

TUGAS AKHIR

**STUDI KELAYAKAN SIMPANG EMPAT JALAN MERDEKA JALAN
DARUSSALAM JALAN PANGLATEH KOTA LHOKSEUMAWE**

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

Disusun Oleh:

RIZKY ANISWAN

1307210215



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizky Aniswan

NPM : 1307210215

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Kelayakan Simpang Empat Jalan Merdeka – Jalan Darussalam – Jalan Panglatch Kota Lhokseumawe

Bidang ilmu : Transportasi

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

Medan, 8 Maret 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Ir. Sri Asfiati, MT

Dosen Pembimbing II / Peguji



Ir. Zurkiyah, MT

Dosen Pembanding I / Penguji



Dr. Irma Dewi, ST, MSi

Dosen Pembanding II / Peguji



Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rizky Aniswan
Tempat /Tanggal Lahir : P. Susu / 02 November 1994
NPM : 1307210215
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Studi Kelayakan Simpang Empat Jalan Merdeka – Jalan Darussalam – Jalan Panglathet Kota Lhokseumawe”

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/ keserjanaan 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, 6 Maret 2018

Saya yang menyatakan,
Materai
Rp.6.000,-

Rizky Aniswan

ABSTRAK

STUDI KELAYAKAN SIMPANG EMPAT JALAN MERDEKA JALAN DARUSSALAM DAN JALAN PANGLATEH DI KOTA LHOKSEUMAWE

Rizky Aniswan
1307210215
Ir. Sri Asfiati, M.T
Ir. Zurkiyah, M.T

Sejalan dengan pesatnya perkembangan kota, tuntutan lalu-lintas yang semakin padat, dan permintaan masyarakat terhadap kendaraan yang semakin besar memerlukan perhatian maupun penilaian kerja untuk kondisi persimpangan. Tidak seimbangnya jumlah lalu-lintas dengan lebar efektif jalan, rendahnya tingkat pelayanan, pendeknya waktu hijau akan menyebabkan tundaan serta antrian lalu-lintas pada persimpangan. Sebagaimana hal tersebut diatas, dicoba untuk mengadakan studi mengenai fase dan waktu siklus optimum pada persimpangan bersinyal. Studi ini menggunakan metode pendekatan dari MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) dan HCM 2000 dengan meninjau persimpangan “Jalan Merdeka – Jalan Darussalam – Jalan Panglath” perolehan data waktu siklus 271 detik dengan pengaturan 4 fase. Perencanaan pengaturan fase dan waktu siklus optimum ditujukan untuk menaikkan kapasitas persimpangan dan sedapat mungkin menghindari terjadinya konflik lalu-lintas. Setelah perhitungan dilapangan didapat, nilai derajat kejenuhan untuk tiap pendekat-pendekat antara 0,88 – 1,02 dengan tingkat pelayanan B. Hal ini menunjukkan bahwa bentuk persimpangan hampir masih layak dioperasikan. Untuk itu untuk mengatasi lonjakan penduduk maka perlu adanya solusi seperti: perubahan fase atau perubahan bentuk simpang, pelebaran jalan dan perubahan waktu hijau.

Kata kunci: persimpangan, karakteristik jalan, daya layan jalan.

ABSTRACT

FEASABILITY STUDY INTERSECTIONS MERDEKA STREET DARUSSALAM STREET AND PANGLATEH STREET IN LHOKSEUMAWE CITY

Rizky Aniswan
1307210215
Ir. Sri Asfiati, M.T
Ir. Zurkiyah, M.T

In line with the rapid development of the city, the increasingly crowded traffic demands, and the growing public demand for vehicles requires attention and work assessment for crossing conditions. Unbalanced amount of traffic with the effective width of the road, the low level of service, the short time green will cause delays as well as traffic queue at the intersection. As mentioned above, it is attempted to conduct a study of optimum phase and cycle time at the signaled intersection. This study uses the approach method from MKJI (Manual of Capacity Road Indonesia) and HCM 2000 by reviewing the junction "Jalan Merdeka - Jalan Darussalam - Jalan Panglath" obtaining data of cycle time 271 seconds with 4 phase arrangement. The planning of phase setting and optimum cycle time is intended to increase the capacity of the intersection and wherever possible avoid the occurrence of traffic conflicts. After the calculation of the field obtained, the value of degree of saturation for each approaches between 0.88 to 1.02 with service level B. This shows that the shape of the intersection is almost still feasible operated. Therefore, to overcome the population spike, there needs to be a solution such as: phase change or change of intersection, road widening and green time change.

Keywords: intersection, road characteristics, road serviceability

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 “Studi Kelayakan Simpang Empat Jalan Merdeka Jalan Darussalam dan Jalan Panglath di Kota Lhokseumawe” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Ir.Sri Asfiati, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Zurkiyah, M.T selaku Dosen Pimbimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Irma Dewi, S.T, M.Si selauku Dosen Pembanding I yang telah member masukan serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberi masukan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipiln kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
9. Kepada ayahanda saya tercinta Asnawi Ismail dan ibunda saya tercinta saya Nilawati Kedua orang tua yang telah mendukung, memberikan semangat, serta bersusah payah membesarkan dan membiayai studi saya sampai saya tamat.
10. Sahabat-sahabat penulis: Muhammad Rezki, H. Muhammad Nahari Harahap, S.T, Muhammad Saed Zulhamsyah, S.T, Nizar Kurniawan, 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, 26 Februari 2018

Rizky Aniswan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	5
2.2. Persimpangan	6
2.3. Jenis-Jenis Persimpangan	7
2.4. Tipe-Tipe Fasilitas	8
2.5. Kapasitas dan Tingkat Pelayanan	9
2.6. Kapasitas	10
2.7. Tingkat Pelayanan (<i>Level Of Service</i>)	11
2.8. Perencanaan Persimpangan	12
2.9. Konflik Lalu-Lintas	13

