proporsi kendaraan yang tidak berhenti menurun.

- e. Tingkat Pelayanan E: Pengoperasian dengan penundaan antara 40.1 sampai 60.1 detik per kendaraan. Ini dianggap sebagai batas penundaan yang masih dapat diterima. Kendaraan ini pada umumnya menunjukkan gerak maju yang tidak baik, waktu putaran yang panjang dan rasio  $V/C$  tinggi.
- f. Tingkat Pelayanan F: Pengoperasian dengan penundaan lebih dari 60 detik per kendaraan. Keadaan ini sudah tidak dapat diterima oleh pengemudi. di mana angka arus kedatangan melebihi kapasitas persimpangan jalan dan dapat di katakan keadaan lewat jenuh. Ini terjadi pada rasio  $V/C > 1.0$  dengan beberapa kemacetan, Gerak maju kendaraan tersendat dan waktu putaran yang panjang mungkin merupakan penyebab utama dari tingkat penundaan demikian.

Dari tabel 2.3 dapat diketahui bahwa tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal terbagi atas enam tingkatan yaitu: A, B, C, D, E dan F. Pada kondisi operasional yang paling baik dan suatu fasilitas dinyatakan dengan tingkat pelayanan A, sedangkan untuk kondisi yang paling jelek dinyatakan dengan tingkat pelayanan F.

Kapasitas yang didefinisikan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 adalah jumlah maksimum arus lalu lintas yang dapat dipertahankan tetap yang melewati suatu titik atau bahagian jalan dalam kondisi tertentu.

Kondisi arus lalu lintas maksimum yaitu kondisi lalu lintas yang meliputi volume setiap kendaraan, distribusi kendaraan berdasarkan pergerakannya (belok kiri, terus dan belok kanan), lokasi dan pemakaian *bus stop* di dalam wilayah persimpangan, arus penyeberang jalan dan pergerakan parkir di dalam wilayah persimpangan. Selain itu juga meliputi keadaan geometrik persimpangan yang meliputi jumlah lajur, kemiringan jalan dan alokasi tata guna lahan.

Dalam penganalisaan digunakan periode waktu 15 menit dengan mempertimbangkan waktu tersebut sebagai interval terpendek selama arus yang ada stabil pada perhitungan kapasitas harus ditetapkan bahwa kondisi yang ada seperti kondisi jalan, kondisi lalu lintas dan pengendalian tetap. Hal-hal yang terjadi yang membuat suatu perubahan dan kondisi yang ada mengakibatkan

terjadinya perubahan kapasitas pada fasilitas tersebut. Sangat dianjurkan dalam penentuan kapasitas dilakukan pada cuaca yang baik (cerah).

Dalam penentuan kapasitas ada beberapa kondisi yang harus diperhatikan antara lain:

1. Kondisi Jalan (*road condition*)

Kondisi ini berkaitan dengan karakteristik geometrik suatu ruas jalan antara lain: tipe fasilitas, lingkungan sekitar jalan, bahu jalan, lebar lajur, kebebasan lateral, kecepatan rencana, alinyemen horizontal dan vertikal. Perencanaan geometrik yang baik secara keseluruhan akan menghasilkan kondisi medan persimpangan yang dapat dikenal dengan baik oleh pengguna jalan, sehingga para pengguna jalan tersebut dapat bergerak melakukan manuver manuver dengan baik.

2. Kondisi lalu lintas (*traffic condition*)

Kondisi lalu lintas bergantung pada karakteristik lalu lintas yang menggunakan fasilitas lalu lintas tersebut yaitu: pendistribusian tipe kendaraan, jumlah kendaraan dan pembagian jalur yang ada serta arah distribusi lalu lintas.

3. Pengendalian (*control condition*)

Kondisi ini tergantung pada tipe dan rencana khusus dan alat pengendalian yang terpenting yaitu peraturan yang ada (peraturan lokal yang ada). Hal yang sangat mempengaruhi ini adalah lokasi, jenis dan waktu sinyal lalu lintas disamping tanda-tanda stop dan *yield* dari lajur yang digunakan.

### **2.7.2. Persimpangan**

Adanya Simpang susun akan memberikan peranan yang sangat penting dalam pengembangan wilayah, lalu lintas, serta aktivitas sosial dan ekonomi, maka penempatannya harus direncanakan sejak tahap awal bersamaan dengan perencanaan jaringan jalan raya agar jaringan jalan keseluruhan dapat memberikan manfaat maksimal terhadap kebutuhan masyarakat akan transportasi. Dengan demikian penetapan lokasi simpang susun, bukan hanya memperhatikan tata guna lahan dan fasilitas lalu lintas yang ada, tetapi juga harus meliputi semua perencanaan wilayah dan perencanaan di masa yang akan datang.



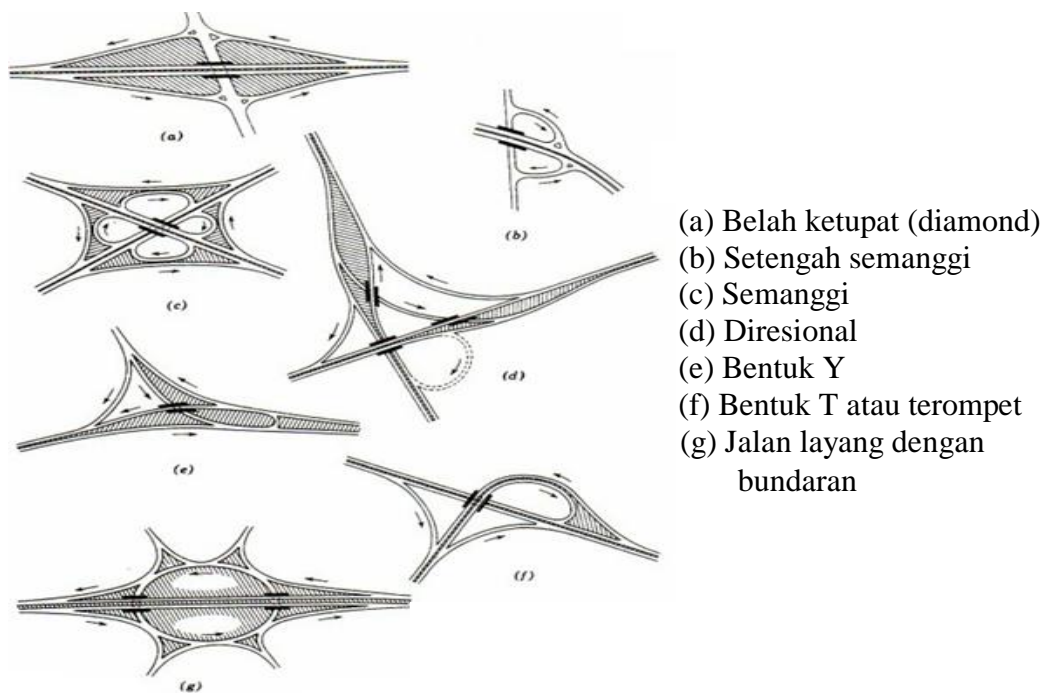
Desain geometrik simpang susun meliputi pemilihan bentuk terbaik yang sesuai dengan situasi tertentu. Faktor-faktor yang dipertimbangkan adalah topografi medan, proyeksi dan karakter lalu lintas, lahan yang tersedia, dampak terhadap daerah sekitarnya serta lingkungan keseluruhan, kelangsungan hidup ekonomi, serta kendala-kendala segi pembiayaan. Hal ini merupakan tugas yang cukup rumit.

Fungsi simpang susun adalah:

1. Menyediakan persimpangan tak sebidang pada pertemuan dua atau lebih lalu lintas arteri.
2. Mempermudah kemungkinan perpindahan kendaraan dari satu jalan arteri ke arteri lainnya atau dari jalan lokal ke jalan bebas hambatan.

Suatu pengujian sekilas pada beberapa penempatan simpang susun menunjukkan sedikitnya alasan yang mendasari proses. Namun sebenarnya terdapat bentuk dasar yang nampaknya ruwet.

Adapun Kelompok umum Simpang susun jalan bebas hambatan dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.17: Kelompok umum simpang susun jalan bebas hambatan.  
 (Sumber: Tamin:233)

## 2.8. Metode Perhitungan Webster

Metode ini dikembangkan di *Road Research Laboratory (RRL)*, Inggris pada awal tahun 1960-an dan merupakan pertama untuk menganalisis kinerja persimpangan bersinyal.

### 2.8.1. Arus Jenuh

Arus jenuh ( $s$ ) dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam tanpa lalu lintas yang membelok ke kanan dan tanpa kendaraan parkir, dihitung dengan rumus berikut :

$$S = 525 \times W \quad (2.1)$$

Dimana:

$w$  = Lebar lajur dalam meter

Rumus tersebut dapat digunakan untuk lebar lajur lebih dari 5,5 m kurang dari 5,5 m hubungan tersebut tidak linear dan arus jenuh dapat diperkirakan dari Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Arus jenuh untuk lebar pendekat < 5,5 m (Pusat Pengembangan Bahan Ajar Fak. Teknik Sipil Univ. Mercu Buana).

w (m)	3	3,5	4	4,5	5	5,5
S(Smp/Jam)	1850	1875	1975	2175	2550	2900

### 2.8.2. Arus Normal

Arus normal ( $q$ ) adalah jumlah kendaraan yang masuk pada suatu ruas persimpangan dalam satu satuan batas waktu yang sudah dikalikan dengan koefisien masing-masing sesuai dengan jenis kendaraan yang melewati ruas simpang tersebut. Koefisien tersebut bernama ekivalen kendaraan penumpang ( $emp$ ). Untuk menghitung arus normal ( $q$ ), menggunakan rumus berikut:

$$q = q_{LV} emp_{LV} + q_{HV} emp_{HV} + q_{MC} emp_{MC} \quad (2.2)$$

Dimana:

$emp$  = ekivalen mobil penumpang

$LV$  = kendaraan ringan

HV = kendaraan berat

MC = sepeda motor

Ekivalen mobil penumpang (emp) adalah unit untuk mengkonversikan satuan arus lalu lintas dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang per jam. Arus lalu lintas yang terdiri dari bermacam jenis kendaraan, seperti mobil, bus, truk dan sepeda motor dikonversikan menjadi satu satuan arus lalu lintas yaitu smp per jam dengan menganggap bahwa satu kendaraan, selain kendaraan ringan atau mobil penumpang, diganti oleh satuan kendaraan penumpang dikali dengan emp. Setiap jenis kendaraan memiliki nilai emp yang berbeda dengan jenis kendaraan yang lain. Untuk emp dari kendaraan berat (HV) adalah 1.3, emp untuk kendaraan ringan (LV) 1.0, sedangkan emp dari sepeda motor (MC) adalah 0.2.

### 2.8.3. Waktu Hilang

Waktu hilang ( $L$ ) adalah waktu-nyala lampu hijau dan kuning yang hilang pada saat periode percepatan dan periode perlambatan kendaraan. Pada saat periode waktu-nyala lampu hijau dimulai, kendaraan-kendaraan masih berhenti, dan pengemudi memerlukan waktu untuk mulai berjalan dan mempercepatnya sampai ke suatu kecepatan yang normal. Pada akhir dari periode waktu-nyala lampu hijau terdapat periode waktu-nyala lampu kuning yang pada kesempatan tersebut beberapa kendaraan akan tetap melintasi persimpangan dan kendaraan-kendaraan lainnya akan memperlambat lajunya dan kemudian berhenti. Dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$L = N (WMS + LT) \quad (2.3)$$

Dimana:

$N$  = jumlah fase

$WMS$  = waktu Merah Semua (detik)

$LT$  = waktu hilang per fase (detik)

### 2.8.4. Rasio Arus Simpang

Rasio antara volume lalu lintas dan arus jenuh setiap persimpangan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_i = q_i / s_i \quad (2.4)$$

Dimana:

q = Arus normal (smp/jam)

s = Arus jenuh (smp/jam)

### 2.8.5. Waktu Siklus

Waktu siklus adalah panjang waktu yang diperlukan dari rangkaian urutan fase sinyal lalu lintas siklus. Lama waktu siklus dari suatu sistem operasional sinyal lalu lintas dengan waktu tetap mempengaruhi tundaan rata-rata dari kendaraan yang melewati persimpangan. Dari parameter diatas dapat ditentukan besarnya waktu siklus optimum suatu simpang dengan persamaan berikut:

$$C_o = \frac{1,5L+5}{1-\sum Y_i} \quad (2.5)$$

Dimana:

C<sub>o</sub> = Waktu siklus optimum (detik)

L = Total waktu hilang (detik)

Y<sub>i</sub> = Rasio arus simpang I

### 2.8.6. Pengaturan Sinyal Lampu Hijau

Menghitung waktu hijau efektif (WHE) mnggunakan persamaan sebagai berikut:

$$WHE = C_o - L \quad (2.6)$$

Dimana:

C<sub>o</sub> = Waktu siklus optimum (detik)

L = Total waktu hilang (detik)

Menghitung waktu hijau efektif setiap fase (WHE<sub>i</sub>) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$WHE_i = (Y_i / \sum Y_i) \times WHE \quad (2.7)$$

Dimana:

Y<sub>1</sub> = Rasio arus simpang i

$\sum Y_i$  = Total rasio arus simpang i

WHE = Waktu hijau efektif (detik)

Waktu hijau aktual setiap fase (WHAi) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$HWAi = WHEi + LT - WKi \quad (2.8)$$

Dimana:

LT = Waktu hilang (detik)

WHEi = Waktu hijau efektif setiap fase

Wki = Waktu kuning setiap fase

### 2.8.7. Lalu Lintas Rencana

#### 2.8.7.1. Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.5: Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (SKBI- 2.3.26. 1987 UDC :625.73 (02).

Lebar Perkerasan ( L )	Jumlah Lajur
$L < 4,5 \text{ m}$	1
$4,5 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,50 \text{ m}$	6

Tabel 2.6: Tabel Koefisien Kendaraan (C) (Bina Marga 1987).

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *		Kendaraan Berat **	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,600	0,500	0,700	0,500
3	0,400	0,400	0,500	0,475
4	0,300	0,300	0,400	0,450
5	-	0,250	-	0,425
6	-	0,200	-	0,400

Keterangan : \*) Mobil Penumpang

\*\*\*) Truk dan Bus

### 2.8.7.2. Angka Ekivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekivalen (E) masing-masing golongan sumbu :

(a) Angka Ekivalen Sumbu Tunggal

$$E = \frac{(\text{beban satu sumbu tunggal dalam kg})^4}{8160} \quad (2.9)$$

(b) Angka Ekivalen Sumbu Ganda

$$E = \frac{(\text{beban satu sumbu ganda dalam kg})^4}{8160} \quad (2.10)$$

Tabel 2.7: Angka Ekivalen (E) beban sumbu kendaraan (SKBI- 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02)).

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251

Tabel 2.7: *Lanjutan.*

7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

## 2.9. Pengertian Kapasitas

Kapasitas jalan merupakan suatu ukuran kuantitas dan kualitas yang memungkinkan evaluasi kecukupan dan kualitas pelayanan kendaraan dengan fasilitas jalan yang ada (Titirlolobi, Elisabeth, & Timboeleng, 2016).

Kapasitas merupakan masukan bagi evaluasi selanjutnya dari analisis rekayasa lalu-lintas (Titirlolobi et al., 2016):

- a. Menurunnya system jalan yang ada mungkin dievaluasi dengan membandingkan volume (V) dengan kapasitas (C) (V/C)
- b. Usulan perubahan system kerangka jalan yang ada seperti perubahan geometri jalan, simpang berlampu, peraturan perparkiran, merubah menjadi jalan satu arah, dan merubah larangan di jalan, semuanya untuk efeknya pada kapasitas.
- c. Perancangan fasilitas baru harus selalu didasarkan pada analisis kapasitas dengan kebutuhan (demand)
- d. Perbandingan efektifitas relative dari berbagai alternative moda transportasi dalam melayani suatu kebutuhan seringa didasarkan pada analisis kapasitas.

Perbedaan antara VJP dan kapasitas adalah VJP menunjukkan jumlah arus lalu-lintas yang direncanakan akan melintasi suatu penampang jalan selama satu jam, sedangkan kapasitas menunjukkan jumlah arus lalu-lintas yang maksimum dapat melewati penampang tersebut dalam waktu satu jam sesuai dengan kondisi jalan sesuai dengan lebar lajur, kebebasan samping, kelandaian, dan lain-lain (*Dasar-dasar Perencanaan Geometrik*, n.d.).

Dalam rangka meningkatkan prasarana transportasi, menurut (Tamin 2000) banyak terdapat kajian transportasi dan implementasi lain yang materinya mengarah pada usaha untuk melakukan perbaikan, yaitu:

1. Meredam atau memperkecil tingkat pertumbuhan kebutuhan akan transportasi.
2. Meningkatkan pertumbuhan prasarana transportasi itu sendiri, terutama penanganan masalah fasilitas prasarana yang tidak berfungsi sebagaimana mestinya.
3. Memperlancar sistem pergerakan melalui kebijakan rekayasa dan manajemen lalu lintas yang baik. (Gabungan et al., 2016).

Faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan yaitu:

- a. Kapasitas jalan kota yang mempengaruhi kapasitas jalan adalah lebar jalur atau lajur, ada tidaknya pemisah/median jalan, hambatan bahu/kerb jalan, di daerah perkotaan atau luar kota.
- b. Kapasitas jalan antar kota dipengaruhi oleh lebar jalan, arah lalu lintas dan gesekan samping.

Menurut keperluan penggunaannya kapasitas itu dapat dibagi menjadi :

### **2.9.1. Kapasitas Dasar**

Jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintas suatu penampang pada suatu jalur atau jalan selama satu jam dalam keadaan jalan dan lalu lintas yang mendekati ideal yang bisa dicapai atau bisa disebut kapasitas total bagian jalinan bundaran adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar ( $C_0$ ) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (Ideal) dan faktor penyesuaian ( $F$ ), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan sesungguhnya terhadap kapasitas. Kapasitas dasar



(Co) tergantung dari lebar jalinan ( $Ww$ ), rasio rata-rata/lebar jalinan ( $WF/ Ww$ ), rasio menjalin ( $Pw$ ) dan rasio lebar atau panjang jalinan ( $Ww / Lw$ ) (Dharmawan et al., n.d.).

### **2.9.2. Kapasitas Mungkin**

Jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang pada suatu jalan atau jalan selama 1 jam dalam keadaan yang sedang berlaku pada jalan tersebut.

### **2.9.3. Kapasitas Praktis**

Jumlah kendaraan maksimum yang dapat melintas suatu penampang pada jalur atau jalan selama 1 jam dalam keadaan yang sedang berlaku, sehingga kepadatan lalu lintas yang bersangkutan mengakibatkan kelambatan, bahaya dan gangguan-gangguan pada kelancaran yang masih dalam batas yang ditetapkan.

Dengan mengetahui bahwa kapasitas itu adalah suatu ukuran kuantitatif yang memberikan suatu besaran terhadap jumlah kendaraan maksimum, maka dapat disadari bahwa kapasitas ruas jalan mempunyai hubungan yang erat antara karakteristik fisik jalan, kondisi fisik jalan, komposisi lalu lintas, bentuk pergerakan dan arah pergerakan.

Kapasitas ruas jalan berguna bagi perencanaan transportasi sebagai berikut:

1. Dapat digunakan bagi perencanaan transportasi dalam segi pendekatan kelayakan jalan pada suatu volume lalu lintas tertentu. Dengan adanya perkiraan lalu lintas untuk masa yang akan datang maka akan dapat diketahui batas-batas kapasitas dimana perlambatan sudah tidak dapat diterima.
2. Dipergunakan analisa lalu lintas terutama dalam menghindari lokasi-lokasi hambatan (bottle neck) dan mempersiapkan perbaikan operasional terhadap tempat-tempat yang mungkin akan terjadi pada suatu ruas jalan akibat fungsi geometrik jalan.

3. Kapasitas jalan yang merupakan salah satu elemen penting pada suatu perencanaan jalan raya, terutama hal-hal yang menyangkut segi-segi design dan perencanaan umum dan teknis jalan.
4. Analisa kapasitas jalan penting artinya dalam membentuk desain yang serasi bagi lalu lintas yang akan melewati terutama dalam penentuan tipe jalan dan dimensi yang dibutuhkan.

Memperhatikan hal tersebut diatas, maka berbagai faktor turut mempengaruhi besaran kapasitas jalan, untuk dapat mengetahui kapasitas sebenarnya, perlu dipahami terlebih dahulu tentang “Kapasitas Ideal” suatu luas.

Kapasitas ideal adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati jalan dengan kondisi dan standart jalan yang ideal. Rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas jalan kota, berdasarkan MKJI, 1997 seperti Pers 2.1.

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad (2.11)$$

dimana:

$C$  = Kapasitas (smp/jam)

$C_o$  = Kapasitas dasar (smp/jam)

$FC_w$  = Faktor penyesuaian lebar jalan

$FC_{sp}$  = Faktor penyesuaian pemisahan arah

$FC_{sf}$  = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

$FC_{cs}$  = Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota.

Untuk faktor penyesuaian didapat dari tabel jika kondisi sesungguhnya sama dengan kasus dasar (ideal) tertentu maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar ( $C_o$ ) yang dapat lihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. : Kapasitas dasar (Co) untuk jalan perkotaan (MKJI, 1997).

Tipe Jalan	Kapasitas Jalan ( smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Apabila suatu ruas jalan tidak terdapat median (jalan tak terbagi) maka harus ada pemisah arah. Faktor pemisah arah mempunyai pengaruh terhadap kapasitas suatu ruas jalan. Apabila suatu jalan mempunyai median maka nilai faktor pemisah arah adalah 1. Menurut MKJI (1997) faktor penyesuaian pemisah arah dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas untuk jalan perkotaan (MKJI, 1997).

Pemisah Arah SP %-%		50-50	60-40	70-30	80-20	90-10	100-0
FCsp	Dua Lajur (2/2 UD)	1,00	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70
	Empat Lajur (4/2)	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85

## 2.10. Rasio Volume Per Kapasitas

Rasio volume per kapasitas merupakan perbandingan antara volume yang melintas (smp/jam) dengan kapasitas pada suatu ruas jalan tertentu (smp/jam). Besarnya volume lalu lintas diperoleh berdasarkan survei yang dilakukan, sedangkan besarnya kapasitas diperoleh dari lingkungan ruas jalan dan survei geometrik yang meliputi potongan melintang, persimpangan, alinyemen horizontal, dan alinyemen vertikal.

Adapun tingkat rasio volume per kapasitas dapat dilihat pada Pers 2.12.

$$VCR = V/C \quad (2.12)$$

dimana:

VCR : Rasio volume per kapasitas

V : Volume lalu lintas (smp/jam)

C : Kapasitas ruas jalan (smp/jam)

### **2.11. Volume Lalu Lintas**

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu.

Untuk menghitung volume lalu lintas per jam pada jam-jam puncak arus sibuk, agar dapat menentukan kapasitas jalan maka data volume kendaraan arus lalu lintas harus diubah menjadi satuan mobil penumpang (SMP) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang.

Ekivalen mobil penumpang (EMP) untuk masing-masing tipe kendaraan tergantung pada tipe jalan dan arus lalu lintas total dinyatakan dalam 1 jam. Semua nilai satuan mobil penumpang (SMP) untuk kendaraan yang berbeda berdasarkan koefisien ekivalen mobil penumpang.

Manfaat data (informasi) volume adalah:

- Nilai kepentingan relatif suatu rute
- Distribusi lalu lintas dalam sebuah sistem jalan
- Fluktuasi arus lalu lintas
- Kecenderungan pemakai Jalan

Data volume dapat berupa:

1. Volume berdasarkan arah arus:
  - Satu arah
  - Dua arah

- Arus Lurus
  - Arus belok, baik belok kiri maupun belok kanan
2. Volume berdasarkan jenis kendaraan, seperti antara lain:
- Sepeda Motor (MC)
  - Mobil penumpang atau kendaraan ringan (LV)
  - Kendaraan Berat (HV)
  - Kendaraan tak bermotor (UM)

Pada umumnya kendaraan di suatu ruas jalan terdiri dari berbagai komposisi. Volume lalu lintas lebih praktis jika dinyatakan dalam jenis kendaraan standart yaitu mobil penumpang (smp). Untuk mendapatkan volume dalam smp, maka diperlukan faktor konversi dan berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang, yaitu faktor ekivalen mobil penumpang.

3. Volume berdasarkan waktu pengamatan survei lalu lintas, seperti 5 menit, 15 menit, atau 1 jam.

Volume arus lalu lintas mempunyai istilah khusus berdasarkan bagaimana data tersebut diperoleh, yaitu :

- a. ADT (*Average Dily Traffic*), atau dikenal juga sebagai LHR (Lalu lintas Harian Rata-rata), yaitu volume lalu lintas rata-rata harian berdasarkan pengumpulan data selama x hari dengan ketentuan  $1 < x < 365$  hari, sehingga ADT dapat dihitung dengan rumus, seperti pada Pers 2.13.

$$ADT = \frac{QX}{X} \quad (2.13)$$

Dengan:

$Q_x$  = Volume lalu lintas yang diamati selama 1 hari dan kurang dari 365 hari

$X$  = Jumlah hari pengamatan.

- b. AADT (*Annual Average Daily Traffic*), atau dikenal juga sebagai LHRT (lalu lintas harian tahunan), yaitu total volume rata-rata harian (seperti ADT), akan tetapi pengumpulan datanya harus  $> 365$  hari ( $x > 365$  hari).

- c. *AAWT (Annual Average 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.
- d. *Maximum Annual Hourly Volume*, yaitu volume tiap jam yang terbesar.
- e. *HV (30th highest annual hourly volume)* atau disebut juga sebagai *DHV (Design hourly Volume)*, yaitu volume lalu lintas tiap jam yang dipakai sebagai volume design. Dalam setahun besarnya volume ini dilampaui oleh 29 data.
- f. *Flow Rate* adalah volume yang diperoleh dari pengamatan yang lebih kecil dari 1 jam, akan tetapi kemudian dikonversikan menjadi volume 1 jam secara linier.
- g. *Peak Hour Factor (PHF)* adalah perbandingan volume satu jam penuh dengan puncak dari *flow rate* pada jam tersebut, sehingga *PHF* dapat dihitung dengan rumus seperti pada persamaan 2.14:

$$PHF = \frac{QX \text{ Volume satu jam}}{\text{maksimum flow rate}} \quad (2.14)$$

## 2.12. Karakteristik Volume Lalu Lintas

Di dalam istilah per lalu lintasan dikenal lalu lintas harian rata-rata (*LHR*), atau *ADT (Average Daily Traffic)* yaitu jumlah kendaraan yang lewat secara rata-rata sehari (24 jam) pada ruas tertentu, besarnya *LHR* akan menentukan dimensi penampang jalan yang akan dibangun. Volume lalu lintas ini bervariasi besarnya tidak tetap tergantung waktu variasi dalam sehari, seminggu, sebulan, maupun setahun. Di dalam satu hari biasanya terdapat dua waktu jam sibuk, yaitu pagi dan sore hari. Tetapi ada juga jalan-jalan yang mempunyai variasi volume lalu lintas yang merata. Volume lalu lintas selama jam sibuk dapat digunakan untuk merencanakan dimensi jalan untuk menampung lalu lintas.

Semakin tinggi volumenya, maka semakin besar dimensi yang akan diperlukan. Maka dengan ini perlu pengamatan yang cermat tentang kondisi dilapangan sebelum menetapkan volume lalu lintas untuk kepentingan perencanaan. Suatu ciri lalu lintas pada suatu lokasi belum tentu sama dengan

lokasi lain di dalam sebuah kota, apalagi kalau kotanya berlainan. Oleh karena itu untuk merencanakan suatu fasilitas perlintasan pada suatu lokasi, sebaiknya harus diadakan penelitian. Suatu volume yang *over estimate* akan membuat jaringan jalan cepat mengalami kemacetan, sehingga memerlukan pengembangan pula.

Untuk menghitung volume lalu lintas per jam pada jam-jam puncak arus sibuk, agar dapat menentukan kapasitas jalan maka dengan hal ini data volume kendaraan arus lalu lintas (per arah 2 total) harus diubah menjadi satuan mobil penumpang (SMP) dengan hal ini menggunakan ekivalen mobil penumpang yang terlihat pada Tabel 2.3 untuk bagian jalan perkotaan terbagi dan Tabel 2.4 untuk jalan perkotaan tak terbagi.

Tabel 2.10: Ekivalen mobil penumpang jalan perkotaan terbagi (MKJI, 1997).

Tipe Jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu lintas (kend/jam)	EMP		
		HV	LV	MC
Dua lajur satu arah (2/1)	0	1,3	1,0	0,40
Empat lajur terbagi (4/2D)	>1050	1,2	1,0	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1,3	1,0	0,40
Enam lajur terbagi (6/2D)	>1100	1,2	1,0	0,25

Tabel 2.11: Ekivalen mobil penumpang jalan perkotaan tak terbagi (MKJI, 1997).

Tipe jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	EMP		
		HV	LV	MC
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	1,0	0,40
	$\geq 1800$	1,2	1,0	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0	1,3	1,0	0,40
	$\geq 3700$	1,2	1,0	0,25

### 2.12.1. Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas dapat dibagi dalam 2 bagian menurut penyebab pertumbuhannya, yaitu:

### 2.12.2. Pertumbuhan Lalu Lintas Yang Dibangkitkan (*Generated Traffic*)

Pertumbuhan lalu lintas yang dibangkitkan merupakan suatu penambahan lalu lintas yang ditimbulkan akibat oleh adanya pembangunan peningkatan mutu dari suatu jalan. Lalu lintas ini sebelumnya belum ada dan tidak akan ada tanpa adanya pembangunan dan peningkatan jalan.

### 2.12.3. Pertumbuhan Lalu Lintas Tertarik (*Development Traffic*)

Pertumbuhan lalu lintas yang disebabkan akibat adanya pembangunan yang belum ada sebelumnya, seperti daerah perumahan dan pertokoan yang mengakibatkan bertambahnya arus lalu lintas. Pertambahan lalu lintas akibat tertarik erat sekali hubungannya dengan tanah sekitar daerah sepanjang jalan yang bersangkutan dimana sebagian wilayah pada studi kasus ini merupakan perumahan dan pertokoan yang mengakibatkan arus lalu lintas bercampur dengan lalu lintas utama.

Berdasarkan MKJI (1997), faktor penyesuaian lebar lajur (FCw) ditentukan berdasarkan lebar jalur lalu lintas efektif (Wc) seperti terlihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12: Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas (MKJI, 1997).

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas efektif (Wc) (m)	FCw
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,05



Tabel 2.12: *Lanjutan.*

	4,00	1,09
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

Berdasarkan MKJI (1997), faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk kota (juta) yang akan diteliti. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs) diperoleh dari Tabel 2.13.

Tabel 2.13: Faktor Penyesuaian FCcs Untuk Pengaruh Ukuran Kota Pada Kapasitas Jalan Perkotaan (MKJI, 1997).

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk ukuran kota (FCcs)
<0,1	0,86
0,1-0,5	0,90
0,5-1,0	0,94
1,0-3,0	1,00
>3,0	1,04

## **2.13. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas Jalan**

Kapasitas jalan sangat dipengaruhi oleh penyimpangan-penyimpangan terhadap keadaan ideal. faktor-faktor yang mempengaruhi tersebut dapat digolongkan dalam 2 golongan yaitu faktor jalan dan lalu lintas. Dalam beberapa faktor tersebut dapat saling berdampingan misalnya pengaruh kelandaian akan lebih besar daripada tanjakan medan datar.

### **2.13.1. Faktor Jalan**

Hal-hal yang dapat mempengaruhi kapasitas jalan akibat fisik dari jalan antara lain:

#### **2.13.1.1. Lebar Bahu Atau Kebebasan Samping**

Bahu jalan merupakan bagian yang penting dari struktur jalan, dan biasanya terletak di bagian kanan dan kiri jalan. Konstruksi bahu jalan tidak hanya terbuat dari perkerasan aspal maupun beton, namun juga dapat berupa tanah asli. Permasalahan yang sering terjadi di bahu jalan yang terbuat dari tanah asli adalah gerusan akibat hujan dan limpasan air permukaan dari badan jalan (Sambowo, Basuki, & Chrismaningwang, 2014). Tidak terpenuhinya lebar bahu yang ideal akan mengakibatkan gangguan dari tepi luar jalan seperti dinding penahan, tanda-tanda lalu lintas, lampu-lampu penerang jalan, parkir sembarangan dan lain-lain yang ada hakekatnya akan menurunkan kapasitas dari jalan tersebut.

#### **2.13.1.2. Lebar Jalan**

Lebar jalur dan jalan yang lebih kecil dari kondisi ideal seperti diatas, akan mempengaruhi kapasitas dari jalan tersebut. Halangan-halangan yang dapat mempengaruhi lebar jalur efektif seperti adanya penyempitan akibat jembatan dan daerah larangan menyalip.

### **2.13.1.3. Batas Jalan dan Lajur Tambahan**

Batas jalan maupun lajur tambahan seperti tempat parkir, lajur perubahan kecepatan, lajur pendakian dan lain-lain akan mempengaruhi kapasitas karena dapat mempengaruhi jalur efektif dari jalan.

### **2.13.1.4. Keadaan Permukaan Jalan**

Keadaan permukaan jalan yang sangat jelek mengakibatkan penurunan kecepatan sehingga kecepatan rencana tidak dapat dipenuhi yang mengakibatkan menurunnya kapasitas jalan.

### **2.13.2. Komposisi Lalu Lintas**

Komposisi lalu lintas dapat mempengaruhi kapasitas jalan karena bercampurnya berbagai macam dan jenis bentuk kendaraan seperti truk, bus, dan sepeda dalam arus lalu lintas akan menduduki tempat yang seharusnya dapat digunakan oleh kendaraan penumpang, kecepatannya yang lebih lambat akan berpengaruh pada arus lalu lintas.

Sebagai bahan perbandingan diambil terhadap pengaruh dari satuan mobil penumpang. Untuk perhitungan pengaruhnya terhadap arus lalu lintas yang lewat dan kapasitas jalan, kendaraan dibagi dalam masing-masing golongan diwakili satu kendaraan rencana.