2.10. Pengaturan Lalu-Lintas di Simpang	14
2.11. Daya Guna Lampu Lalu-Lintas	17
2.12. Parameter-Parameter Analisa Simpang Bersinyal	18
2.13. Faktor Penyesuaian	30
BAB 3 METODELOGI	
3.1. Bagan Alir Perencanaan	36
3.2. Lokasi	37
3.3. Periode Survey	38
3.3.1. Perhitungan Arus Lalu-Lintas Aktual	38
3.4. Perancangan Survey Lalu-Lintas	39
3.4.1. Waktu Pelaksanaan	39
3.4.2. Prosedur Pelaksanaan	39
3.4.2.1. Perhitungan Arus Lalu-Lintas Aktual	39
3.4.2.2. Keadaan Sinyal dan Geometrik Simpang	40
3.4.3. Surveyor dan Perlengkapan	40
3.5. Pengolahan Data	41
3.5.1. Data Lalu-Lintas	41
3.5.2. Data Geometrik Persimpangan	41
BAB 4 ANALISA DATA	
4.1. Umum	42
4.2. Kondisi Lalu-Lintas	42
4.3. Karakteristik Lalu-Lintas	42
4.4. parameter-Parameter Persimpangan	43
4.4.1. Penggunaan Sinyal	43
4.4.2. Waktu Hilang	44
4.4.3. Penentuan Waktu Sinyal	45
4.4.4. Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan	52
4.4.5. Perilaku Lalu-Lintas	53
4.4.6. Kendaraan Terhenti	55
4.4.7. Tundaan	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Kriteria tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal (HCM, 1985).	12
Tabel 2.2: Ekuivalen kendaraan penumpang	19
Tabel 2.3: Arus rencana dari persentase LHRT	19
Tabel 2.4: Komposisi lalu-lintas kendaraan bermotor	20
Tabel 2.5: Lama waktu antar hijau (MKJI, 1997)	28
Tabel 2.6: Faktor penyesuaian ukuran kota F_{Cs} (MKJI, 1997)	30
Tabel 2.7: Faktor penyesuaian tipe lingkungan hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (MKJI, 1997)	31
Tabel 3.1: Data Geometrik simpang Jalan Merdeka – Jalan Darussalam	41
Tabel 4.1: Total arus lalu-lintas	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Titik konflik pada suatu simpang empat (4).	6
Gambar 2.2: Arus memisah (<i>diverging</i>).	13
Gambar 2.3: Arus menggabung (<i>merging</i>).	13
Gambar 2.4: Arus memotong (<i>crossing</i>).	14
Gambar 2.5: Arus menyilang (<i>weaving</i>).	14
Gambar 2.6: Tipe phase pendekat pada persimpangan	18
Gambar 2.7: Arus jenuh yang diamati per selang waktu enam detik	21
Gambar 2.8: Model dasar untuk arus jenuh (Akceklik, 1989)	22
Gambar 2.9: Titik konflik dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan	29
Gambar 2.10: Faktor penyesuaian untuk kelandaian F_g (MKJI, 1997)	31
Gambar 2.11: Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok Kiri yang pendek F_p (MKJI,1997)	32
Gambar 2.12: Rasio belok kanan F_{rt} (MKJI, 1997)	32
Gambar 2.13: Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri F_{lt}	33
Gambar 2.14: Penetapan arus siklus sebelum penyesuaian	33
Gambar 2.15: Jumlah kendaraan antri (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya	34
Gambar 2.16: Perhitungan jumlah antrian (NQ_{MAX}) dalam smp	34
Gambar 2.17: Penetapan tundaan lalu-lintas rata-rata (DT)	35
Gambar 3.1. Bagan alir penelitian	36
Gambar 3.2. Lokasi simpang empat	38

DAFTAR NOTASI

- a = *start lag* (detik)
- b = *end lag*
- C = Kapasitas untuk lengan atau kelompok lajur (smp/jam)
- c = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama)
- c = Faktor penyesuaian kelandaian jalan
- C_o = waktu siklus optimum (detik)
- DT = tundaan lalu-lintas rata-rata (detik/smp)
- DS = derajat kejenuhan
- Fcs = Faktor penyesuaian ukuran kota dengan jumlah penduduk
- Flt = Faktor penyesuaian belok kiri (hanya berlaku untuk pendekatan tipe P, tanpa belok kiri langsung)
- Fp = Faktor penyesuaian terhadap parkir
- Frt = Faktor penyesuaian belok kanan (hanya berlaku untuk pendekatan tipe P, jalan dua arah)
- Fsf = Faktor penyesuaian hambatan samping sebagai fungsi dari jenis lingkungan
- g = Waktu hijau (det)
- GR = rasio hijau (g/c)
- l = Waktu hilang (detik)
- IFR = Perbandingan arus persimpangan (perbandingan antara arus Q dengan *saturation flow S*)
- L = Waktu hilang total (detik)
- LTI = Total *lost time* selama satu *cycle time* (detik)
- NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)
- NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)
- NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)
- Q_i = Arus pada arah i (smp)

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

S_i = Arus jenuh pada arah i (smp)

S_0 = Arus jenuh dasar untuk setiap pendekatan (smp/jam)

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam)

W_e = Lebar jalan efektif (m)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kota Lhokseumawe merupakan salah satu kota yang berada di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Kota Lhokseumawe ditetapkan statusnya dikota berdasarkan Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2001 yang wilayahnya mencakup 4 Kecamatan yaitu: Banda Sakti, Blang Mangat, Muara Dua dan Muara Batu. Kota Lhokseumawe memiliki luas 212 km² dengan jumlah penduduk pada tahun 2017 adalah 524.652 jiwa. Penggunaan lahan terbesar di Kota Lhokseumawe adalah untuk pemukiman seluas 9.490 Ha atau sekitar 51,1% dari luas yang ada.

Dengan meningkatnya mobilitas penduduk, jalan merupakan penunjang bagi penduduk dalam melakukan aktifitas dan sarana untuk meningkatkan perekonomian yang paling penting, maka dari itu di perlukan adanya penambahan kebutuhan fasilitas jalan guna memenuhi tingkat pelayanan yang baik serta kepuasan dari pengguna jasa itu sendiri, dan itu merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan bagi pihak pengelola jalan.

Meningkatnya daya beli masyarakat terhadap kendaraan bermotor memicu meningkatnya jumlah kendaraan bermotor. Hal inilah yang menjadi salah satu alasan terjadinya kemacetan ataupun kecelakaan lalu lintas. Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), meningkatnya kemacetan pada jalan perkotaan maupun jalan luar kota diakibatkan bertambahnya kepemilikan kendaraan, terbatasnya sumber daya untuk pembangunan jalan raya, dan belum optimalnya pengoperasian fasilitas lalu-lintas yang ada. Hal ini merupakan persoalan utama di banyak kota.

Pada umumnya lampu lalu-lintas (*traffic light*) diperlukan untuk menghindari kemacetan simpang akibat konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahwa selama kondisi lalu-lintas jam puncak (jam sibuk). Selain itu, untuk memberi kesempatan kepada kendaraan atau pejalan kaki dari jalan simpang untuk memotong jalan utama dan untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-

kendaraan dari arah yang bertentangan (Bernaldy,1997). Lampu lalu-lintas ini merupakan penghubung pada persimpangan antara satu ruas jalan dengan ruas jalan lainnya.

Hasil pengamatan awal di Simpang Empat ruas Jalan Merdeka – Jalan Darussalam, Kelurahan Simpang Empat, Kecamatan Banda Sakti, Kota Lhokseumawe masih banyak terdapat persyaratan laik fungsi secara teknis yang belum terpenuhi, seperti tidak adanya median pemisah jalur, kurangnya rambu-rambu peringatan dan larangan, lampu penerangan yang sangat kurang ketersediaannya, sehingga sangat mengancam akan keamanan, kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan tersebut.

Berdasarkan hal tersebut, Simpang Empat ruas Jalan Merdeka – Jalan Darussalam, Kelurahan Simpang Empat, Kecamatan Banda Sakti, Kota Lhokseumawe dipilih menjadi lokasi kajian kelaikan fungsi jalan dan lokasi yang menjadi fokus penelitian adalah yang sangat rawan terjadi kecelakaan pada segmen dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah dan 1 lajur 2 arah terbagi sepanjang 500 meter dalam penelitian. Hal ini untuk memastikan bahwa persimpangan tersebut sesuai dengan standar kelaikan dan untuk menentukan persyaratan teknis yang paling utama untuk dilengkapi, sehingga aman, nyaman dan berkeselamatan bagi semua pengguna jalan dan dapat dioperasikan untuk umum.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik lalu-lintas di Simpang Empat?
2. Bagaimana kinerja Simpang Empat dalam memberikan layanan terhadap lalu-lintas yang ada?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memastikan bahwa Simpang Empat tersebut telah sesuai dengan standar kelaikan atau belum dan menghasilkan jalan yang berkeselamatan yang dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan lalu-lintas serta memaksimalkan pelayanan infrastruktur jalan yang aman, nyaman dan berkeselamatan.

Perlu adanya batasan dari kajian laik fungsi jalan ini agar pada tahapan pembahasan diharapkan dapat sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan termasuk asumsi dasarnya adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian berada di Simpang Empat pada ruas Jalan Merdeka – Jalan Darussalam, Kota Lhokseumawe mencakup 500 meter.
2. Perhitungan analisis dan pembahasan menggunakan metode yang digunakan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997).
3. Data studi di ambil dari survey lapangan yang mencakup survey lalu lintas.
4. Penurunan nilai derajat kejenuhan dengan cara merubah waktu siklus.
5. Kajian kondisi geometrik simpang dan perlengkapan simpang yang terkait langsung dengan pengguna jalan hanya meliputi fasilitas pendukung lalu-lintas dan hanya meninjau:
 - a. Alat Pemberi Isyarat Lalu-Lintas (APILL).
 - b. Lampu penerangan jalan, dll.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik Simpang Empat yakni volume lalu-lintas pada simpang terserbut.
2. Mengetahui kinerja Simpang Empat, meliputi: Kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan dalam mengevaluasi tingkat kinerja pada Simpang Empat.
2. Menerapkan ilmu yang diperoleh di perkuliahan dengan kondisi langsung di lapangan.
3. Bagi akademisi, penelitian ini memberikan kontribusi pengembangan literatur pembangunan persimpangan di indonesia khususnya di aceh dan dapat dijadikan acuan penelitian lain.

4. Bagi penulis, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan penulis tentang kelayakan simpang empat.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran umum, maka penulisan tugas akhir ini di bagi dalam 5 (lima) bab. Pembagian dimaksud untuk mempermudah pembahasan, dimana uraian yang dibuat dalam penelitian dapat dimengerti. Pembagian dalam penelitian yang dimaksud adalah:

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini dikemukakan tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dikemukakan teori-teori yang dijadikan dasar analisi dan pembahasan masalah, serta beberapa defenisi dari studi pustaka yang berhubungan dengan penelitian.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dikemukakan pendekatan dari teori kemudian di uraikan menjadi suatu usulan pemecahan masalah yang berbentuk langkah-langkah pemecahan.

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dikemukakan tentang kajian atas hasil dari pengelolaan data yang diperoleh serta analisis dari hasil pengolahan data yang dimaksud.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini dikemukakan kesimpulan yang dapat di tarik dari hasil penelitian dan memberikan saran berupa rekomendasi perbaikan kualitas pelayanan persimpangan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

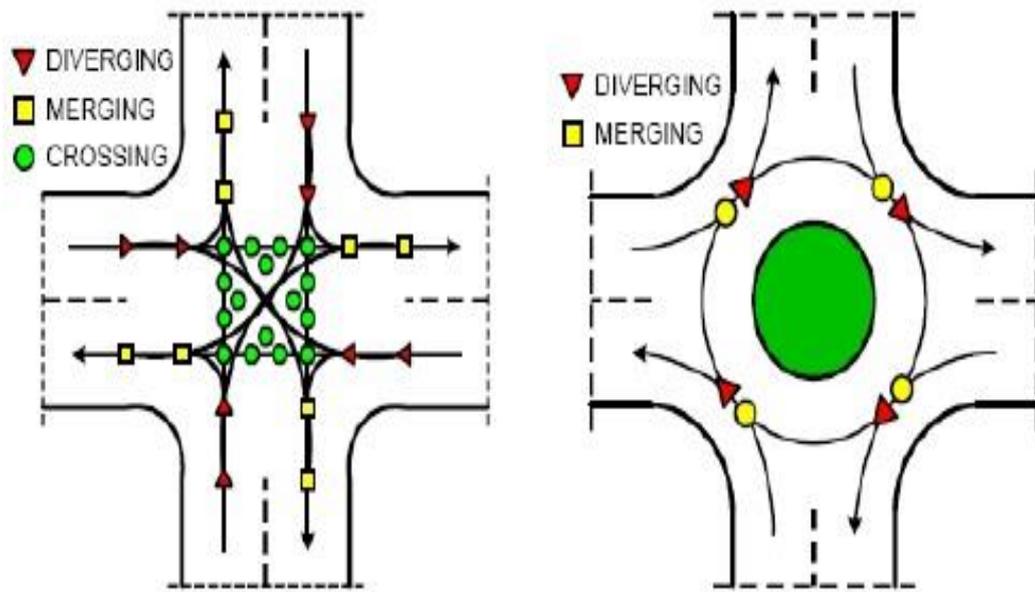
2.1. Umum

Pengaturan lalu-lintas pada persimpangan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia MKJI (1997) merupakan hal yang paling kritis dalam pergerakan lalulintas. Pada simpang dengan arus lalu-lintas yang besar, sangat diperlukan pengaturan menggunakan lampu lalu-lintas. Pengaturan dengan lampu lalu-lintas ini diharapkan mampu mengurangi antrian yang dialami oleh kendaraan dibandingkan jika tidak menggunakan lampu lalu-lintas.

Identifikasi masalah menunjukkan lokasi kemacetan terletak pada persimpangan atau titik-titik tertentu yang terletak pada sepanjang ruas jalan. Sebab-sebab terjadinya kemacetan dipersimpangan biasanya sederhana, yaitu permasalahan konflik pergerakan-pergerakan kendaraan yang membelok dan pengendaliannya. Permasalahan pada ruas jalan timbul karena adanya gangguan terhadap kelancaran arus lalu-lintas yang ditimbulkan dari akses jalan, dari bercampurnya berbagai jenis kendaraan atau dari tingkah laku pengemudi.

Karena ruas jalan pada persimpangan harus digunakan bersama-sama, maka kapasitas suatu ruas jalan dibatasi oleh kapasitas persimpangan pada kedua ujungnya, disamping itu permasalahan keselamatan umumnya juga timbul dipersimpangan, sebagai akibat kapasitas jaringan jalan dan keselamatan terutama ditentukan oleh kondisi persimpangan tersebut.