## **2.14. Satuan Mobil Penumpang (SMP)**

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 satuan mobil penumpang (smp) merupakan satuan arus lalu lintas, dimana arus lalu lintas dari berbagai jenis kendaraan diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan mengalikan faktor konversinya yaitu emp. Faktor konversi ini merupakan perbandingan berbagai jenis kendaraan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya terhadap perilaku lalu lintas (Kayori & Sendow, 2013).

Untuk menyatakan kepadatan lalu lintas pada suatu ruas jalan sering dinyatakan dengan satuan mobil penumpang (SMP) per satuan waktu. Maksudnya bahwa berbagai jenis kendaraan yang memadati jalan raya yang akan dinyatakan dalam satu satuan mobil penumpang. Dapat dipahami bahwa bus besar maupun truk akan memberikan pengaruh yang lebih tinggi kepada kepadatan lalu lintas dibanding dengan mobil penumpang biasa. Satuan untuk arus lalu lintas dimana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus berbagai kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang.

Aspek utama yang mempengaruhi penetapan faktor SMP sebagai berikut (Djohar, 1984) :

Aspek fisik (Anwar, 2000) :

1. Dimensi / ukuran dari kendaraan
2. Tenaga/energi
3. Karakteristik persimpangan

Sebagai contoh, kendaraan berat memerlukan ruang dan waktu yang lebih dalam meninggalkan persimpangan dibandingkan dengan mobil penumpang walaupun dimensi/ ukuran sama dengan mobil penumpang.

### **2.15. Teknik Perilaku Lintasan (*Traffic Engineering*)**

Suatu transportasi dikatakan baik, apabila waktu perjalanan cukup cepat, tidak mengalami kemacetan, frekuensi pelayanan cukup aman bebas dari kemungkinan kecelakaan dan kondisi pelayanan yang nyaman. Untuk mencapai kondisi yang ideal seperti itu sangat ditentukan oleh berbagai faktor yang menjadi komponen transportasi, yaitu kondisi prasarana (jalan) serta sistem jaringannya dan kondisi sarana (kendaraan), serta yang tak kalah pentingnya ialah sikap mental pemakai fasilitas transportasi tersebut.

Untuk mengetahui tentang transportasi kota dalam aspek perencanaan dan pelaksanaannya, maka penting sekali untuk memahami aspek perilaku lintasan (*traffic engineering*), teknik lalu lintas angkutan darat yang meliputi, karakteristik

volume lalu lintas, kapasitas jaringan jalan, satuan mobil penumpang, asal dan tujuan lalu lintas, pembangkit lalu lintas (Sinulingga, 1999).

## **2.16. Jaringan Jalan**

Jaringan jalan mempunyai peranan yang penting dalam sistem transportasi kota dan dapat dikatakan terpenting karena biasanya menjadi masalah dalam transportasi kota adalah kekurangan jaringan jalan. Ditinjau dari fungsi kota terhadap wilayah pengembangannya maka sistem jaringan jalan ini ada 2 macam yaitu sistem primer dan sistem sekunder. Sistem primer, yaitu jaringan jalan yang berkaitan dengan hubungan antar kota, didalam kota sistem primer ini akan berhubungan dengan fungsi-fungsi kota yang bersifat regional, seperti kawasan industri, kawasan pergudangan, kawasan perdagangan grosir dan pelabuhan. Ciri-ciri lain ialah bahwa lalu lintas jalan primer ini merupakan jalan lintas truk. Sistem sekunder, yaitu jaringan jalan yang berkaitan dengan pergerakan lalu lintas bersifat didalam kota saja. Masing-masing sistem primer atau sistem sekunder dapat dibagi atas berbagai fungsi jalan, yaitu jalan bebas hambatan, jalan arteri, jalan kolektor dan jalan local.

### **2.16.1. Jalan Bebas Hambatan (*Expres Way*)**

Jalan bebas hambatan (*express way*) berfungsi untuk menampung pergerakan lalu lintas yang sangat besar dari suatu wilayah ke wilayah yang lain dan melewati kota untuk mengurangi kemacetan lalu lintas.

Apabila suatu kota bertambah besar maka arah dan tujuan dari volume lalu lintas akan semakin tinggi, kapasitas jalan arteri yang ada tidak dapat menampung lagi. Untuk mengatasi ini maka dibangunlah jalan bebas hambatan pada jaringan-jaringan tertentu dengan kebutuhan.

### **2.16.2. Jalan Arteri**

Jalan arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jauh, dengan kecepatan rata-rata agak tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

### **2.16.3. Jalan Kolektor**

Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

### **2.16.4. Jalan Lokal**

Dalam sistem primer, jalan lokal primer adalah jalan-jalan yang menghubungkan pusat kota, pada kawasan yang berfungsi regional. Jalan lokal primer di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam dengan lebar badan jalan kurang lebih 6 m. Dalam sistem lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan pusat kota dengan perumahan, pusat bagian wilayah kota dengan perumahan, jalan lokal sekunder di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam dan lebar jalan tidak kurang dari 5 m.

### **2.16.5. Jalan lingkungan**

Merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

1. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
3. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
4. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.
5. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

## **2.17. Jalur dan Lajur Lalu Lintas**

Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur (lane) kendaraan. Lajur lalu lintas yaitu bagian dari jalur lalu lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian kendaraan dalam satu arah. Lebar jalur lalu lintas merupakan bagian jalan yang yang paling menentukan lebar melintang jalan secara keseluruhan. Besarnya lebar jalur lalu lintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung dilapangan.

### **2.17.1. Bahu jalan**

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas. Bahu jalan berfungsi sebagai:

1. Ruang untuk tempat berhenti sementara untuk kendaraan yang mogok atau yang sekedar berhenti karena pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh atau untuk beristirahat.

2. Ruang untuk menghindari diri dari saat-saat darurat sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
3. Memberikan kelegaan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
4. Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.
5. Ruang pembantu pada waktu mengerjakan perbaikan atau pemeliharaan jalan (untuk penempatan alat-alat dan penimbunan bahan material).
6. Ruang untuk perlintasan kendaraan-kendaraan patroli, ambulans, yang sangat membutuhkan pada saat kendaraan darurat seperti terjadinya kecelakaan.

### **2.17.2. Trotoar dan Kerb**

Trotoar adalah bagian dari jalan raya yang khusus disediakan untuk pejalan kaki yang terletak didaerah manfaat jalan, yang diberi lapisan permukaan dengan elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan, dan pada umumnya sejajar dengan jalur jalan lalu lintas kendaraan (Suryobuwono, Pasundan, Ricardianto, Tinggi, & Transportasi, 2017). Untuk kenyamanan pejalan kaki maka trotoar harus dibuat terpisah dari jalur lalu lintas oleh struktur fisik berupa kerb. Kerb adalah penonjolan/peninggian tepi perkerasan atau bahu jalan yang dimaksudkan untuk keperluan drainase, mencegah keluarnya kendaraan dari tepi perkerasan dan memberikan ketegasan tepi perkerasan. Pada umumnya kerb digunakan pada jalan-jalan di daerah perkotaan, sedangkan untuk jalan-jalan antar kota kerb digunakan jika jalan tersebut direncanakan untuk lalu lintas dengan kecepatan tinggi/apabila melintasi perkampungan.

### **2.17.3. Median Jalan**

Median adalah jalur yang terletak di tengah jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah. Median serta batas-batasnya harus terlihat oleh setiap mata pengemudi baik pada siang hari maupun malam hari serta segala cuaca dan keadaan. Fungsi median adalah sebagai berikut:



1. Menyediakan areal netral yang cukup lebar dimana pengemudi masih dapat mengontrol keadaanya pada saat-saat darurat.
2. Menyediakan jarak yang cukup untuk membatasi/mengurangi kesilauan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan.
3. Menambah rasa kelegaan, kenyamanan, dan keindahan bagi setiap pengemudi.
4. Mengamankan kebebasan samping dari masing-masing arah lalu lintas.

### **2.18. Gelombang Kejut (*Shockwave*)**

Menurut (Tamin 2003), mendefinisikan gelombang kejut (*shockwave*) sebagai arus pergerakan yang timbul disebabkan karena adanya perbedaan kepadatan dan kecepatan lalu lintas pada suatu ruas jalan. Pada keadaan kondisi arus bebas (*freeflow*), kendaraan akan melaju dengan kecepatan tertentu. Apabila arus tersebut mendapat hambatan (gangguan), maka akan terjadi pengurangan arus yang dapat melewati lokasi hambatan tersebut. Gelombang kejut dapat terjadi pada lalu lintas, persimpangan berlampu lalu lintas, dan pada jalan menyempit (terowongan, jembatan, *bottleneck*). (Studi et al., 2016). Menurut Tamin (2000), secara umum kondisi gelombang kejut dapat diasumsikan terjadi pada dua kondisi, yaitu gelombang kejut gerak maju (*forward moving shock wave*) dan gelombang kejut gerak mundur (*backward moving shock wave*).

### **2.19. Kecepatan**

Kecepatan (*speed*) didefinisikan sebagai jarak yang dapat ditempuh oleh kendaraan dalam satuan waktu, dinyatakan dalam satuan km/jam. Kecepatan adalah variabel kunci dalam perancangan ulang atau perancangan dari fasilitas baru. Hampir semua model analisis dan simulasi lalu lintas memperkirakan kecepatan dan waktu tempuh sebagai kinerja pengukuran, perancangan, permintaan, dan pengontrol sistem jalan, dan dapat dilihat pada Pers. 2.15.

$$V = L/TT \tag{2.15}$$

dimana :

V = Kecepatan rata-rata LV (km/jam)

L = panjang segmen (km)

TT = waktu tempuh rata-rata per segmen (jam).

## 2.20. Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas (FV) didefinisikan sebagai kecepatan pada tingkat arus nol yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan.

Berdasarkan MKJI (1997) untuk kecepatan arus bebas biasanya dipakai Pers. 2.16.

$$FV = (Fvo + FVw) \times FFVsf \times FFVcs \quad (2.16)$$

dimana:

FV = Kecepatan arus bebas sesungguhnya (LV) (Km/jam)

Fvo = Kecepatan arus bebas dasar (LV) (Km/jam)

FVw = Penyesuaian lebar jalan lalu lintas efektif (Km/jam)

FFVcs = Faktor penyesuaian kota

FFVsf = Faktor penyesuaian hambatan samping.

Tabel 2.14: Kecepatan arus bebas dasar FVo untuk jalan perkotaan (MKJI, 1997).

Tipe jalan	Kecepatan arus bebas dasar FVo (km/jam)			
	Kendaraan ringan (LV)	Kendaraan berat (HV)	Sepeda motor (MC)	Semua kendaraan (rata-rata)
Enam lajur terbagi (6/2 D) atau tiga lajur satu arah (3/1)	61	52	48	57

Tabel 2.14: *Lanjutan.*

Empat lajur terbagi (4/2D) atau dua lajur satu arah (2/1)	57	50	47	53
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	53	46	53	51
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	44	40	40	42

Kecepatan arus bebas sebagai kecepatan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan bermotor tanpa dipengaruhi oleh kendaraan bermotor lain di jalan. Kecepatan arus bebas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan, dimana hubungan antara kecepatan arus bebas dengan kondisi geometrik dan lingkungan telah ditentukan dengan metode regresi (Syukri, 2012). Penyesuaian kecepatan arus bebas untuk lebar jalur lalu lintas berdasarkan lebar jalur lalu lintas efektif dan kelas hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 2.11. Lebar lalu lintas efektif diartikan sebagai lebar jalur tempat gerakan lalu lintas setelah dikurangi oleh lebar jalur akibat hambatan samping. Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas akibat lebar jalan (FVW) dipengaruhi oleh kelas jarak pandang dan lebar jalur efektif.

Tabel 2.15: Penyesuaian FVw untuk pengaruh lebar jalur lalu lintas pada kecepatan arus bebas kendaraan ringan (MKJI, 1997).

Tipe jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (Wc) (M)	(FVw Km/jam)
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Per lajur	-4
	3,00	-2
	3,25	0
	3,50	2

Tabel 2.15: *Lanjutan*

	3,75	4
	4,00	
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	-4
	3,00	-2
	3,25	0
	3,50	2
	3,75	4
	4,00	
Dua lajur tak terbagi	Per lajur	
	5	-9,5
	6	-3
	7	0
	8	3
	9	4
	10	6
	11	7

Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota merupakan faktor penyesuaian arus bebas dasar yang merupakan akibat dari banyak populasi penduduk suatu kota (MKJI 1997). Faktor penyesuaian kecepatan berdasarkan ukuran kota diperoleh dari Tabel 2.12.

Tabel 2.16: Faktor Penyesuaian FFVcs Untuk Pengaruh Ukuran Kota Pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (MKJI,1997).

Ukuran kota (jumlah penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,90
0,1-0,5	0,93
0,5-1,0	0,95

Tabel 2.16: *Lanjutan*

1,0-1,3	1,00
>3,0	1,03

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

Tingkat pelayanan yaitu ukuran penilaian kualitas pelayanan suatu jalan. Dimana perbandingan anatara volume dengan kapasitas dapat digunakan. Tingkat pelayanan gunanya untuk menjelaskan suatu kondisi yang dipengaruhi oleh kecepatan, waktu perjalanan, kebebasan untuk bergerak, gangguan lalu lintas, kenyamanan dan keamanan pengemudi. Tingkat pelayanan (*Level Of Service*) umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume lalu lintas.

Hubungan antara kecepatan dan volume jalan perlu diketahui karena kecepatan dan volume merupakan aspek penting dalam menentukan tingkat pelayanan jalan. Apabila volume lalu lintas pada suatu jalan meningkat dan tidak dapat mempertahankan suatu kecepatan konstan, maka pengemudi akan mengalami kelelahan dan tidak dapat memenuhi waktu perjalanan yang direncanakan.

Setiap ruas jalan dapat digolongkan pada tingkat tertentu antara A sampai F yang mencerminkan kondisinya pada kebutuhan atau volume pelayanan tertentu (MKJI, 1997).

Menurut (Tamin, 2003), terdapat dua buah definisi tentang tingkat pelayanan suatu ruas jalan yaitu (Kayori & Sendow, 2013):

1. Tingkat Pelayanan Tergantung Arus (*Flow Dependent*)
2. Tingkat Pelayanan Tergantung Fasilitas (*Facility Dependent*)

Penjelasan singkat mengenai kondisi operasi tingkat pelayanan dapat dilihat pada Tabel 2.17.

Tabel 2.17: Karakteristik tingkat pelayanan (MKJI, 1997).

No	Tingkat pelayanan	Tingkat pelayanan	V/C ratio
1	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi arus bebas</li> <li>• Kecepatan tinggi <math>\geq 100</math> km/jam</li> <li>• Volume lalu lintas sekitar 30% dari kapasitas (600/smp/jam /jalur)</li> </ul>	0,00 – 0,20
2	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus stabil</li> <li>• Kecepatan lalu lintas sekitar 90 km/jam</li> <li>• Volume lalu lintas sekitar 50% dari kapasitas (1000 smp/jam/lajur)</li> </ul>	0,21 – 0,44
3	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus stabil</li> <li>• Kecepatan lalu lintas sekitar <math>\geq 75</math> km/jam</li> <li>• Volume lalu lintas sekitar 75 % dari kapasitas (1500 smp/jam/lajur)</li> </ul>	0,45 – 0,75
4	D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus tidak stabil</li> <li>• Kecepatan lalu lintas sekitar 50 km/jam</li> <li>• Volume lalu lintas mendekati kapasitas (2000 smp/jam/lajur)</li> </ul>	0,85 – 1,00
5	F	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus tertahan, kondisi terhambat</li> <li>• Kecepatan <math>\leq 50</math> km/jam</li> </ul>	$\geq 1,00$

## 2.22. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas. Derajat kejenuhan digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan (DS) menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak.

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas dinyatakan dalam smp/jam. Besarnya derajat kejenuhan secara teoritis tidak bisa lebih nilai 1 (satu), yang artinya apabila nilai tersebut mendekati nilai 1 maka kondisi lalu lintas sudah mendekati jenuh, dan secara visual atau secara langsung bisa dilihat di lapangan kondisi lalu lintas yang terjadi mendekati padat dengan kecepatan rendah (Kayori & Sendow, 2013). Derajat kejenuhan pada jalan tertentu dihitung pada Pers. 2.17.

$$D_s = \frac{Q \cdot smp}{C} \quad (2.17)$$

dimana:

$D_s$  = Derajat kejenuhan (smp/jam)

$Q$  = Arus lalu lintas

$C$  = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

$Q \cdot smp$  = Arus total yang sesungguhnya (smp/jam) yang dihitung dengan

$Q \cdot smp = Q \text{ kendaraan} \times F \cdot smp$  sehingga:

$Q = emp \text{ LV} \times LV \text{ (kend/jam)} + emp \text{ HV} \times HV \text{ (kend/jam)} + emp \text{ Mc} \times Mc \text{ (kend/jam)}$ .

Untuk nilai emp, masing-masing kendaraan didapat dari tabel emp.

### **2.23. Penyebab Kemacetan Lalu Lintas**

Penyebab kemacetan lalu lintas yang terjadi karena adanya tempat pusat perbelanjaan. Jika arus lalu lintas mendekati kapasitas, kemacetan mulai terjadi. Kemacetan semakin meningkat apabila arus begitu besarnya sehingga kendaraan sangat berdekatan satu sama lain. Kemacetan total terjadi apabila kendaraan harus berhenti atau bergerak sangat lambat (Tamin, 2003)

Kemacetan ditinjau dari tingkat pelayanan jalan, pada saat LOS kurang dari C, kondisi arus lalu lintas mulai tidak stabil, kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relatif kecil. Pada

kondisi ini volume kapasitas lebih besar atau sama dengan 0,8 ( $V/C \geq 0,8$ ). Jika LOS sudah mencapai E, aliran lalu lintas menjadi tidak stabil sehingga terjadilah tundaan berat yang disebut dengan kemacetan lalu lintas.