Terdapat 32 titik konflik pada suatu persimpangan dengan empat cabang. Untuk mengurangi jumlah titik konflik yang ada, dilakukan pemisahan waktu pergerakan arus lalu-lintas. Waktu pergerakan arus lalu-lintas yang terpisah ini disebut fase. Pengaturan pergerakan arus lalu-lintas dengan fase-fase ini dapat mengurangi titik konflik yang ada sehingga diperoleh pengaturan lalu-lintas yang lebih baik untuk menghindari besarnya antrian, tundaan, kemacetan dan kecelakaan (Gambar 2.1).



Gambar 2.1: Titik konflik pada suatu simpang empat (4).

2.2. Persimpang

Menurut MKJI (1997) Persimpangan adalah suatu lokasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau berpotongan dan termasuk di dalamnya fasilitas yang diperlukan untuk membantu kelancaran pergerakan lalu-lintas di lokasi tersebut. Persimpangan merupakan bagian yang sangat penting dari jaringan jalan karena di persimpangan sering terjadi konflik yang dapat menyebabkan kemacetan dan kecelakaan bila tidak dilakukan pengaturan persimpangan dengan baik.

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

Identifikasi masalah menunjukkan lokasi kemacetan terletak pada persimpangan atau titik-titik tertentu yang terletak pada sepanjang ruas jalan. Sebab-sebab terjadinya kemacetan dipersimpangan biasanya sederhana, yaitu permasalahan dari konflik pergerakan-pergerakan kendaraan yang membelok dan pengendalinya. Permasalahan pada ruas jalan timbul karena adanya gangguan

terhadap kelancaran arus lalu-lintas yang ditimbulkan dari akses jalan, dari bercampurnya berbagai jenis kendaraan atau dari tingkah laku pengemudi.

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

2.3. Jenis-Jenis Persimpangan

Menurut MKJI (1997) Persimpangan dapat dibedakan atas dua jenis yaitu:

1. Persimpangan sebidang

Persimpangan jalan umumnya merupakan sebidang. Pada jenis ini, titik konflik yang ditemukan adalah pada gerakan memotong (*crossing*).

Persimpangan ini dibagi lagi dalam beberapa jenis yaitu:

a. Bercabang tiga

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

b. Bercabang empat

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

persimpangan tersebut. Pertemuan dengan pemisah jalur ditentukan dengan membuat pulau-pulau jalan.

c. Bercabang banyak

Yang dimaksud dengan persimpangan sebidang bercabang banyak adalah persimpangan yang memiliki cabang lebih dari empat. Dalam pertemuan bercabang banyak ini sebaiknya dihindari karena semuanya bertemu pada satu tempat, kecuali arus lalu-lintasnya sangat kecil sehingga tidak terjadi kemacetan lalu-lintas. Pertemuan di satu tempat dapat dilakukan dengan mengadakan pergeseran dari satu cabang atau lebih.

d. Bundaran

Sistem pertemuan dengan bundaran pada persimpangan adalah dengan menempatkan pulau jalan pada pusat pertemuan beberapa cabang, sehingga cabang-cabang tersebut tidak bertemu langsung. Sistem ini bisa diterapkan pada banyak keadaan, dan ternyata berguna pada persimpangan yang bercabang banyak.

2. Persimpangan tidak sebidang

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

- a. Klasifikasi jalan raya
- b. Kecepatan rencana
- c. Volume lalu-lintas
- d. Pertimbangan ekonomis
- e. Keselamatan dan keamanan

2.4. Tipe-Tipe Fasilitas

Menurut MKJI (1997) membuat suatu teknik penganalisaan yang mencakup suatu interval yang luas tentang fasilitas-fasilitas untuk jalan biasa (*street*), jalan

raya (*highway*), fasilitas transit, fasilitas pejalan kaki dan fasilitas bagi sepeda. Adapun fasilitas-fasilitas ini di kelompokkan atas 2 (dua) golongan yaitu:

1. Arus tak terganggu (*Uninterrupted Flow*)

Pada fasilitas ini tidak memiliki elemen-elemen yang tetap seperti tanda-tanda lalu-lintas serta kondisi arus lalu-lintas yang terjadi merupakan hasil interaksi antara kendaraan pada arus tersebut, geometrik dan karakteristik lingkungan pada jalan tersebut.

2. Arus terganggu (*Interrupted Flow*)

Pada fasilitas ini elemen tetap yang menyebabkan gangguan berkala terhadap arus lalu-lintas seperti tanda-tanda lalu-lintas, rambu-rambu jalan, tipe pengendalian pulau-pulau jalan, marka lalu-lintas dan lain-lain yang sudah dimiliki.

Arus terganggu dan tidak terganggu diatas hanyalah merupakan suatu istilah yang menjelaskan fasilitas bukan kualitas arus lalu-lintas pada waktu tertentu.

Bagi fasilitas terganggu pengaruh dari gangguan-gangguan tetap tersebut harus benar-benar diperhitungkan. Hal ini dapat kita lihat misalnya pada sebuah lampu lalu-lintas, pembagian lama waktu harus disesuaikan dengan keadaan dari pergerakan arus lalu-lintas yang terjadi di persimpangan. Pertimbangan dengan adanya elemen-elemen yang tetap seperti kondisi fisik lapangan belum cukup di dalam penentuan kapasitas tetapi masih diperlukan pertimbangan pengaturan pemakaian waktu yang tepat dan sesuai terhadap pergerakan arus lalu-lintas dari persimpangan tersebut.

2.5. Kapasitas dan Tingkat Pelayanan

Menurut MKJI (1997) dalam penganalisaan kapasitas, ada suatu prinsip dasar yang objektif yaitu perhitungan jumlah maksimum lalu-lintas yang dapat ditampung oleh fasilitas yang ada, serta bagaimana kualitas operasional fasilitas tersebut didalam pemeliharaan serta peningkatan fasilitas itu sendiri yang tentunya akan sangat berguna di kemudian hari. Dalam merencanakan suatu fasilitas jalan kita jumpai suatu perencanaan agar fasilitas itu dapat mendekati

kapasitasnya. Kapasitas dari suatu fasilitas akan menurun fungsinya jika diperlukan saat atau mendekati kapasitasnya.

Kriteria operasional dari suatu fasilitas diwujudkan dengan istilah tingkat pelayanan (*level of service*), yaitu ukuran kualitatif yang digunakan di MKJI (1997) dan menerangkan kondisi operasional dalam arus lalu-lintas dan penilaiannya oleh pemakai jalan (pada umumnya dinyatakan dalam kecepatan, waktu tempuh, kebebasan bergerak, interupsi arus lalu-lintas, keenakan, kenyamanan, dan keselamatan). Setiap tipe fasilitas telah ditentukan suatu interfal dari kondisi operasional yang dihubungkan dengan jumlah lalu-lintas yang mampu ditampung disetiap tingkatan.

2.6. Kapasitas (*Capacity*)

Kapasitas yang diidentifikasi oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia, (1997) sebagai arus lalu-lintas maksimum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu pada kondisi jalan lalu-lintas. Secara umum, kapasitas dijelaskan sebagai jumlah kendaraan dalam satu jam dimana orang atau kendaraan diperkirakan dapat melewati sebuah titik atau potongan lajur jalan yang seragam selama periode waktu tertentu.

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

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

Dalam menentukan kapasitas, ada beberapa kondisi yang harus diperhitungkan, yaitu:

1. Kondisi Jalan (*Roadway Condition*)

Kondisi ini berkaitan dengan karakteristik geometrik suatu jalan antara lain yaitu fasilitas, lingkungan yang terbina, jumlah lajur atau arah, bahu jalan (*shoulder*), lebar lajur, kebebasan lateral, kecepatan rencana, alinemen horizontal dan vertikal.

2. Kondisi Lalulintas (*Traffic Condition*)

Kondisi lalu-lintas bergantung pada karakteristik lalu-lintas yang menggunakan fasilitas lalu-lintas tersebut antara lain yaitu pendistribusian tipe kendaraan, jumlah kendaraan dan pembagian lajur yang ada serta arah distribusi lalu-lintas.

3. Kondisi Pengendalian (*Control Condition*)

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

2.7. Tingkat Pelayanan (*Level Of Service*)

Tingkat pelayanan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), adalah suatu pengukuran yang kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional dalam suatu aliran lalu-lintas, dan persepsinya oleh pengendara atau penumpang.

Pada umumnya, tingkat pelayanan menjelaskan suatu kondisi yang dipengaruhi oleh kecepatan, waktu perjalanan, kebebasan untuk bergerak, gangguan lalu-lintas, kenyamanan, kenikmatan dan keamanan.

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

Tabel 2.1: Kriteria tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal MKJI (1985).

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

2.8. Perencanaan Persimpangan

Menurut MKJI (1997) Pertimbangan dasar dalam perencanaan persimpangan dan operasional persimpangan adalah kemampuan dan keterbatasan pengemudi, pejalan kaki, dan kendaraan yang menggunakan fasilitas jalan tersebut. Oleh karena itu, perencanaan suatu persimpangan haruslah direncanakan dan operasikan dengan baik, sederhana dan seragam.

1. Sederhana

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

2. Seragam

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

2.9. Konflik Lalu-Lintas

Menurut MKJI (1997) Konflik lalu-lintas di persimpangan merupakan salah satu penyebab terjadinya kemacetan lalu-lintas. Konflik disebabkan oleh kebutuhan akan ruang jalan yang sama pada waktu yang sama pula dari dua atau lebih pemakai jalan.

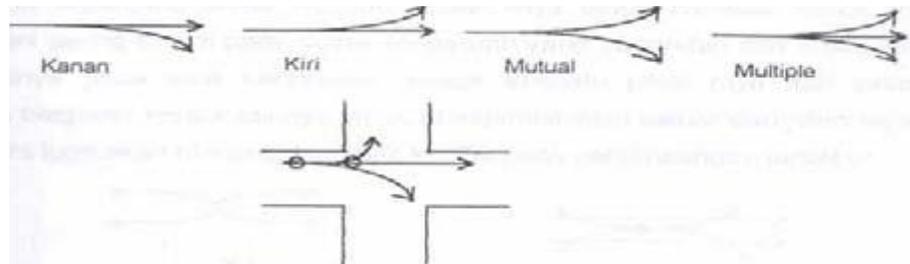
Sifat titik konflik ada dua yaitu:

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

Ada beberapa konflik yang dapat terjadi dipersimpangan, yaitu:

- a. *Diverging*, yaitu dua aliran yang berpisah

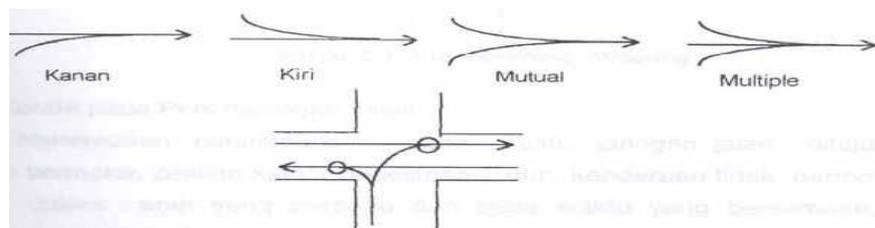
Diverging adalah peristiwa memisahkan kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain, seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Arus memisah (*diverging*).

- b. *Merging*, yaitu dua aliran yang bergabung

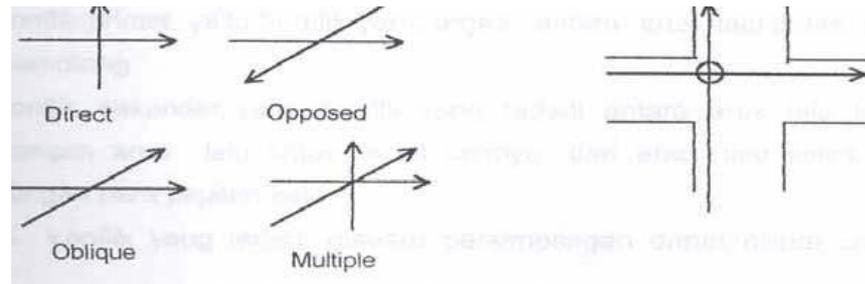
Merging adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari suatu jalur ke jalur lainnya, seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Arus bergabung (*merging*).

- c. *Crossing*, yaitu dua aliran yang berpotongan

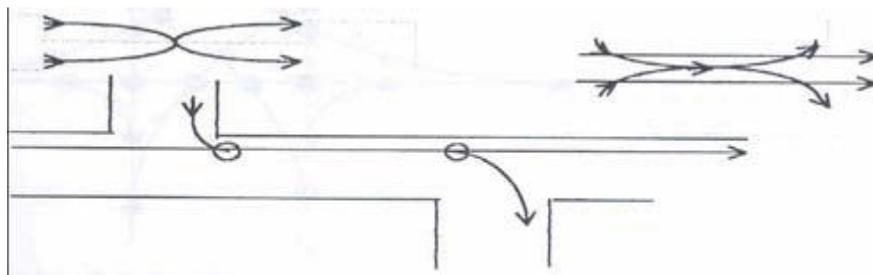
Crossing adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari suatu jalur ke jalur lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut, seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Arus memotong (*crossing*).

- d. *Weaving*, yaitu dua aliran yang bersilangan

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



Gambar 2.5: Arus menyilang (*weaving*).

2.10. Pengaturan Lalu-lintas di Simpang

Menurut MKJI (1997) masalah-masalah yang ada di simpang dapat dipecahkan dengan cara meningkatkan kapasitas simpang dan mengurangi volume lalu-lintas. Untuk meningkatkan kapasitas simpang dapat dilakukan dengan

melakukan perubahan rancangan simpang, seperti pelebaran cabang simpang serta pengurangan arus lalu-lintas dengan mengalihkan ke rute-rute lain. Tetapi kedua cara tersebut kurang efektif, karena akan mengarah kepada meningkatnya jarak perjalanan.