## 2.24. Perhitungan Lalu Lintas

A. Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR), yang dihitung dengan rumus:

$$LHR = (1+i)^n \quad (2.18)$$

Dimana

$i$  = pertumbuhan lalu-lintas

$n$  = umur rencana

B. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP), yang dihitung dengan rumus:

$$LEP = \sum LHR \times C \times E \quad (2.19)$$

Dimana

$C$  = koefisien distribusi arah

$E$  = masing-masing jenis kendaraan

C. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA), yang dihitung dengan rumus:

$$LEA = \sum LHR(1 + i)^{ur} \times C \times E \quad (2.20)$$

Dimana :

$i$  = pertumbuhan lalu lintas

$E$  = masing-masing jenis kendaraan

D. Lintas Ekuivalen Tengah (LET), yang dihitung dengan rumus:

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \quad (2.21)$$

E. Lintas Ekuivalen Rencana (LER), yang dihitung dengan rumus:

$$LER = LET \times FP \quad (2.22)$$

$FP$  = faktor Penyesuaian

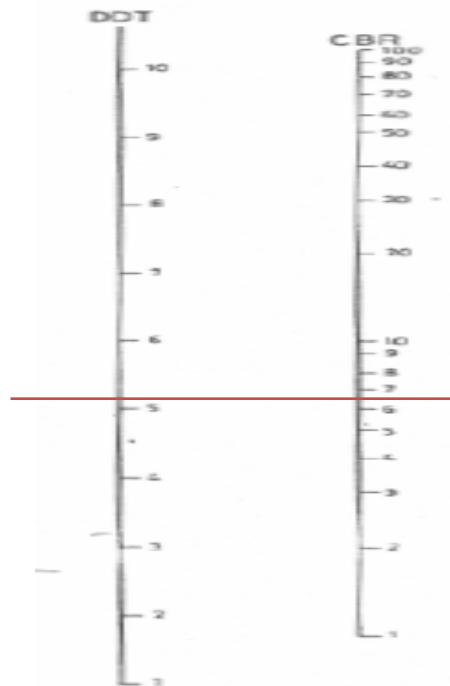
$$FP = \frac{UR}{10} \quad (2.22b)$$

$UR$  = umur rencana



## 2.25. Perhitungan Daya Dukung Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Daya dukung tanah dasar diperoleh dari nilai CBR. Dari nilai CBR yang diperoleh ditentukan nilai CBR rencana yang merupakan nilai CBR rata-rata untuk suatu jalur tertentu.



Gambar 2.18: Nomogram Korelasi DDT dan CBR.  
(Sumber: SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-17321989)

Catatan:

Hubungkan nilai CBR dengan garis mendatar ke sebelah kiri diperoleh nilai DDT.

### 2.25.1. Faktor Regional

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata per tahun. Mengingat persyaratan penggunaan disesuaikan dengan "Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya" edisi terakhir, maka pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat dianggap sama.

Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini, Faktor Regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan) sebagai berikut:

Tabel 2.18: Faktor Regional (FR) (SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-17321989).

	Kelandaian I (<6 %)		Kelandaian II (6-10 %)		Kelandaian III (> 10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30 %	> 30%	≤ 30 %	> 30%	≤ 30 %	> 30%
Iklim I <900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II <900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Catatan: Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

### 2.25.2. Indeks Permukaan

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini:

IP = 1,0: adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5: adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0: adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5: adalah menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.19: Indeks pada akhir umur rencana (IP<sub>o</sub>) (SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-17321989).

LER = Lintas Ekivalen Rencana	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000		2,0 – 2,5	2,5	2,5

Dalam menentukan indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP<sub>0</sub>) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan lentur pada awal umur rencana, indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP<sub>0</sub>) untuk beerapa lapisan perkerasan dapat dilihat pada tabel 2.29 dibawah ini:

Tabel 2.20: Indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP<sub>0</sub>) (SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-17321989).

Jenis lapis perkerasan	IP <sub>0</sub>
Lapis beton aspal ( Laton/AC) dan lapis beton aspal modifikasi ( Laston Modifikasi/AC-mod)	≥ 4
Lapis tipis beton aspal ( Lataston/HRS)	≥ 4

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IP<sub>o</sub>) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana, menurut daftar VI di bawah ini:

Tabel 2.21: Indeks permukaan pada awal umur rencana (Ipo) (SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-17321989).

Jenis Permukaan	Ipo	Roughness *) (mm/km)
LASTON	$\geq 4$	$\leq 1000$
	3,9 – 3,5	$> 1000$
LASBUTAG	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
HRA	3,9 – 3,5	$\leq 2000$
	3,4 – 3,0	$> 2000$
BURDA	3,9 – 3,5	$< 2000$
BURTU	3,4 – 3,0	$< 2000$
LAPEN	3,4 – 3,0	$\leq 3000$
	2,9 - 2,5	$> 3000$
LATASBUM	2,9 - 2,5	
BURAS	2,9 - 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

### 2.25.3. Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah). Nilai koefisien kekuatan relatif (a) dan tebal minimum lapis perkerasan (D) dapat dihitung setelah nilai ITP diketahui dari grafik nomogram. Tebal minimum lapis pondasi bawah untuk setiap nilai ITP ditentukan sebesar 10 cm (Bina Marga, 1987).

Dalam perencanaan jalan baru atau lapis tambah membutuhkan beberapa parameter dalam perencanaannya, parameter yang digunakan dalam metoda SNI

1973-1989-F sebenarnya hampir sama dengan yang digunakan pada metoda AASHTO 1993 yang dimodifikasi sedikit sesuai dengan kondisi lingkungan dan iklim di Indonesia.

Kebutuhan tebal lapis tambah atau *overlay* (Dov) dihitung berdasarkan nilai SNf dan SNeff-min. Untuk koefisien kekuatan relatif bahan *overlay* (AC) a01 yang digunakan adalah 0,4 (Laston). Setelah mengetahui kebutuhan *overlay* pada masing-masing segmen sesuai perhitungan AASHTO 1993 perlu direkomendasikan tebal *overlay* di lapangan yang terkait dengan kemudahan dalam mengaplikasikannya (tebal *overlay* yang telah dibulatkan dalam satuan cm) dan penyesuaian ketinggian *overlay* suatu segmen dengan segmen yang lain.

Berdasarkan jenis dan fungsi material lapis perkerasan, estimasi koefisien kekuatan relatif dikelompokkan kedalam 4 kategori, yaitu :

- Ø beton aspal (asphalt concrete).
- Ø lapis pondasi granular (granular base).
- Ø lapis pondasi bawah granular (granular subbase).
- Ø cement treated base (CTB).

Tabel 2.22: Koefisien Relatif (a) (SKBI – 2.3.23.1987).

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (Kg)	Kt (kg/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	
0,40			744			LASTON
0,35			590			
0,32			454			
0,30			340			
0,35			744			LABUSTAG
0,31			590			
0,28			454			
0,26			340			
0,30			340			HRA
0,26			340			Aspal Makadam
0,25						LAPEN mekanis
0,20						LAPEN manual
	0,28		590			
	0,26		454			LASTON ATAS
	0,24		340			

Tabel 2.22: *Lanjutan.*

	0,23					LAPEN mekanis
	0,19					LAPEN manual
	0,15			22		Stabilitas tanah dengan semen
	0,13			18		
	0,15			22		Stabilitas tanah dengan kapur
	0,13			18		
	0,14				100	Batu Pecah kelas A
	0,13				80	Batu pecah kelas B
	0,12				60	Batu pecah kelas C
		0,13			70	Sirtu Kelas A
		0,12			50	Sirtu Kelas B
		0,11			30	Sirtu Kelas C
		0,10			20	Tanah Lempung / Kepasiran

Catatan: Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari k3-7. Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21.

## 2.26. Indeks Tebal Perkerasan

ITP adalah angka yang menunjukkan nilai struktural perkerasan jalan yang terdiri dari beberapa lapis dengan mutu yang berbeda. Oleh karena itu untuk menentukan ITP diperlukan koefisien relatif sehingga tebal perkerasan setiap lapis setelah dikalikan dengan koefisien relatif dapat dijumlahkan. ITP dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \quad (2.23)$$

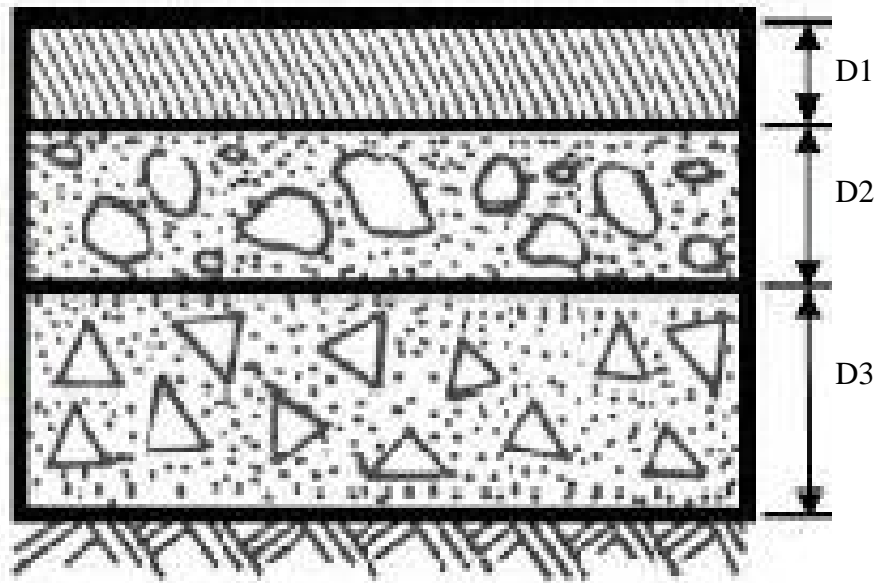
Dimana :ITP = indeks tebal perkerasan

a = koefisien lapisan

D1 = tebal lapisan atas, (cm)

D2 = tebal lapisan pondasi, (cm)

D3 = tebal lapisan pondasi bawah, (cm)



Gambar 2.19: Susunan Lapis Perkerasan Jalan.  
 (Sumber: Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah 2002, Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur)

Tabel 2.23: Batas minimum tebal lapisan perkerasan (SKBI – 2.3.23.1987).

Lapisan Permukaan		
ITP	Tebal Minimum ( cm )	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung ( Buras/ Burtu/ Burda )
3,00 - 6,70	5	Laston / Aspal Macadam / HRA / Lasbutag / Laston
6,71 - 7,49	7,5	Lapen / Aspal Macadam / HRA / Lasbutag / Laston
7,50 - 9,99	7,5	Lasbutag / laston
> 10,00	10	Laston

Tabel 2.24: Batas minimum tebal lapis pondasi (SKBI – 2.3.23.1987).

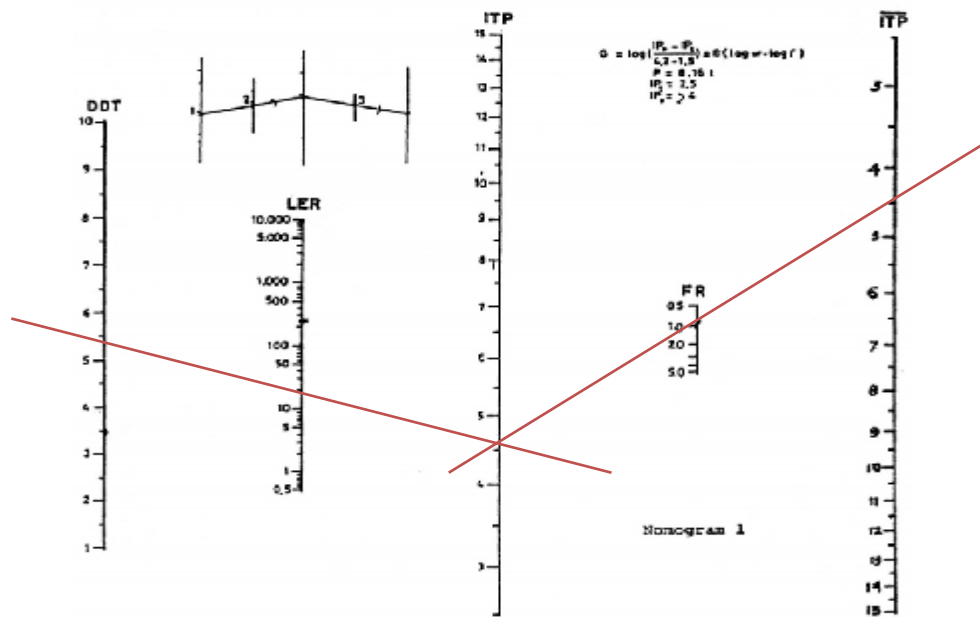
Lapisan Pondasi		
ITP	Tebal Minimum ( cm )	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur
3,00 - 7,49	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur
7,50 - 9,99	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur, macadam,
10,00 - 12,14	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam,
		lapen, laston atas
> 12,25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen,
		stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam,
		lapen, laston atas

Tabel 2.25: Batas Minimum Tebal Lapisan Pondasi Bawah (SKBI – 2.3.23.1987).

Lapisan Pondasi Bawah
Untuk nilai setiap ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm

Pada saat menentukan tebal lapis perkerasan, perlu dipertimbangkan keefektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi, dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan dihasilkannya perencanaan yang tidak praktis. Dari segi keefektifan biaya, jika perbandingan antara biaya untuk lapisan pertama dan lapisan kedua lebih kecil dari pada perbandingan tersebut dikalikan dengan koefisien drainase, maka perencanaan yang secara ekonomis optimum adalah apabila digunakan tebal lapis pondasi minimum.



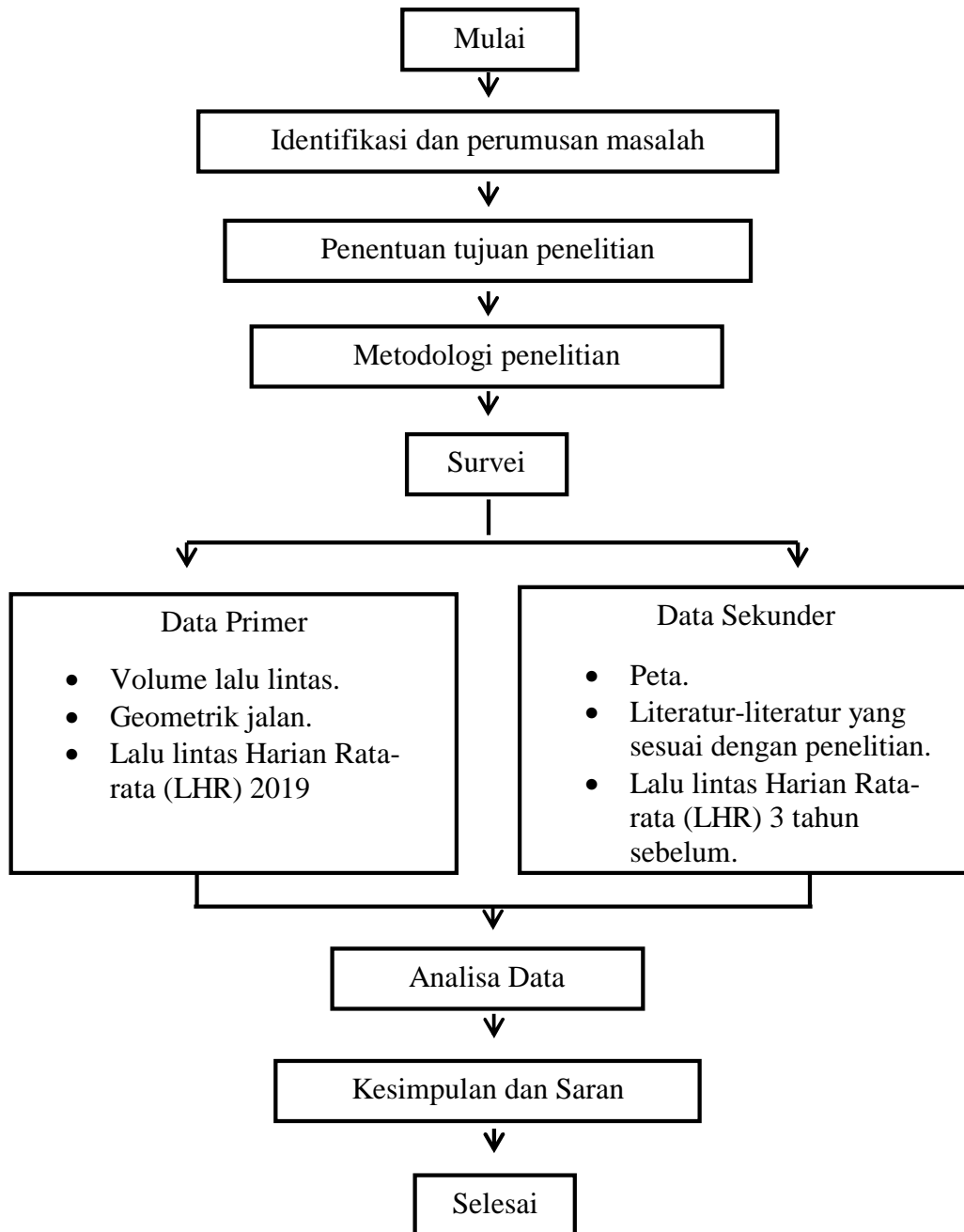


Gambar 2.20: Nomogram 1 untuk  $IP_t = 2,5$  dan  $IPO \geq$   
(Sumber: SKBI 2.3.26.1987/SNI 03-17321989)

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

### **3.2. Tahapan Persiapan**

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahap ini dilakukan penyusunan rencana agar diperoleh waktu efektif dan efisien dalam mengerjakan penelitian ini. Pada tahap ini dilakukan pengamatan pendahuluan agar didapat gambaran umum dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada di lapangan. Lingkup pekerjaan yang dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka terhadap materi terkait dengan penelitian yang dilakukan.
2. Menentukan kebutuhan data.