Pemecahan masalah, terbatasnya kapasitas simpang maupun ruas jalan secara sederhana dapat dilakukan dengan pelebaran jalan, biasanya terbentur pada masalah biaya yang perlu disediakan serta tidak selamanya mampu memecahkan permasalahan yang terjadi. Pemecahan manajemen lalu-lintas semacam ini seringkali justru menyebabkan permasalahan lalu-lintas bertambah buruk.

Alternatif pemecahan lain adalah dengan metode sistem pengendalian simpang yang tergantung kepada besarnya volume lalu-lintas.

Faktor-faktor yang harus diperhitungkan dalam memilih suatu sistem simpang menurut MKJI (1997) yang akan digunakan yaitu:

- a. Volume lalu lintas dan jumlah kendaraan yang belok.
- b. Tipe kendaraan yang menggunakan simpang.
- c. Tata guna lahan yang ada disekitar simpang.
- d. Tipe simpang.
- e. Hirarki jalan.
- f. Lebar jalan yang tersedia.
- g. Kecepatan kendaraan.
- h. Akses kendaraan pada ruas jalan.
- i. Pertumbuhan lalu-lintas dan distribusinya.
- j. Strategi manajemen lalu-lintas.
- k. Keselamatan lalu-lintas.
- l. Biaya pemasangan dan pemeliharaan.

Dalam pengoperasian sinyal lampu lalu-lintas menurut MKJI (1997) dapat dikategorikan kepada jenis perlengkapan yang digunakan, yaitu:

1. Operasional waktu sinyal tetap (*Fixed time Operation*)

Simpang dengan pengaturan waktu lampu lalu-lintas tetap (*Fixed Time Operation*) dalam pengoperasiannya menggunakan waktu siklus dan panjang fase yang diatur terlebih dahulu dan dipertahankan untuk suatu periode tertentu. Panjang siklus dan fase adalah tetap selama interval

tertentu, sehingga tipe ini merupakan bentuk pengendalian lampu lalu-lintas yang paling murah dan sederhana.

Pada keadaan tertentu, tipe ini tidak efisien dibandingkan tipe aktual karena tidak memperhatikan perubahan-perubahan yang terjadi pada volume arus lalu lintas, sehingga untuk kebutuhan pengendalian dimana lebih baik jika dipakai lebih dari satu pengaturan (*multi-setting*) untuk situasi yang berbeda dalam satu hari. Pada umumnya periode waktu berhubungan dengan waktu sibuk dalam satu hari yaitu pagi, siang hari dan sore hari.

2. Operasional sinyal tidak tetap (*Actuated operation*)

Sistem ini mengatur waktu siklus dan panjang fase secara berkelanjutan disesuaikan dengan kedatangan arus lalu-lintas setiap saat. Kemudian ditentukan nilai waktu hijau maksimum dan minimum. Alat detektor dipasang disetiap cabang simpang untuk mendeteksi kendaraan yang lewat, kemudian data disimpan dalam memori lalu diolah untuk mendapatkan nilai tambah waktu diatas nilai waktu hijau minimum untuk suatu cabang simpang. Oleh karena itu sistem pengaturan ini sangat peka terhadap situasi dan sangat efektif jika diterapkan meminimumkan tundaan pada simpang tersebut.

Terdapat dua jenis *traffic actuated operation*, yaitu *semi actuated operation* dan *fully actuated operation*. Operasional waktu sinyal separuh nyata (*semi actuated operation*) ditetapkan pada simpang dimana arus lalu-lintas pada jalan utama jauh lebih besar daripada jalan yang lebih kecil. Sebuah alat deteksi dipasang di jalan minor untuk mengetahui kedatangan kendaraan dari jalan tersebut, dan diatur sedemikian rupa sehingga jalan mayor selalu mendapat sinyal lampu hijau lebih lama.

Operasional waktu sinyal yang nyata *fully actuated operation* ditempatkan pada simpang dimana arus lalu-lintas relatif sama disetiap cabang simpang tetapi distribusinya bervariasi dan berfluktuasi. Detektor ditempatkan disetiap cabang simpang. Pada simpang *fully actuated operation* ini untuk tiap-tiap cabang simpang ditentukan waktu hijau maksimum dan minimumnya.

Arus lalu-lintas yang memasuki suatu simpang akan bervariasi dari waktu ke waktu selama satu hari, sehingga akan dibutuhkan waktu siklus yang bervariasi. Kondisi ini tidak menjadi masalah bagi sistem pengaturan *traffic actuated operation*, sedangkan untuk pengaturan lampu lalu-lintas waktu tetap perlu ditentukan waktu siklus yang dapat menghindari terjadinya tundaan yang berlebihan pada suatu arus lalu-lintas tinggi.

Keuntungan yang dapat diperoleh dengan pengoperasian waktu sinyal tetap (*fixed time operation*) MKJI (1997) adalah:

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

Keuntungan pemakaian lampu lalu-lintas dengan waktu tidak tetap (*actuated operation*) adalah:

- a. Efisiensi persimpangan maksimum karena lama tiap fase disesuaikan dengan volume pergerakan yang melewati persimpangan.
- b. Dapat menyediakan fasilitas berhenti (*stop*) dan jalan (*go*) secara terus menerus tanpa penundaan yang berarti.
- c. Secara umum menurunkan tundaan pada persimpangan terisolasi.

2.11. Daya Guna Lampu Lalu-lintas

Menurut MKJID (1997) daya guna lampu lalu-lintas pada simpang dapat dievaluasi dari seberapa jauh suatu sistem lampu lalu-lintas dapat memenuhi fungsi yang diharapkan, yaitu:

- a. Mengurangi waktu tundaan
- b. Meningkatkan kapasitas simpang
- c. Sedapat mungkin mempertahankan laju pergerakan

- d. Fasilitas penyebrangan bagi pejalan kaki
- e. Meningkatkan keselamatan

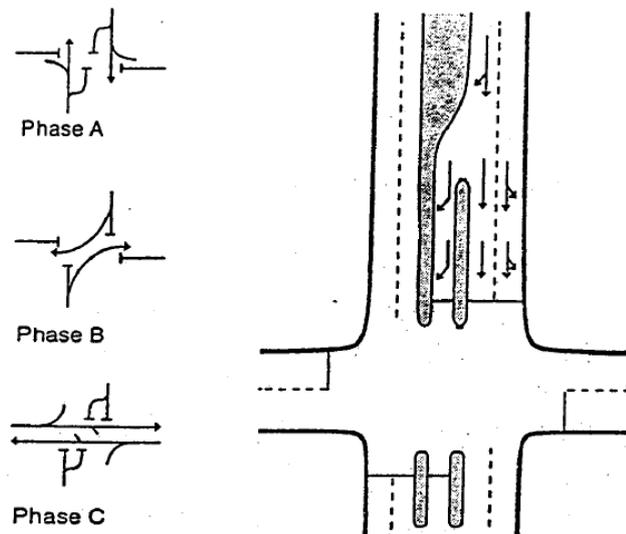
Jumlah dan tingkat kecelakaan merupakan ukuran dari tiap kecelakaan yang mungkin terjadi untuk menentukan daya guna keselamatan pada simpang. Tundaan dan kapasitas simpang sangat tergantung dari *lay-out* geometrik simpang, konflik arus lalu lintas dan metode pengendalian simpang yang dipakai.

2.12. Parameter-parameter Analisa Simpang Bersinyal

Dalam MKJI (1997) parameter-parameter yang biasa digunakan dalam analisa simpang bersinyal, didasarkan pada prinsip-prinsip utama sebagai berikut:

1. Geometri

Perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub-pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan dan belok kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu-lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik oleh pulau-pulau lalu-lintas dalam pendekat, (Gambar 2.6.



Gambar 2.6: Tipe phase pendekat pada persimpangan.

Untuk masing-masing pendekat atau sub-pendekat lebar efektif (W_c) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah dari bagian masuk dan keluar suatu simpang dan distribusi dari gerakan-gerakan membelok.

2. Arus lalu-lintas

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

Arus lalu-lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok-kiri (Q_{LTO}), lurus (Q_{st}) dan belok kanan (Q_{RT})) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan, (Tabel 2.2).

Tabel 2.2: Ekivalen kendaraan penumpang.

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

Jika hanya arus lalu-lintas harian (LHRT) saja yang ada, tanpa diketahui distribusi lalu-lintas pada setiap jamnya, maka arus rencana per jam dapat diperkirakan sebagai suatu persentase dari LHRT pada Table 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3: Arus rencana dari persentase LHRT.

Tipe kota dan jalan	Faktor persen k $k \times LHRT = \text{ arus rencana/jam}$
---------------------	---

Tabel 2.3: *Lanjutan.*

<ul style="list-style-type: none"> • dan jalan arteri 	7 – 8 %
<ul style="list-style-type: none"> • Jalan pada daerah pemukiman 	8 – 9 %
Kota-kota \leq 1 juta penduduk	
<ul style="list-style-type: none"> • Jalan-jalan pada daerah komersil dan jalan arteri 	8 – 10 %
<ul style="list-style-type: none"> • Jalan pada daerah pemukiman 	9 – 12 %

Jika distribusi gerakan berbelok tidak diketahui dan tidak dapat diperkirakan, 15 % belok-kanan dan 15% belok kiri dari arus pendekat total dapat digunakan kecuali jika ada gerakan membelok tersebut yang akan dilarang.

Nilai-nilai normal untuk komposisi lalu-lintas berikut dapat digunakan bila tidak ada taksiran yang lebih baik, dapat dilihat dari Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Komposisi lalu-lintas kendaraan bermotor

Ukuran kota Juta penduduk	Komposisi lalu-lintas kendaraan bermotor%			Rasio kendaraan tak bermotor (UM/MV)
	Kendaraan ringan LV	Kendaraan berat HV	Sepeda motor MC	
> 3 juta	60	4,5	35,5	0,01
1 – 3 juta	55,5	3,5	41	0,05
0,5 – 1 juta	40	3,0	57	0,14
0,1 – 0,5 juta	63	2,5	34,5	0,05
< 0,1 juta	63	2,5	34,5	0,05

3. Model dasar

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan dengan Persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$C = S \times g/c \quad (2.1)$$

Dimana:

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari mulai antrian

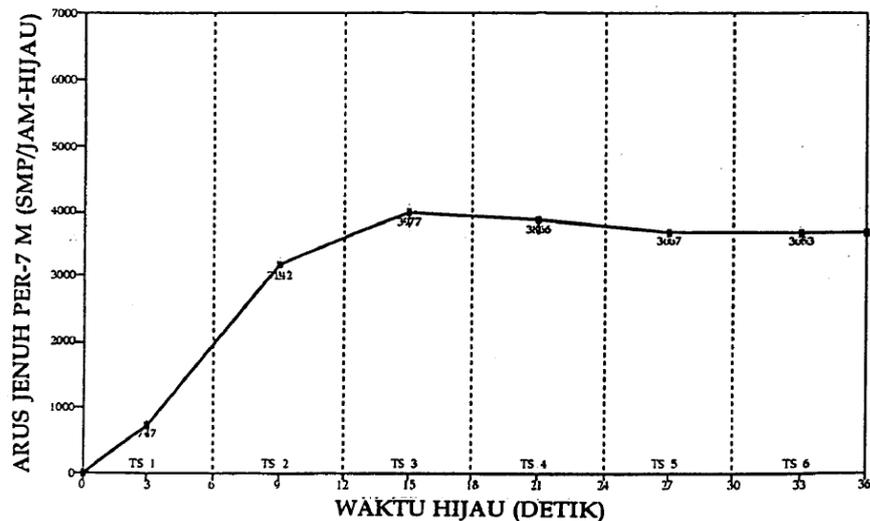
dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau = smp per-jam hijau)

g = waktu hijau (det)

c = waktu siklus

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

Pada Persamaan 2.1, arus jenuh dianggap tetap selama waktu hijau. Meskipun demikian, dalam kenyataannya arus berangkat nilai dari 0 pada awal waktu hijau dan mencapai nilai puncaknya setelah 10 -15 detik. Nilai ini akan menurun sedikit sampai akhir waktu hijau, lihat Gambar 2.7 berikut. Arus berangkat juga terus berlangsung selama waktu kuning dan merah-semua hingga tururn menjadi 0, yang biasanya terjadi 5 – 10 detik setelah awal sinyal merah.

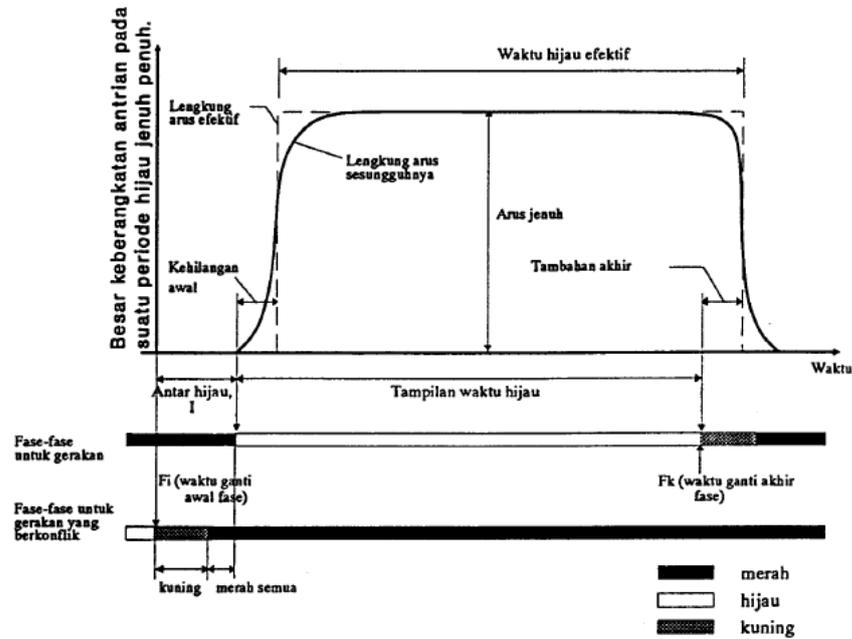


Gambar 2.7: Arus jenuh yang diamati per selang waktu enam detik.