### **3.3. Tahapan Kerja Penelitian**

Untuk mendapatkan data yang diinginkan serta memperoleh hasil yang diharapkan dalam penelitian ini, berikut diberikan tahapan–tahapan pekerjaan penelitian, sebagai berikut:

- a. Tugas akhir ini dibagi atas tiga tahapan penelitian, yaitu tahap persiapan, perancangan dan analisis, serta kesimpulan.
- b. Penelitian ini dimulai dengan proses identifikasi masalah kemudian dirumuskan menjadi tujuan penelitian, seperti yang telah dijelaskan pada bab I.
- c. Setelah dirumuskannya tujuan penelitian, tahapan selanjutnya adalah studi/survei pendahuluan (*pilot study*) untuk menentukan ruang lingkup pembahasan dan pembatasan masalah yang akan dibahas, identifikasi data yang dibutuhkan, teknik/cara pengumpulan data, termasuk waktu pelaksanaan survei.
- d. Tahapan pengumpulan data adalah proses pengumpulan data yang akan diolah sehingga dapat digunakan sebagai input dalam proses analisis selanjutnya. Pengumpulan data dan analisis dalam penelitian ini secara garis besar dapat dikelompokkan dengan karakteristik lalu lintas (perilaku lalu lintas) yang ada di persimpangan yakni kondisi geometrik simpang yang diamati, arus lalu lintas.
- e. Setelah dilakukan survei lalu lintas di persimpangan Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) yang diamati, tahap selanjutnya adalah

- pengolahan data. Menghitung lalu-lintas harian rata-rata (LHR) serta desain untuk mengetahui waktu *traffic light* berdasarkan data yang diperoleh.
- f. Setelah dilakukan pengolahan data, tahap berikutnya adalah perencanaan *traffic light*. Pada tahap ini ditentukan waktu *traffic light* dengan memperhatikan parameter kinerja yakni geometrik jalan dan volume lalu lintas.
  - g. Setelah tahap-tahap di atas dilakukan, maka akan diperoleh beberapa kesimpulan terutama mengetahui waktu *traffic light* pada persimpangan tersebut.

### **3.4. Perancangan Survei Lalu Lintas**

#### **3.4.1. Waktu pelaksanaan**

Sesuai dengan pertimbangan untuk memperoleh gambaran kondisi lalu lintas yang sibuk maka survei lalu lintas dilakukan selama satu minggu penuh, dimulai pada pukul 07.00 wib sampai dengan sore pukul 18.00 wib. Hal ini dilakukan agar dapat diperoleh data yang lebih akurat sehingga hasilnya dapat digunakan untuk perencanaan waktu *traffic light*.

#### **3.4.2. Prosedur Pelaksanaan Perhitungan Arus Lalu Lintas Aktual**

Menentukan komposisi jenis kendaraan yang diamati menurut pengelompokkan, angka ekivalen tersebut dibagi atas 3 jenis. Adapun 3 jenis kendaraan tersebut antara lain kendaraan ringan (*Light Vehicle* = LV), kendaraan berat (*Heavy Vehicle* = HV), dan jenis sepeda motor (*Motor Cycle* = MC). Perhitungan arus kendaraan didasarkan pada time slice traffic light.

Formulir data yang dibuat akan berisikan hal sebagai berikut:

Arah pergerakan kendaraan berdasarkan asal tujuan yang meliputi pergerakan membelok ke kiri, lurus dan berdasarkan jenis kendaraan. Perhitungan jenis kendaraan berdasarkan jumlah tiap jenis kendaraan berdasarkan jumlah tiap jenis kendaraan selama periode pengamatan dalam interval 60 menit serta tersebar dihitung 2 x 60 menit selama periode pagi, siang dan sore.

### 3.4.3. Keadaan Sinyal dan Geometrik Simpang

Keadaan persimpangan yang perlu diamati selanjutnya adalah keadaan sinyal *traffic light* yang meliputi satu siklus yakni periode merah, kuning (amber), dan hijau untuk setiap fase. Demikian juga dengan jumlah fase yang beroperasi pada persimpangan tersebut.

Pelaksanaan pengukuran waktu sinyal diperoleh dengan cara Membuat formulir pencatatan, dengan mempergunakan stop watch, lama sinyal dicatat dengan pertama kali melakukan pencatatan waktu merah, hijau, dan kuning periode merah dan kuning. Kemudian mencatat waktu siklus untuk mencocokkan pencatatan waktu sinyal (merah, kuning, hijau). Pencatatan dilakukan sebanyak tiga kali dalam waktu yang berbeda secara berturut-turut. Dalam hal ini pencatatan dilakukan pada waktu pagi dan siang hari. Tujuannya untuk mengetahui apakah ada perubahan lama waktu sinyal pada waktu tertentu.

### 3.4.4. Tenaga dan Peralatan

#### a. Tenaga (*Surveyor*)

Survey yang dilakukan untuk mengambil data-data volume lalu lintas yang digunakan untuk perhitungan MKJI 1997, masing-masing tim ditujukan untuk melakukan pengamatan pada jeda simpang yang berbeda. Jumlah anggota dalam satu tim tergantung situasi simpang yang akan dihitung volume lalu lintasnya.

Hal pertama yang harus dilakukan adalah survey pendahuluan yang bertujuan untuk mengetahui mengenai data-data awal mengenai pola arus lalu lintas, lokasi survey yang akan dipilih dan jam-jam sibuk/puncak (*peak hour*) dan juga kondisi lingkungan disekitar simpang. Adapun hal-hal yang berfungsi diadakan survey ini yaitu:

1. Penempatan tempat/ titik lokasi survey yang memudahkan pengamat.
2. Penentuan arah lalu lintas dan jenis kendaraan yang disurvei.
3. Membiasakan para penyurvei dalam menggunakan alat yang akan digunakan
4. Memahami kesulitan yang memungkinkan muncul pada pelaksanaan survei dan melakukan revisi sesuai dengan keadaan lapangan serta kondisi yang mungkin dihadapi.

Untuk memudahkan mendapatkan hasil survey yang baik, harus diadakan penjelasan kepada seluruh surveyor yang bersangkutan dengan tugas dan tanggung jawab masing-masing, terdiri dari:

- a. Cara dan pengisian formulir penelitian terkait dengan arus lalu lintas yang dibagi dalam periode tertentu yaitu: 60 menit tiap periode selama 2 jam untuk setiap pengamat.
  - b. Pembagian tugas, yang menyangkut pembagian arah dan jenis kendaraan bagi tiap penyurvei sesuai dengan formulir yang dipegang.
- b. Peralatan

Untuk memperoleh data yang akurat, perlu didukung peralatan yang lengkap dan baik. Peralatan yang dibutuhkan antara lain sebagai berikut: Formulir penelitian jumlah kendaraan yang keluar dari simpang, untuk prosedur survey MKJI 1997.

- a. Alat tulis.
- b. *Stopwatch*.
- c. Meteran gulung untuk mendapatkan data geometrik jalan.
- d. Kamera.
- e. *Handy tally counter*.

#### **3.4.5. Penempatan *Surveyor***

Masalah penempatan *surveyor* pada persimpangan yang diteliti sangat penting untuk diperhatikan, hal ini terkait dengan keakuratan data lalu lintas yang ingin diperoleh, seperti jumlah kendaraan yang dilewatkan oleh masing-masing lengan dan data waktu sinyal *traffic light*. Penempatan *surveyor* dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal, yaitu:

- a. Pertimbangan jenis data yang ingin diperoleh, seperti jumlah kendaraan yang bergerak lurus atau belok kanan, dan lain sebagainya.
- b. Pertimbangan visual *surveyor*, seminimal mungkin posisi yang dipilih terhindar dari halangan untuk mengamati kondisi arus lalu lintas.
- c. Pertimbangan kelancaran lalu lintas, posisi penempatan *surveyor* jangan sampai mengganggu kondisi lalu lintas yang ada.

### **3.5. Metode Survei**

Metode survey yaitu dengan mengadakan pengamatan langsung kondisi *eksisting* di lapangan. Hal ini mutlak dilakukan agar dapat diketahui kondisi actual pada saat ini, sehingga diharapkan tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan keputusan dan kesimpulan atas permasalahan yang ingin diselesaikan. Data yang diperoleh dalam kegiatan survei ini adalah data primer.

#### **3.5.1 Pengumpulan Data**

##### **3.5.1.1 Penentuan Lokasi**

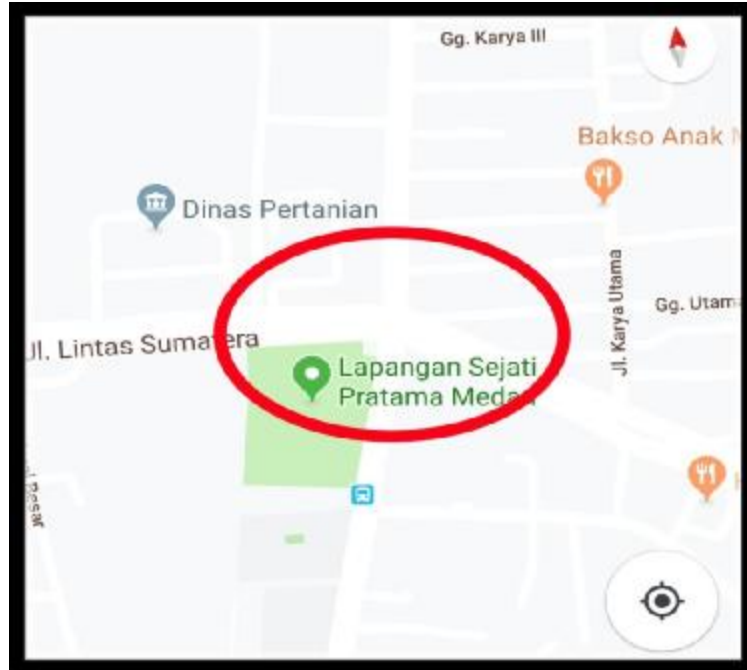
Sesuai dengan tujuan tugas akhir yaitu untuk menentukan efektifitas waktu *traffic light* pada persimpangan maka untuk pemilihan lokasi persimpangan yang dipilih adalah dua persimpangan masing–masing mewakili kondisi lalu lintas yang berbeda. Pemilihan persimpangan didasarkan pada kendala kemacetan, antrian yang cukup panjang pada masing–masing lengan terutama yang terjadi pada jam–jam sibuk (*peak hour*). Hal tersebut memungkinkan terjadinya kondisi arus lalu lintas menjadi jenuh pada persimpangan sehingga apabila kendaraan yang melewati persimpangan tersebut harus mengalami lampu merah dua kali.

Pada saat lampu merah menyala arus lalu lintas pada satu kelompok lajurakan berhenti lalu diperlukan suatu waktu keamanan bagi setiap lengan persimpangan yang disebut jarak kehilangan (*clearance lost time*). Saat ini tidak satupun arus lalu lintas yang dapat melintasi persimpangan dan kemudian barulah arus lalu lintas dari arah yang lain dapat melintasi persimpangan tersebut. Di lapangan sinyal lalu lintas menyediakan interval perubahan yang berupa indikasi kuning dan atau semuanya merah bagi jarak kehilangan waktu ini.

Waktu hijau efektif berarti dapat dihasilkan dengan waktu hijau yang tersedia ditambah dengan interval perubahan dikurangi dengan waktu awal dan jarak kehilangan waktu.

Dengan demikian lokasi pengamatan diusahakan pada persimpangan yang memiliki pembagian lajur dan rambu yang melarang kendaraan parkir pada lengan persimpangan selain instalasi persinyalan *traffic light* yang ada. Kondisi ini dapat dianggap mewakili kondisi persimpangan yang tertib.

Berikut ini dilampirkan peta lokasi simpang yang diamati:



Gambar 3.2: Peta lokasi survei Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati).

### 3.5.1.2. Periode Survei

Pengamatan arus lalu lintas didasarkan pada pengamatan arus rata-rata pada satu periode jam puncak. Berdasarkan pengamatan pendahuluan yang dilakukan secara visual pada persimpangan yang diamati didapat bahwa perkiraan terjadinya jam puncak adalah selama satu periode pagi antara pukul 07.00 wib s.d 09.00 wib, antara pukul 12.00 wib s.d 14.00 wib dan sore hari pukul 16.00 wib s.d 18.00 wib.

Survey untuk memperoleh volume lalu lintas dilakukan selama satu hari sejak pagi pukul 07.00 wib sampai dengan sore pukul 18.00 wib. Arus lalu lintas yang melewati persimpangan dilakukan pengelompokan berdasarkan jenis kendaraan dan distribusi pergerakan yakni membelok ke kiri, ke kanan dan lurus.

### 3.5.1.3. Pengumpulan Data Volume Lalu Lintas

Adapun hasil survei volume lalu lintas di olah dengan menggunakan metode MKJI, jenis kendaraan yang di hitung seperti sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV). Untuk menggambarkan kondisi lalu lintas pada jam-jam puncak, maka survei dilakukan pada jam-jam sibuk seperti pagi hari



mulai pukul 07.00 s/d 09.00 WIB, pada siang hari pukul 12.00 s/d 14.00 WIB, dan sore hari dilakukan pada pukul 16.00 s/d 18.00 WIB. Survei dilakukan per 15 menit sekali dan data volume lalu lintas tahun 2016 diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Medan. Adapun data yang didapat dari Dinas Perhubungan Kota Medan terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Data volume lalu lintas tahun 2016 sebelum peningkatan (Dinas Perhubungan Kota Medan).

Bulan	Volume Kendaraan/Bulan Tahun 2016		
	Sepeda Motor (MC)	Kend.Ringan (LV)	Kend.berat (HV)
	kend/ bulan	kend/ bulan	kend/ bulan
Januari	451238	360226	1427
Februari	471005	345512	1358
Maret	443230	358605	1244
April	466371	383741	1252
Mei	451922	380367	1278
Juni	469295	368670	1192
Juli	485813	421784	1468
Agustus	456760	394849	1312
September	439949	379975	1339
Oktober	439830	387722	1181
November	457310	377759	1228
Desember	483334	410797	1508

Adapun data volume lalu lintas di Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) didapat dari hasil survei lapangan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Data Volume Lalu Lintas Setelah Peningkatan.

Pagi pukul 07.00 s/d 09.00 WIB	Senin, 8 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. Ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
07.00-07.15	690	568	57
07.15-07.30	678	584	46
07.30-07.45	798	724	44
07.45-80.00	773	583	47
08.00-08.15	746	603	58
08.15-08.30	805	812	76
08.30-08.45	822	774	81
08.45-09.00	791	625	75
Siang pukul 12.00 s/d 14.00 WIB	Senin, 8 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. Ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
12.00-12.15	798	633	48
12.15-12.30	734	789	57
12.30-12.45	811	804	31
12.45.13.00	807	693	52
13.00-13.15	831	888	33
13.15-13.30	693	743	65
13.30-13.45	760	777	78
13.45-14.00	715	675	39

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Sore pukul 16.00 s/d 18.00 WIB	Senin, 8 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. Ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
16.00-16.15	686	884	58
16.15-16.30	872	632	66
16.30-16.45	644	579	72
16.45-17.00	701	801	61
17.00-17.15	707	544	76
17.15-17.30	836	784	67
17.30-17.45	784	707	88
17.45-18.00	896	698	83
Pagi pukul 07.00 s/d 09.00 WIB	Selasa, 9 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. Ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
07.00-07.15	623	324	51
07.15-07.30	675	597	53
07.30-07.45	759	615	63
07.45-80.00	886	748	72
08.00-08.15	795	756	81
08.15-08.30	768	801	88
08.30-08.45	586	799	64
08.45-09.00	510	631	51

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Siang pukul 12.00 s/d 14.00 WIB	Selasa, 9 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
12.00-12.15	798	833	61
12.15-12.30	534	749	56
12.30-12.45	511	501	71
12.45-13.00	697	493	59
13.00-13.15	790	622	68
13.15-13.30	778	809	84
13.30-13.45	693	805	63
13.45-14.00	833	775	77
Sore pukul 16.00 s/d 18.00 WIB	Selasa, 9 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
16.00-16.15	770	655	71
16.15-16.30	710	588	63
16.30-16.45	745	806	75
16.45-17.00	521	720	73
17.00-17.15	565	595	65
17.15-17.30	675	708	48
17.30-17.45	803	721	82
17.45-18.00	776	801	66

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Pagi pukul 07.00 s/d 09.00 WIB	Rabu, 10 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
07.00-07.15	480	493	57
07.15-07.30	586	682	43
07.30-07.45	704	734	32
07.45-80.00	674	678	66
08.00-08.15	743	564	55
08.15-08.30	811	743	74
08.30-08.45	803	823	78
08.45-09.00	787	787	64
Siang pukul 12.00 s/d 14.00 WIB	Rabu, 10 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
12.00-12.15	648	764	72
12.15-12.30	686	706	64
12.30-12.45	636	806	74
12.45.13.00	577	722	42
13.00-13.15	757	748	56
13.15-13.30	726	505	83
13.30-13.45	811	758	81
13.45-14.00	694	761	83

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Sore pukul 16.00 s/d 18.00 WIB	Rabu, 10 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
16.00-16.15	710	699	55
16.15-16.30	764	707	45
16.30-16.45	814	445	67
16.45-17.00	797	668	48
17.00-17.15	812	673	75
17.15-17.30	778	745	84
17.30-17.45	788	724	79
17.45-18.00	808	793	86
Pagi pukul 07.00 s/d 09.00 WIB	Kamis, 11 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
07.00-07.15	410	456	53
07.15-07.30	458	522	67
07.30-07.45	698	741	88
07.45-80.00	668	794	91
08.00-08.15	712	800	82
08.15-08.30	862	788	74
08.30-08.45	768	765	89
08.45-09.00	812	805	75

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Siang pukul 12.00 s/d 14.00 WIB	Kamis, 11 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
12.00-12.15	785	607	65
12.15-12.30	802	677	68
12.30-12.45	696	542	51
12.45-13.00	427	798	32
13.00-13.15	578	690	73
13.15-13.30	624	749	87
13.30-13.45	487	570	77
13.45-14.00	566	722	90
Sore pukul 16.00 s/d 18.00 WIB	Kamis, 11 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
16.00-16.15	597	734	43
16.15-16.30	554	722	71
16.30-16.45	601	563	44
16.45-17.00	731	532	58
17.00-17.15	791	883	86
17.15-17.30	843	795	78
17.30-17.45	792	868	84
17.45-18.00	780	827	83

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Pagi pukul 07.00 s/d 09.00 WIB	Jumat, 12 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
07.00-07.15	512	688	65
07.15-07.30	600	690	54
07.30-07.45	602	738	88
07.45-80.00	722	780	42
08.00-08.15	811	804	69
08.15-08.30	678	700	78
08.30-08.45	780	678	71
08.45-09.00	801	750	67
Siang pukul 12.00 s/d 14.00 WIB	Jumat, 12 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
12.00-12.15	659	727	60
12.15-12.30	704	546	71
12.30-12.45	622	689	79
12.45.13.00	530	804	32
13.00-13.15	521	813	41
13.15-13.30	666	783	55
13.30-13.45	630	674	61
13.45-14.00	711	680	73



Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Sore pukul 16.00 s/d 18.00 WIB	Jumat, 12 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
16.00-16.15	721	582	52
16.15-16.30	756	576	66
16.30-16.45	810	621	73
16.45-17.00	824	711	76
17.00-17.15	642	513	81
17.15-17.30	790	554	85
17.30-17.45	821	671	69
17.45-18.00	851	677	85
Pagi pukul 07.00 s/d 09.00 WIB	Sabtu, 13 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
07.00-07.15	400	505	31
07.15-07.30	590	304	46
07.30-07.45	711	672	43
07.45-80.00	562	818	23
08.00-08.15	642	523	19
08.15-08.30	712	607	40
08.30-08.45	445	485	52
08.45-09.00	523	578	67

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Siang pukul 12.00 s/d 14.00 WIB	Sabtu, 13 Juli 2019		
	Sepeda Motor (MC)	Kend. Ringan (LV)	Kend.Berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	Kend/15menit	Kend/15menit	Kend/15menit
12.00-12.15	733	565	51
12.15-12.30	715	608	67
12.30-12.45	812	557	45
12.45-13.00	606	424	21
13.00-13.15	632	807	70
13.15-13.30	575	753	68
13.30-13.45	635	664	81
13.45-14.00	800	633	33
Sore pukul 16.00 s/d 18.00 WIB	Sabtu, 13 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
16.00-16.15	691	506	60
16.15-16.30	798	678	71
16.30-16.45	738	703	63
16.45-17.00	755	720	79
17.00-17.15	677	572	55
17.15-17.30	809	621	81
17.30-17.45	764	548	61
17.45-18.00	881	697	46

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Pagi pukul 07.00 s/d 09.00 WIB	Minggu, 14 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
07.00-07.15	713	698	78
07.15-07.30	662	715	51
07.30-07.45	801	528	67
07.45-80.00	823	614	43
08.00-08.15	758	552	56
08.15-08.30	699	735	70
08.30-08.45	841	703	81
08.45-09.00	861	611	77
Siang pukul 12.00 s/d 14.00 WIB	Minggu, 14 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
12.00-12.15	612	602	60
12.15-12.30	687	607	51
12.30-12.45	524	592	69
12.45.13.00	772	812	58
13.00-13.15	672	655	21
13.15-13.30	706	709	70
13.30-13.45	824	713	34
13.45-14.00	743	582	46

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Sore pukul 16.00 s/d 18.00 WIB	Minggu, 14 Juli 2019		
	sepeda motor (MC)	kend. ringan (LV)	kend.berat (HV)
	EMP=0,25	EMP=1,0	EMP=1,2
	kend/15menit	kend/15menit	kend/15menit
16.00-16.15	717	86	74
16.15-16.30	740	134	62
16.30-16.45	547	113	58
16.45-17.00	832	163	81
17.00-17.15	658	124	47
17.15-17.30	598	175	68
17.30-17.45	783	163	65
17.45-18.00	861	97	83

Adapun hasil survei volume lalu lintas diolah dengan menggunakan metode Webster, jenis kendaraan yang di hitung seperti sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV). Untuk menggambarkan kondisi lalu lintas pada jam-jam puncak, maka survei dilakukan pada jam-jam sibuk seperti pagi hari mulai pukul 07.00 s/d 09.00 WIB, pada siang hari pukul 12.00 s/d 14.00 WIB, dan sore hari dilakukan pada pukul 16.00 s/d 18.00 WIB, dan juga dilakukan survey lalu lintas perjam yang dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3: Data volume lalu lintas perjam tahun 2019 sesudah peningkatan.

Pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah utara (fase 1)		
	Kendaraan Berat (HV) kend/jam	Kendaraan Ringan (LV) kend/jam	Sepeda Motor (MC) kend/jam
07.00-08.00	2	216	432
08.00-09.00	1	196	566
12.00-13.00	1	155	504
13.00-14.00	3	176	589
16.00-17.00	2	168	480
17.00-18.00	4	219	601
Pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah barat (fase 2)		
	Kendaraan Berat (HV) kend/jam	Kendaraan Ringan (LV) kend/jam	Sepeda Motor (MC) kend/jam
07.00-08.00	101	1229	1471
08.00-09.00	140	1307	1382
12.00-13.00	31	1468	1426
13.00-14.00	90	1521	1396
16.00-17.00	134	1456	1170
17.00-18.00	150	1305	1635
Pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah timur (fase 3)		
	Kendaraan Berat (HV) kend/jam	Kendaraan Ringan (LV) kend/jam	Sepeda Motor (MC) kend/jam
07.00-08.00	93	1230	1468
08.00-09.00	150	1507	1782
12.00-13.00	63	1451	1724
13.00-14.00	125	1562	1605
16.00-17.00	123	1440	1733
17.00-18.00	164	1428	1588

Tabel 3.3: *Lanjutan.*

Pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah selatan (fase 4)		
	Kendaraan Berat (HV) kend/jam	Kendaraan Ringan (LV) kend/jam	Sepeda Motor (MC) kend/jam
07.00-08.00	-	140	519
08.00-09.00	2	131	488
12.00-13.00	1	160	411
13.00-14.00	-	152	506
16.00-17.00	3	165	485
17.00-18.00	3	171	573

#### 3.5.1.4. Pengambilan Data Geometrik

Untuk pengambilan data geometrik jalan dilakukan dengan pengukuran langsung dilapangan yang bertujuan untuk mendapatkan tipe lokasi, jumlah lajur, dan lebar lajur. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran gulung. Adapun data yang diambil dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel 3.4: Data geometrik sebelum peningkatan ruas dan simpang.

Nama Jalan	Lebar Jalan (m)	Tipe Jalan	Lebar Lajur (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Median (m)	Lebar Bahu Jalan (m)
Jl. Karya Jaya (Utara)	10	(2/1 UD)	4,5	9	-	1
Jl. Abdul Haris Nasution (Timur)	15,5	(4/2 D)	4,25	8,5	6	1
Jl. Abdul Haris Nasution (Barat)	15,5	(4/2 D)	4,25	8,5	6	1
Jl. Karya Jaya (Selatan)	10	(2/1 UD)	4,5	9	-	1

Tabel 3.5: Data geometrik sesudah peningkatan ruas dan simpang.

Nama Jalan	Lebar Jalan (m)	Tipe Jalan	Lebar Lajur (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Median (m)	Lebar Bahu Jalan (m)
Jl. Karya Jaya (Utara)	10,5	(2/1 UD)	4,75	9,5	-	1
Jl. Abdul Haris Nasution (Timur)	27,5	(4/2 D)	5,25	10,5	6	1
Jl. Abdul Haris Nasution (Barat)	27,5	(4/2 D)	5,25	10,5	6	1
Jl. Karya Jaya (Selatan)	10,5	(2/1 UD)	4,75	9,5	-	1

### 3.5.1.5. Pengambilan Data Tebal Perkerasan

Data diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Medan. Adapun data yang didapat dari Dirjen Bina Marga (BBPJM) Sumut terlihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Data tebal perkerasan Jalan Abdul Haris Nasution.

No	Lokasi	Lokasi	CBR (%)
1	Underpass Titi Kuning – A.H. Nasution	0 + 00	13,33
2	Underpass Titi Kuning – A.H. Nasution	0 + 200	9,72
3	Underpass Titi Kuning – A.H. Nasution	0 + 400	2,11
4	Underpass Titi Kuning – A.H. Nasution	0 + 600	4,16
5	Underpass Titi Kuning – A.H. Nasution	0 + 800	3,35
Total			32,67

(Sumber: Dirjen Bina Marga (BBPJM) Sumut)

Penentuan CBR segmen ini menggunakan cara analitis, data CBR lapangan terlampir pada Tabel 3.6:

$$\begin{aligned} \text{Rumus : CBR rata-rata} &= \frac{\sum \text{CBR lapangan}}{n} \\ &= \frac{32,67}{5} = 6.534 \% \end{aligned}$$



## BAB 4

### HASIL PEMBAHASAN

#### 4.1. Volume Lalu Lintas

Hasil dari survei arus lalu lintas pada persimpangan disajikan dalam bentuk tabel sebagaimana diperlihatkan dalam lampiran survei perhitungan lalu lintas untuk tiap arah pergerakan. Tabel dibawah ini menunjukkan grafik fluktuasi arus lalu lintas hasil survei pada jam puncak sore hari. Perhitungan arus lalu lintas yang dilakukan dari hasil survei merupakan hasil perhitungan yang dilakukan tiap 60 menit.

Tahapan–tahapan yang dilakukan dalam melakukan survei pengumpulan data volume lalu lintas ini adalah :

- a. Menentukan kategori jenis kendaraan yaitu kendaraan ringan (sedan, minibus, jeep, opelet, dan pick up), kendaraan berat (bus, truk 2 sumbu, truk 3 sumbu, truk gandeng, truk semi trailer), dan sepeda motor.
- b. Melakukan survei pengumpulan data dengan cara pencacahan manual, dengan mencatat jumlah pergerakan setiap kendaraan yang melintasi titik yang telah ditentukan.

Tabel 4.1: Data Arus Lalu Lintas pada persimpangan Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) untuk 4 fase pada jam sibuk di jam 17.00-18.00. (Tabel 3.3)

Tipe Kendaraan	Jumlah Arus Lalu Lintas			
	Utara (fase 1)	Barat (fase 2)	Timur (fase 3)	Selatan (fase 4)
MC	601	1635	1588	573
LV	219	1305	1428	171
HV	4	150	164	7

#### 4.2. Menghitung Perencanaan *Traffic Light*

##### 4.2.1. Menghitung Arus Jenuh (S)

Arus jenuh (s) dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam tanpa lalu lintas yang membelok ke kanan dan tanpa kendaraan parkir.

$$\begin{aligned}
S &= 525 \times W \\
S \text{ Utara ( fase 1 )} &= 525 \times 9,5 = 4988 \\
S \text{ Barat ( fase 2)} &= 525 \times 10,5 = 5513 \\
S \text{ Timur ( fase 3)} &= 525 \times 10,5 = 5513 \\
S \text{ Selatan ( fase 4)} &= 525 \times 9,5 = 4988
\end{aligned}$$

#### 4.2.2. Menghitung Arus Normal (q)

Arus normal (q) adalah jumlah kendaraan yang masuk pada suatu ruas persimpangan dalam satu satuan batas waktu yang sudah dikalikan dengan koefisien masing-masing sesuai dengan jenis kendaraan yang melewati ruas impang tersebut.

$$\begin{aligned}
q \text{ Utara (fase 1)} &= 219 \times 1 + 4 \times 1,3 + 601 \times 0,2 \\
&= 344 \text{ (smp/jam)} \\
q \text{ Barat (fase 2)} &= 1305 \times 1 + 150 \times 1,3 + 1635 \times 0,2 \\
&= 1827 \text{ (smp/jam)} \\
q \text{ Timur (fase 3)} &= 1428 \times 1 + 164 \times 1,3 + 1588 \times 0,2 \\
&= 1958 \text{ (smp/jam)} \\
q \text{ Selatan (fase 4)} &= 171 \times 1 + 7 \times 1,3 + 573 \times 0,2 \\
&= 294 \text{ (smp/jam)}
\end{aligned}$$

#### 4.2.3. Menghitung Rasio Arus Simpang (Y)

Mencari rasio antara volume lalu lintas dan arus jenuh setiap persimpangan menggunakan persamaan berikut:

$$Y_i = q_i / s_i$$

$$\begin{aligned}
Y1 \text{ Utara (fase 1)} &= \frac{344}{5513} = 0,061 \\
Y2 \text{ Barat (fase 2)} &= \frac{1827}{5513} = 0,33 \\
Y3 \text{ Timur (fase 3)} &= \frac{1958}{5513} = 0,35 \\
Y3 \text{ Selatan (fase 4)} &= \frac{294}{5513} = 0,06
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum Y_i &= Y \text{ Utara (fase 1)} + Y \text{ Barat (fase 2)} + Y \text{ Timur (fase 3)} + Y \text{ Selatan} \\ &\quad \text{(fase 4)} \\ &= 0,801 \end{aligned}$$

#### 4.2.4. Menghitung Total Waktu Hilang (L)

Waktu hilang adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap.

$$\begin{aligned} &= 4 (4 + 4) \\ &= 32 \text{ detik} \end{aligned}$$

#### 4.2.5. Menghitung Waktu Siklus Optimum (Co)

Waktu siklus adalah panjang waktu yang diperlukan dari rangkaian urutan fase sinyal lalu lintas siklus. Lama waktu siklus dari suatu sistem operasional sinyal lalu lintas dengan waktu tetap mempengaruhi tundaan rata-rata dari kendaraan yang melewati persimpangan.

$$\begin{aligned} C_o &= \frac{1,5L+5}{1-\sum Y_i} \\ &= \frac{(1,5 \times 32)+5}{1-0,801} \\ &= 266 \text{ detik} \end{aligned}$$

#### 4.2.6. Menghitung Pengaturan Sinyal Lampu

Menghitung waktu hijau efektif (WHE) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} WHE &= C_o - L \\ &= 266 - 32 \\ &= 234 \text{ detik} \end{aligned}$$

Menghitung waktu hijau efektif setiap fase (WHE<sub>i</sub>) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$WHE_i = (Y_i / \sum Y_i) \times WHE$$

$$\begin{aligned} WHE_1 \text{ fase 1 utara} &= \frac{Y_1}{\sum Y_i} \times WHE \\ &= \frac{0,001}{0,001} \times 234 \\ &= 18 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} WHE_2 \text{ fase 2 barat} &= \frac{Y_2}{\sum Y_i} \times WHE \\ &= \frac{0,33}{0,001} \times 234 \\ &= 96 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} WHE_3 \text{ fase 3 timur} &= \frac{Y_3}{\sum Y_i} \times WHE \\ &= \frac{0,35}{0,001} \times 234 \\ &= 102 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} WHE_4 \text{ fase 4 selatan} &= \frac{Y_4}{\sum Y_i} \times WHE \\ &= \frac{0,06}{0,001} \times 234 \\ &= 18 \text{ detik} \end{aligned}$$

Waktu hijau aktual setiap fase (WHA<sub>i</sub>) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$WHA_i = WHE_i + LT - WK_i$$

$$\begin{aligned} WHA_1 \text{ fase 1 utara} &= WHE_1 + LT - WK_1 \\ &= 18 + 4 - 3 \\ &= 19 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} WHA_2 \text{ fase 2 barat} &= WHE_2 + LT - WK_2 \\ &= 96 + 4 - 3 \\ &= 97 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} WHA_3 \text{ fase 3 timur} &= WHE_3 + LT - WK_3 \\ &= 102 + 4 - 3 \\ &= 103 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{WHA4 fase 4 selatan} &= \text{WHE4} + \text{LT} - \text{WK4} \\
&= 18 + 4 - 3 \\
&= 19 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Maka Waktu Merah Aktual setiap fase (WMA<sub>i</sub>) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$\text{WMA}_i = \text{WHA}_i + \text{WHA}_i + \text{WK}_i$$

$$\begin{aligned}
\text{WMA1 fase 1 utara} &= \text{WHA4} + 7 + \text{WHA2} + 7 + 7 \text{ ( ! } \square \\
&= 19 + 3 + 97 + 3 + 103 \\
&= 225 \text{ detik}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{WMA2 fase 2 barat} &= \text{WHA3} + \text{WK} + \text{WHA4} + 7 + \text{WHA1} \\
&= 103 + 3 + 19 + 3 + 19 \\
&= 147 \text{ detik}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{WMA3 fase 3 timur} &= \text{WHA2} + \text{WK} + \text{WHA1} + \text{WK} + 7 \text{ ( } \square \\
&= 97 + 3 + 19 + 3 + 19 \\
&= 141 \text{ detik}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{WHA4 fase 4 selatan} &= \text{WHE1} + \text{WK} + 7 \text{ ( ! } 2 + \text{WK} + \text{WHA3} \\
&= 19 + 3 + 97 + 3 + 103 \\
&= 225 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Sedangkan panjang waktu kuning per fase (WK<sub>i</sub>) pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia sudah di tentukan yaitu sebesar 3,0 detik.

### 4.3. Analisis Data Sebelum Peningkatan Jalan

Data yang telah didapat kemudian diolah sesuai dengan menggunakan metode MKJI 1997. Data-data tersebut meliputi data volume lalu lintas, kapasitas jalan, tingkat pelayanan dan kecepatan arus bebas.

#### 4.3.1. Volume Lalu Lintas

Jenis kendaraan yang diamati pada penelitian ini dibedakan atas 3 jenis kendaraan, yaitu sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Dari data kendaraan yang didapat akan dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang (smp) dengan dikalikan dengan faktor konversi masing-masing jenis kendaraan.

Faktor konversi yang digunakan adalah nilai ekivalen mobil penumpang (EMP) yang diambil dari metode MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997), yaitu sebagai berikut:

1. sepeda motor (MC), dengan nilai emp = 0.4
2. kendaraan ringan (LV), dengan nilai emp = 1.0
3. kendaraan berat (HV), dengan nilai emp = 1.3

Adapun pengambilan data sebelum peningkatan di Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) yang didapat dari Dinas Perhubungan Kota Medan. Diperoleh volume arus lalu lintas maksimum yaitu bulan Juli 2016. Data ini dapat dilihat pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2: Data volume lalu lintas harian rata-rata maksimum Juli 2016.

Jam Puncak	Volume Kendaraan/Bulan Tahun 2016						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,4		1		1,3			
	kend/bulan	smp/bulan	kend/bulan	smp/bulan	ken/bulan	smp/bulan		
Januari	451238	180495	360226	360226	1427	1855	812891	362261
Februari	471005	188402	345512	345512	1358	1765	817875	535679
Maret	443230	177292	358605	358605	1244	1617	803079	537514
April	466371	186548	383741	383741	1252	1627	851364	571916
Mei	451922	180769	380367	380367	1278	1661	833567	562797
Juni	469295	187718	368670	368670	1192	1549	839157	557937
Juli	485813	194325	421784	421784	1468	1908	909065	618017
Agustus	456760	182704	394849	394849	1312	1705	852921	579258
September	439949	175979	379975	379975	1339	1740	821263	557694
Oktober	439830	175932	387722	387722	1181	1535	828733	565189
November	457310	182924	377759	377759	1228	1596	836297	562279
Desember	483334	193333	410797	410797	1508	1960	895639	606090

Untuk menghitung rata-rata MC, LV, HV, pada jam-jam sibuk dikalikan dengan nilai EMP (Tabel 2.3). Berdasarkan Tabel 4.1 merupakan data volume lalu lintas harian rata-rata maksimum di jalan Abdul Haris Nasution tahun 2016 yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Medan. Maka nilai Maksimum bulan Juli

910691 kend/hari ÷ 30 hari ÷ 2 berdasarkan lajur = 15178 kend/hari atau 618017 smp/bulan ÷ 30 hari ÷ 2 berdasarkan lajur sebelum peningkatan = 10300 smp/hari.

$$\begin{aligned} MC \times EMP MC &= \left( \frac{485813 \times 0.4}{30} \right) = 6477 \text{ smp/hari / 2 lajur} \\ &= 3238 \text{ smp/hari/lajur} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LV \times EMP LV &= \left( \frac{421784 \times 1}{30} \right) = 14060 \text{ smp/hari / 2 lajur} \\ &= 7030 \text{ smp/hari/lajur} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} HV \times EMP HC &= \left( \frac{1468 \times 1.3}{30} \right) = 64 \text{ smp/hari / 2 lajur} \\ &= 32 \text{ smp/hari/lajur} \end{aligned}$$

Jadi untuk Q dalam smp/hari didapat:

$$\begin{aligned} Q &= (MC + LV + HV) \\ &= (3238 + 7030 + 32) \\ &= 10300 \text{ smp/hari.} \end{aligned}$$

Pada pengambilan data dari Dinas Perhubungan Kota Medan pada tahun 2016 didapat harian rata rata maksimum pada bulan Juli, 2016 yaitu 15178 kend/hari atau 10300 smp/hari (Tabel 4.1).

#### **4.3.2. Kapasitas Jalan**

Untuk menghitung perhitungan kapasitas jalan pada peningkatan kinerja Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) diambil data dari Dirjen Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional I (BBPJN) Sumatera utara, dengan kondisi geometrik jalan dengan tipe jalan 4 lajur 2 arah (4/2 D) sesuai dengan (Tabel 3.4), faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah adalah 1.00 (Tabel 2.9), lebar perlajur 4.00 meter (Tabel 2.12), dan faktor penyesuaian untuk ukuran kota 1.04 (Tabel 2.13), dan dengan kondisi medan jalan medan datar didapat perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned} C &= CO \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs \\ &= (1500 \times 0.56 \times 1 \times 0.96 \times 1.04) \\ &= 837 \text{ smp/jam.} \end{aligned}$$

### 4.3.3. Tingkat Pelayanan

Untuk tingkat pelayanan diambil pada volume maksimum pada bulan Juli 2016. Berdasarkan persamaan sebagai berikut (MKJI,1997).

$$\begin{aligned}VCR &= V/C \\ &= 10300 / 837 \\ &= 12,3\end{aligned}$$

Jadi, dari perhitungan tingkat pelayanan yang didapat yaitu ditingkat pelayanan A dimana V/C Ratio 12,3 (Kondisi arus bebas) sehingga dapat berpengaruh bagi kapasitas maupun laju kecepatan kendaraan yang melintas pada peningkatan kinerja Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) (Tabel 2.17).

### 4.3.4. Kecepatan Arus Bebas

Perhitungan untuk kecepatan arus bebas dipakai berdasarkan Pers. 2.16 sebagai berikut (MKJI,1997).

$$FV = (FVo + FVw) \times FFCsf \times FFVcs$$

Perhitungan :

$$FV = (FVo + FVw) \times FFVcs$$

$$FVo = 51 \text{ (Tabel 2.14)}$$

$$FVw = 0 \text{ (Tabel 2.15)}$$

$$FFVcs = 1.03 \text{ (Tabel 2.16)}$$

$$FV = (FVo + FVw) \times FFVcs$$

$$= (51 + 0) \times 1.03$$

$$= 52,53 \text{ km/jam.}$$

Berdasarkan hasil analisis diatas, didapat kecepatan arus bebas Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) untuk semua tipe kendaraan adalah 52,53 km/jam.



#### 4.4. Analisis Data Setelah Peningkatan Jalan.

Data yang telah didapat kemudian diolah sesuai dengan menggunakan metode MKJI 1997. Data-data tersebut meliputi data volume lalu lintas, hambatan samping, kapasitas jalan, tingkat pelayanan dan kecepatan arus bebas.

##### 4.4.1. Volume Lalu Lintas

Jenis kendaraan yang diamati pada penelitian ini dibedakan atas 3 jenis kendaraan, yaitu sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Dari data kendaraan yang didapat akan dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang (smp) dengan dikalikan dengan faktor konversi masing-masing jenis kendaraan. Faktor konversi yang digunakan adalah nilai ekivalen mobil penumpang (EMP) yang diambil dari metode MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997), yaitu sebagai berikut:

1. sepeda motor (MC), dengan nilai emp = 0.25
2. kendaraan ringan (LV), dengan nilai emp = 1.0
3. kendaraan berat (HV), dengan nilai emp = 1.2

Adapun pengambilan data dilaksanakan selama 7 hari yaitu pada tanggal 13 Juli 2019 s/d 19 Juli 2019. Diperoleh volume arus lalu lintas maksimum yaitu hari Senin tanggal 13 Juli 2019, yaitu 37498 kend/hari atau 23244 smp/jam. Data ini dapat dilihat pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3: Data volume lalu lintas harian rata-rata maksimum 13 Juli 2019.

Jam Puncak	Senin, 13 Juli 2019						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,25		1		1,2			
	kend/ jam	smp/ jam	kend/ jam	smp/ jam	kend/ jam	smp/ jam	kend/ jam	smp/ jam
07.00-08.00	2939	734	2459	2459	194	233	5592	3426
08.00-09.00	3164	791	2814	2814	290	348	6616	3953
12.00-13.00	3150	787	2919	2919	188	225	6257	3931

Tabel 4.3: *Lanjutan*

13.00-14.00	2999	749	3083	3083	215	258	6297	4090
16.00-17.00	2903	725	2896	2896	257	308	6056	3929
17.00-18.00	3223	805	2733	2733	314	377	6280	3915
TOTAL	18378	4591	16904	16904	1458	1749	37498	23244

Untuk menghitung rata-rata MC, LV, HV, pada jam-jam sibuk dikalikan dengan nilai EMP (Tabel 2.3).

$$MC \times EMP_{MC} = 18378 \text{ kend/hari} \times 0.25 = 4594 \text{ smp/hari}$$

$$LV \times EMP_{LV} = 16904 \text{ kend/hari} \times 1.0 = 16904 \text{ smp/hari}$$

$$HV \times EMP_{HV} = 1458 \text{ kend/hari} \times 1.2 = 1749 \text{ smp/hari}$$

Jadi untuk Q dalam smp/jam didapat:

$$Q = MC + LV + HV$$

$$= 4594 + 16904 + 1749$$

$$= 23247 \text{ smp/hari.}$$

#### 4.4.2. Kapasitas Jalan

Untuk menghitung perhitungan kapasitas jalan pada peningkatan kinerja Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) diambil data selama satu minggu dengan kondisi geometrik jalan dengan tipe jalan 4 lajur dua arah terbagi sesuai dengan (Tabel 2.8), faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah adalah 1.00 (Tabel 2.9), lebar perlajur 5,25 meter (Tabel 2.12), faktor penyesuaian untuk ukuran kota 1.04 (Tabel 2.6), lebar bahu 1 meter (Tabel 2.15), dan dengan kondisi medan jalan medan datar didapat perhitungannya adalah:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

$$= (1500 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.04)$$

$$= 1560 \text{ smp/jam.}$$

#### 4.4.3. Tingkat Pelayanan

Untuk tingkat pelayanan diambil pada volume maksimum pada hari Senin pukul 17.00-18.00 berdasarkan persamaan sebagai berikut (MKJI,1997).

$$\begin{aligned}VCR &= V/C \\ &= 23247/ 1560 \\ &= 15\end{aligned}$$

Jadi, dari perhitungan tingkat pelayanan yang didapat yaitu di tingkat pelayanan A dimana V/C Ratio 15 (Kondisi arus bebas) sehingga dapat berpengaruh bagi kapasitas maupun laju kecepatan kendaraan yang melintas pada peningkatan kinerja Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) (Tabel 2.20).

#### 4.4.4. Kecepatan Arus Bebas

Perhitungan untuk kecepatan arus bebas dipakai berdasarkan Pers. 2.16 sebagai berikut (MKJI,1997).

$$FV = (FVo + FVw) \times FFCsf \times FFVcs$$

Perhitungan :

$$FV = (FVo + FVw) \times FFVsf \times FFVcs$$

$$FVo = 57 \text{ (Tabel 2.14)}$$

$$FVw = 0 \text{ (Tabel 2.15)}$$

$$FFVcs = 1,03 \text{ (Tabel 2.16)}$$

$$FV = (FVo + FVw) \times FFVsf \times FFVcs$$

$$= (57 + 0) \times 1.0 \times 1.03$$

$$= 58,71 \text{ km/jam.}$$

Berdasarkan hasil analisis diatas, didapat kecepatan arus bebas di kinerja Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) untuk semua tipe kendaraan adalah 58,71 km/jam.

## 4.5. Hasil Perbandingan Analisis Data

### 4.5.1. Volume Lalu Lintas

Adapun hasil perbandingan yang diperoleh dari analisis peningkatan kinerja Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) sebelum dan setelah peningkatan dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5

Tabel 4.4: Data volume lalu lintas harian rata-rata tahun 2016.

Jam Puncak	Volume Kendaraan/Bulan Tahun 2016						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,4		1		1,3			
	kend/bulan	smp/bulan	kend/bulan	smp/bulan	ken/bulan	smp/bulan	kend/bulan	smp/bulan
Januari	451238	180495	360226	360226	1427	1855	812891	362261
Februari	471005	188402	345512	345512	1358	1765	817875	535679
Maret	443230	177292	358605	358605	1244	1617	803079	537514
April	466371	186548	383741	383741	1252	1627	851364	571916
Mei	451922	180769	380367	380367	1278	1661	833567	562797
Juni	469295	187718	368670	368670	1192	1549	839157	557937
Juli	485813	194325	421784	421784	1468	1908	909065	618017
Agustus	456760	182704	394849	394849	1312	1705	852921	579258
September	439949	175979	379975	379975	1339	1740	821263	557694
Oktober	439830	175932	387722	387722	1181	1535	828733	565189
November	457310	182924	377759	377759	1228	1596	836297	562279
Desember	483334	193333	410797	410797	1508	1960	895639	606090

Tabel 4.5: Data volume lalu lintas harian rata-rata maksimum tahun 2019.

Jam Puncak	Senin, 13 Juli 2019						Total	
	Sepeda Motor (MC)		Kend.Ringan (LV)		Kend.berat (HV)			
	EMP		EMP		EMP			
	0,25		1		1,2			
	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam
07.00-08.00	2939	734	2459	2459	194	233	5592	3426

Tabel 4.5: *Lanjutan*

08.00-09.00	3164	791	2814	2814	290	348	6616	3953
12.00-13.00	3150	787	2919	2919	188	225	6257	3931
13.00-14.00	2999	749	3083	3083	215	258	6297	4090
16.00-17.00	2903	725	2896	2896	257	308	6056	3929
17.00-18.00	3223	805	2733	2733	314	377	6280	3915
TOTAL	18378	4591	16904	16904	1458	1749	37498	23244

Dari tabel diatas, dapat dilihat perbedaan volume lalu lintas yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan karena kapasitas ruas jalan dan persimpangan mengalami peningkatan akibat pembangunan Underpass Brigjend Katamso, dimana juga mempengaruhi perubahan kinerja dari Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati).

Adapun perbandingan hasil dari analisis dapat dilihat Volume lalu lintas pada peningkatan kinerja Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati), sebelum peningkatan dibulan Juli sebesar 910691 smp/bulan berdasarkan data-data dari Dinas Perhubungan Kota Medan, menjadi 15178 kend/hari atau 10300 smp/hari, sedangkan setelah peningkatan sebesar 37498 kend/hari atau 23244 smp/jam terjadi pada hari Senin, 13 Juli 2019.

#### 4.5.2. Kapasitas Jalan

Adapun hasil yang didapat untuk kapasitas jalan dari Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati), sebelum dan setelah peningkatan dapat dilihat dari perbandingan hasil.

$$\begin{aligned}
 C &= CO \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs \\
 &= (1500 \times 0.56 \times 1 \times 0.96 \times 1.04) \\
 &= 837 \text{ smp/jam. (Sebelum Peningkatan kinerja jalan)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= Co \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs \\
 &= (1500 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.04) \\
 &= 1560 \text{ smp/jam. (Setelah Peningkatan kinerja jalan)}
 \end{aligned}$$

Jadi, dari perhitungan kapasitas jalan yang didapat dari kinerja jalan sebelum peningkatan yaitu 837 smp/jam sedangkan setelah peningkatan 1560 smp/jam.

#### **4.5.3. Tingkat Pelayanan**

Adapun hasil yang didapat untuk tingkat pelayanan dari Jalan Orde Baru Km 12 Binjai, sebelum dan setelah peningkatan dapat dilihat dari perbandingan hasil analisa .

$$\begin{aligned} \text{VCR} &= V/C \\ &= 10300 / 837 \\ &= 12,3 \text{ (Sebelum Peningkatan kinerja jalan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VCR} &= V/C \\ &= 23247/ 1560 \\ &= 15 \text{ (Setelah Peningkatan kinerja jalan)} \end{aligned}$$

Jadi, dari perhitungan tingkat pelayanan yang didapat dari kinerja jalan sebelum peningkatan yaitu di tingkat pelayanan A dimana V/C Ratio 12,3 (Kondisi arus bebas) sedangkan untuk setelah peningkatan yaitu di tingkat pelayanan A dimana V/C Ratio 15 (Kondisi arus bebas).

#### **4.5.4. Kecepatan Arus Bebas**

Adapun hasil yang didapat untuk kecepatan arus bebas dari Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati), sebelum dan setelah peningkatan dapat dilihat dari perbandingan hasil analisa. Perhitungan untuk kecepatan arus bebas dipakai berdasarkan Pers. 2.16 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{FV} &= (\text{FVo} + \text{FVw}) \times \text{FFCsf} \times \text{FVcs} \\ \text{FV} &= (\text{FVo} + \text{FVw}) \times \text{FFVcs} \\ &= (51 + 0) \times 1.03 \\ &= 52,53 \text{ km/jam. (Sebelum Peningkatan kinerja jalan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FV} &= (\text{FVo} + \text{FVw}) \times \text{FFVsf} \times \text{FFVcs} \\ &= (57 + 0) \times 1.0 \times 1.03 \end{aligned}$$

= 58,71 km/jam. (Setelah Peningkatan kinerja jalan)

Jadi, dari perhitungan kecepatan arus bebas yang didapat dari kinerja jalan sebelum peningkatan yaitu 52,53 km/jam dan setelah peningkatan 58,71 km/jam.

#### 4.6. Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR)

Untuk menghitung perhitungan lalu-lintas harian rata-rata Jalan Abdul Haris Nasution diambil data perkembangan lalu-lintas batas (i) pada tahun 2016 sebesar 6% dari Dinas Perhubungan Kota Medan, data-data kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan selisih dari tahun 2016 sampai 2019 adalah 3 tahun, maka didapat perhitungannya adalah:

Tabel 4.6: Data jenis kendaraan dan berat kendaraan.

No	Jenis Kendaraan	Berat Kendaraan (Ton)
1	Mobil Penumpang / Kendaraan Ringan	2
2	Bus	8
3	Truk	10
4	Sepeda Motor	0.1

LHR pada tahun 2016 (i = 6%)

$$\text{Mobil Penumpang} = \left( \frac{421784}{30} \right) (1+6\%)^3 = 16745 \text{ kend/ hari}$$

$$\text{Bus} = \left( \frac{734}{30} \right) (1+6\%)^3 = 29 \text{ kend/ hari}$$

$$\text{Truk} = \left( \frac{734}{30} \right) (1+6\%)^3 = 29 \text{ kend/ hari}$$

$$\text{Sepeda Motor} = \left( \frac{485813}{30} \right) (1+6\%)^3 = 19287 \text{ kend/ hari}$$

Total LHR pada tahun 2016 = 36090 kend/ hari

Tabel 4.7: Data jenis kendaraan, berat kendaraan dan LHR 2016.

No	Jenis Kendaraan	Berat Kendaraan (Ton)	LHR (Kend/hari)
1	Mobil Penumpang	2	16745

Tabel 4.5: *Lanjutan*

2	Bus	8	29
3	Truk	10	29
4	Sepeda Motor	0.1	19287
Jumlah LHR 2016			36090

Untuk menghitung perhitungan lalu-lintas harian rata-rata Jalan Abdul Haris Nasution diambil data perkembangan lalu-lintas batas (i) pada tahun 2019 sebesar 10% dari Dinas Perhubungan Kota Medan, data-data kendaraan dapat dilihat pada total LHR pada tahun 2016 dan selisih dari tahun 2016 sampai 2019 adalah 3 tahun, maka didapat perhitungannya adalah:

$$\text{LHR} = \square \text{ } \textcircled{C}$$

$$\text{Mobil Penumpang} = 16745 \square \square \times = 22287 \text{ kend/ hari}$$

$$\text{Bus} = 29 \square \square \times = 38 \text{ kend/ hari}$$

$$\text{Truk} = 29 \square \square \times = 38 \text{ kend/ hari}$$

$$\text{Sepeda Motor} = 19287 \square \square \times = 25671 \text{ kend/ hari}$$

$$\text{Total LHR pada tahun 2019} = 48034 \text{ kend/ hari}$$

Tabel 4.8: Data jenis kendaraan, berat kendaraan dan LHR 2019.

No	Jenis Kendaraan	Berat Kendaraan (Ton)	LHR (Kend/hari)
1	Mobil Penumpang	2	22287
2	Bus	8	38
3	Truk	10	38
4	Sepeda Motor	0.1	25671
Jumlah LHR 2019			48034

#### 4.7. Menghitung Jumlah Lintas Ekuivalen

Untuk menghitung LEP dan LEA, maka dibutuhkan nilai Koefisien Distribusin kendaraan (C) dan Angka Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan, seperti di bawah ini:



Berdasarkan di tabel 2.6 didapat angka ekivalen:

Mobil Penumpang (1+1)	= 0,0002 + 0,0002 = 0,0004
Bus 8 ton (3+5)	= 0,0183 + 0,01410 = 0,1593
Truk 2 as 10 ton (4+6)	= 0,0577 + 0,02923 = 0,35
Sepeda Motor	= -

Catatan: Dikarenakan nilai Koefisien Distribusi Kendaraan (C) dan Angka Ekivalen (E) beban sumbu kendaraan untuk sepeda motor tidak ada, maka diabaikan.

a. Perhitungan LEP (Lintas Ekivalen Permulaan)

LEP adalah lintas ekivalen permulaan pada awal tahun rencana (2016). Menghitung LEP (Lintas Ekivalen Permulaan) menggunakan SNI 03-1732-1989, dimana persamaannya adalah:

$$LEP = \sum LHR \times C \times E$$

Maka didapat perhitungannya adalah:

$$C = 0,50$$

$$LEP = \sum LHR \times C \times E$$

Mobil Penumpang (1+1)	= 22287 x 0,05 x 0,0004	= 0,44574
Bus 8 ton (3+5)	= 38 x 0,05 x 0,1593	= 0,30267
Truk 2 as 10 ton (4+6)	= 38 x 0,05 x 0,35	= 0,665

$$\sum LEP = 1,4$$

b. Perhitungan LEA (Lintas Ekivalen Akhir)

LEA adalah lintas ekivalen kendaraan pada akhir tahun rencana (2019). Menghitung LEA (Lintas Ekivalen Akhir) menggunakan SNI 03-1732-1989, dimana persamaannya adalah:

$$LEA = \sum LHR (1+i)^{ur} \times C \times E$$

Maka didapat perhitungannya adalah:

Mobil Penumpang (1+1)	= 22287 x (1+10%) <sup>3</sup> x 0,50 x 0,0004	= 6
Bus 8 ton (3+5)	= 38 x (1+10%) <sup>3</sup> x 0,50 x 0,1593	= 4
Truk 2 as 10 ton (4+6)	= 38 x (1+10%) <sup>3</sup> x 0,50 x 0,35	= 8,85

$$\sum = 18,85$$

c. Perhitungan LET (Lintas Ekuivalen Tengah)

LET merupakan nilai tengah dari LEP dan LEA. Menghitung LET (Lintas Ekuivalen Tengah) menggunakan SNI 03-1732-1989, dimana persamaannya adalah:

$$LET = \frac{LEP+LEA}{2}$$

Maka didapat perhitungannya adalah:

$$LET = \frac{LEP+LEA}{2}$$

$$LET = \frac{1,4+18,85}{2} = 10,125$$

d. Perhitungan LER (Lintas Ekuivalen Rencana)

LER dihitung dengan cara mengalihkan LET dengan Faktor Penyesuaian, yaitu usia rencana jalan yang digi 10. Menghitung LER (Lintas Ekuivalen Rencana) menggunakan SNI 03-1732-1989, dimana persamaannya adalah:

$$LER = LET \times FP$$

$$FP = \frac{UR}{10}$$

Maka didapat perhitungannya adalah:

$$LER = LET \times (UR/10)$$

$$LER = 10,125 \times (10/10)$$

$$LER = 10,125$$

#### 4.8. Menghitung Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Untuk menghitung perhitungan indeks tebal perkerasan (ITP) di Jalan Abdul Haris Nasution diambil data dari Dirjen Bina Marga (BBPJM) Sumut, maka didapat perhitungannya adalah:

Data:

$$CBR = 6,534\%$$

$$DTT = 5,15$$

$$LER = 10,125$$

$$ITP = 4,5$$

$$a1 = 0,40$$

$$a_2 = 0,19$$

$$a_3 = 0,13$$

$$D_1 = ?$$

$$D_2 = 10 \text{ cm}$$

$$D_3 = 15 \text{ cm}$$

$$ITP = a_3 \times D_3 + a_2 \times D_2 + a_1 \times D_1$$

$$4,5 = 0,13 \times 10 + 0,19 \times 15 + 0,28 \times D_1$$

$$4,5 = 4,15 + (0,28 \times D_1)$$

$$\$ \square = 1,25 \text{ cm}$$

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan berdasarkan survei tentang evaluasi kinerja persimpangan pada ruas di Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Hasil dari perencanaan *traffic light* jalan Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) setelah terjadinya pelebaran jalan adalah:
  - a. Berdasarkan perencanaan *traffic light* didapatkan hasil yaitu Waktu hijau aktual (WHA1) fase 1 (utara) = 19 detik, WHA2 fase 2 (barat) = 97 detik, WHA3 fase 3 (timur) = 103 detik, dan WHA4 fase 4 (selatan) = 19 detik. Waktu merah aktual (WMA1) fase 1 (utara) = 225 detik, WMA2 fase 2 (barat) = 147 detik, WMA3 fase 3 (timur) 141 detik, WHA4 fase 4 (selatan) = 225 detik.
2. Kinerja jalan Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) setelah terjadinya pelebaran jalan adalah:
  - a. Volume lalu lintas pada peningkatan kinerja Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) sebelum peningkatan sebesar 15178 kend/hari atau 10300 smp/hari pada data Dinas Perhubungan Kota Medan diperoleh volume arus lalu lintas maksimum yaitu bulan Juli 2016 sedangkan setelah peningkatan sebesar 37498 kend/hari atau 23244 smp/jam terjadi pada hari Senin, 13 Juli 2019.
  - b. Kapasitas jalan selama dilakukannya penelitian untuk jalan sebelum peningkatan sebesar 837 smp/jam sedangkan kapasitas jalan setelah adanya peningkatan kinerja jalan sebesar 1560 smp/jam.
  - c. Dapat diketahui tingkat pelayanan pada Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) baik sebelum atau setelah peningkatan kinerja jalan yaitu termasuk tingkat pelayanan A dimana V/C Ratio

- 12,3 (Kondisi arus bebas) sedangkan untuk setelah peningkatan yaitu di tingkat pelayanan A dimana V/C Ratio 15 (Kondisi arus bebas).
- d. Kecepatan arus bebas yang didapat dari analisis baik sebelum dan sesudah peningkatan kinerja jalan yaitu 52,53 km/jam menjadi 58,71 km/jam.
  - e. Tidak adanya hambatan samping.
3. Pengaruh perubahan arus lalu lintas pada Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) adalah:
- a. Terdapat perubahan volume lalu lintas pada peningkatan kinerja Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) sebelum peningkatan sebesar 10300 smp/hari dibulan Juli 2016 sedangkan setelah peningkatan sebesar 23247 smp/hari terjadi pada hari Senin, 13 Juli 2019.
  - b. Terdapat tingkat pelayanan yang sama pada Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) baik sebelum atau setelah peningkatan yaitu ditingkat pelayanan A, sebelum peningkatan dimana V/C Ratio 12,3 (Kondisi arus bebas), setelah peningkatan yaitu V/C Ratio 15 (Kondisi arus bebas).
4. Hasil dari perhitungan lalu lintas jalan Jalan Abdul Haris Nasution (Simpang Lapangan Sejati) setelah terjadinya pelebaran jalan adalah:
- a. Total Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR) pada tahun 2016 = 36090 kend/ hari, total Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR) pada tahun 2019 = 48034 kend/hari, Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) = 1.4, Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) = 18.85, Lintas Ekuivalen Tengah (LET) = 10.125, Lintas Ekuivalen Rencana (LER) = 10,125, (Indeks Tebal Perkerasan) ITP = 4,5.

## 5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka ada beberapa saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini, diantara lain:

1. Sebaiknya untuk median jalan Abdul Haris Nasution lebih dikelola oleh Pemerintah Provinsi sehingga tidak adalagi pengendara melintasi median untuk menyebrang, karena sangat membahayakan.
2. Mengadakan *traffic light* pada persimpangan menuju disetiap arah, agar arus lalu lintas berjalan tertib dan aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S, J. (2013). Kajian Pengaruh Nilai Cbr Subgrade Terhadap Tebal Perkerasan Jalan (Studi Komparasi CBR Kecamatan Nisam Antara, Kecamatan Sawang dan Kecamatan Kuta Makmur). Yogyakarta: Universitas Gadjadara.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SNI*. Tahun 1987, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Direktorat Jendral Prasarana Wilayah, 2002. Buku Petunjuk Teknik, *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*, Jakarta.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Direktorat Jendral Prasarana Wilayah, 2002. Buku Petunjuk Teknik, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*, Jakarta.
- Ihsan, M. (2017) Analisa Traffic Light (Apill) Pada Persimpangan Jalan Tritura (Jalan Bajak) Medan Dengan Menggunakan Metode Mkji & Webster. *Jurnal Teknik*, hal. 4-29.
- Ofyar .Z. Tamin. 1997. *Perencanaan dan Permodelan Trasportasi (Edisi Kedua)*. Instintut Teknologi Bandung: Bandung.
- Republik Indonesia. 2010. Undang-undang Republik Indonesia Spesifikasi umum 2010. Jakarta: Bina Marga Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum.

## LAMPIRAN



Gambar L1: Menghitung Estimasi Waktu Survey



Gambar L2: Menghitung Geometrik Median





Gambar L3: Menghitung Geometrik Bahu Jalan



Gambar L4: Survey Lalu Lintas Harian Rata-rata



Gambar L5: Surat Riset Data ke Dinas Perhubungan Kota Medan



**REKAPITULASI PENCAHAHAN LALU LINTAS**

NOMOR PROVINSI : 03  
 NAMA PROVINSI : SUMATERA UTARA  
 LOKASI POS : MEDAN  
 TAHUN : 2016  
 RUAS JALAN : ABDUL HNASUTION DARI  
 PERIODE : 01 TAHUN KE

LEMBAR KE 003 DARI 004

BULAN	GOL											PERSENTASE KENDARAAN				VOLUME LALULINTAS (KEND/HARI)
	1 SEPEDA MOTOR, SCOOTER, SEPEDA KUMBANG	2 MOBIL PRIBADI MOBIL HANTARAN	4 PICK UP, OPLET & SEDAN	5a BUS KECIL	5b BUS BESAR	6a TRUK RINGAN 2 SUMBU	6b TRUK SEDANG 2 SUMBU	7a TRUK 3 SUMBU	7b TRUK GANDENG	7c TRUK SEMI TRAILER	8 KENDERAAN TIDAK BERMOTOR	MC	LV	HV	UM	
JANUARI	451238	215470	81661	61630	723	1465	190	187	179	148	1160	55,4	43,8	0,355	0,14	814051
FEBRUARI	471005	202866	79222	62103	658	1321	195	221	164	120	1213	57,5	42	0,327	0,15	819088
MARET	443230	213533	82066	61345	560	1661	188	163	155	178	1323	55,1	44,4	0,361	0,16	804402
APRIL	466371	245154	76121	60832	643	1634	167	170	149	123	1096	54,7	44,8	0,339	0,13	852460
MEI	451922	243970	75688	59166	649	1543	175	171	140	134	1112	54,1	45,4	0,337	0,13	834670
JUNI	469295	235322	72013	59802	547	1533	155	159	165	166	1319	55,8	43,7	0,324	0,16	840476
JULI	485813	270048	79995	70143	701	1598	189	178	196	204	1626	53,3	46,1	0,337	0,18	910691
AGUSTUS	456760	256935	73312	63001	678	1601	161	153	168	152	1318	53,5	46	0,341	0,15	854239
SEPTEMBER	439949	244451	69921	64084	654	1519	178	188	170	149	1214	53,5	46	0,347	0,15	822477
OKTOBER	439830	253188	72982	60128	571	1424	169	142	162	137	1198	53	46,5	0,314	0,14	829931
NOVEMBER	457310	244129	71002	61149	549	1459	171	164	177	167	1311	54,6	44,9	0,321	0,16	837588
DESEMBER	483334	263665	77406	68114	736	1612	188	177	209	198	1528	53,9	45,6	0,348	0,17	897167

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI

Nama : Ary Handoko  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 25 Oktober 1997  
Agama : Islam  
Alamat : JL. Perti Swadaya No.10-A, Medan  
No. HP : +62 812 6099 0897  
Email : [Aryhandokofficial@gmail.com](mailto:Aryhandokofficial@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1507210058  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

NO	TINGKAT PENDIDIKAN	LOKASI	TAHUN KELULUSAN
1	SD Perg. Islam Teladan	Kota Medan	2009
2	SMP Negeri 23 Medan	Kota Medan	2012
3	SMK Negeri 2 Medan	Kota Medan	2015
4	Melanjutkan Studi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 Sampai Selesai		