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai “kehilangan awal” dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu “tambahan akhir” dari waktu hijau efektif, lihat Gambar 2.9. jadi besarnya waktu hijau efektif, yaitu lamanya

waktu hijau dimana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S, dapat kemudian dihitung dengan Pers, 2.2.

$$\text{Waktu hijau efektif} = \text{tamp waktu hijau} - \text{keh awal} + \text{tam akhir} \quad (2.2)$$



Gambar 2.8: Model dasar untuk arus jenuh (Akcelik, 1989).

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S₀) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya, sehingga dapat dihitung dengan Pers, 2.3.

$$S = S_0 \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times \dots \times F_n \quad (2.3)$$

Untuk pendekatan terlindung arus jenuh dasar doitentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (W_c), sehingga dapat dihitung dengan Pers, 2.4.

$$S_0 = 600 \times W_c \quad (2.4)$$

Penyesuaian kemudian dilakukan untuk kondisi-kondisi sebagai berikut:

- a) Ukuran kota
- b) Hambatan samping
- c) Kelandaian

- d) Parkir
- e) Gerakan membelok

Untuk pendekatan terlawan, keberangkatan dari antrian sangat dipengaruhi oleh kenyataan bahwa supir-supir di Indonesia tidak menghormati aturan hak jalan dari sebelah kiri yaitu kendaraan-kendaraan belok kanan memaksa menerobos lalu-lintas lurus berlawanan. Model-model dari Negara Barat tentang keberangkatan ini, yang didasarkan pada teori penerimaan celah (*gap – acceptance*), tidak dapat diterapkan. Suatu model penjelasan yang didasarkan pada pengamatan perilaku pengemudi telah dikembangkan dan diterapkan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Apabila terdapat gerakan belok kanan dengan rasio tinggi, umumnya menghasilkan kapasitas-kapasitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan model barat yang sesuai. Nilai-nilai smp yang berbeda untuk pendekatan terlawan juga digunakan seperti uraian diatas.

4. Penentuan waktu sinyal

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metode Webster (1966) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Pertama-tama ditentukan waktu siklus (*c*), selanjutnya waktu hijau (*g*) pada masing-masing fase (*i*). Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan Pers, 2.5.

$$c = (1,5 \times LT1 + 5) / (1 - \sum FR_{crit}) \quad (2.5)$$

Dimana:

- c* = waktu siklus sinyal (detik)
- LT1* = jumlah waktu hilang per siklus (detik)
- FR* = arus dibagi dengan arus jenuh (*Q/S*)
- FR_{crit}* = nilai *FR* tertinggi dari semua pendekatan yang berangkat pada suatu fase sinyal
- $\sum(FR_{crit})$ = rasio arus simpang = jumlah *FR_{crit}* dari semua fase pada siklus tersebut

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini maka ada resiko serius akan terjadi lewat jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai $\sum(FR_{crit})$ mendekati atau lebih dari 1, maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan persamaan tersebut akan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi atau negative. Dalam Pers, 2.6 berikut adalah cara untuk menghitung waktu hijau yang ada.

$$g_i = (c - LT!) \times FR_{crit} / \sum FR_{crit} \quad (2.6)$$

Dimana:

g_i = tampilan waktu hijau pada fase I (detik)

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih peka terhadap kesalahan-kesalahan dalam pembagian waktu hijau daripada terhadap panjangnya waktu siklus. Penyimpangan kecilpun dari rasio hijau (g/c) yang ditentukan dari Pers, 2.5 dan 2.6 di atas menghasilkan bertambah tingginya tundaan rata-rata pada suatu simpang.

5. Kapasitas dan derajat kejenuhan

Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat, seperti pada Pers, 2.1 di atas.

Derajat kejenuhan dapat dihung dengan Pers, 2.7.

$$DS = Q/C = (Q \times C)/(S \times g) \quad (2.7)$$

6. Perilaku lalu-lintas (kualitas lalu-lintas)

Berbagai ukuran lalu-lintas dapat ditentukan berdasarkan pada arus lalu-lintas (Q), derajat kejenuhan (DS) dan waktu sinyal (c dan g) sebagaimana diuraikan di bawah ini:

a) Panjang antrian

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

(NQ1) ditambah jumlah smp yang dating selama fase merah (NQ2), dapat dihitung dengan Pers, 2.8.

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (2.8)$$

Dengan

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}}] \quad (2.9)$$

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

$$NQ2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (2.10)$$

Dimana:

NQ1 = jumlah smp yang tertinggal di fase hijau sebelumnya

NQ2 = jumlah smp yang dating selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh x rasio hijau (S x GR)

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

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ($20m^2$) dan pembagian dengan lebar masuk, seperti Pers, 2.11.

$$QL = NQ_{MAX} \times \frac{20}{W_{masuk}} \quad (2.11)$$

b) Angka henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung menggunakan Pers, 2.12.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (2.12)$$

Dimana:

c = waktu siklus (det)

Q = arus lalu-lintas (smp/jam)

c) Rasio kendaraan terhenti

Rasio kendaraan terhenti P_{SV} yaitu, rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpang I dihitung menggunakan Pers, 2.13.

$$P_{SV} = \min(NS1) \quad (2.13)$$

Dimana:

NS = angka henti dari suatu pendekat

d) Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal, yaitu:

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

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dapat dihitung menggunakan Pers, 2.14.

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (2.14)$$

Dimana:

D_j = tundaan rata-rata untuk pendekat j (smp/jam)

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

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

Tundaan lalu-lintas rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dari Pers, 2.15 Akcelik (1988).

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \quad (2.15)$$

Dimana:

DT_j = tundaan lalu-lintas rata-rata pada pendekat j (det/smp)

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

NQ1 = jumlah smp yang tertinggal di fase sebelumnya

Tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat diperkirakan menggunakan Pers, 2.16.

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \quad (2.16)$$

Dimana:

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

P_{SV} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

P_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

7. Waktu antar hijau

Waktu antar hijau atau *intergreen periode* adalah waktu yang diperlukan untuk pergantian antara waktu hijau pada suatu fase awal ke suatu fase berikutnya, merupakan periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (detik). Waktu minimum yang diperuntukkan pada periode ini adalah selama 4-6 detik. Dimana waktu semua sinyal beberapa saat tetap sebelum pergantian sinyal berikutnya yang disebut antara (*interval*) dan pertukaran tersebut selama waktu kuning (*amber*) dan merah semua (*all red*) yang disebut pertukaran antara (*change interval*).

Kendaraan yang akan membelok kekanan dapat bergerak membelok kekanan selama *intergreen* periode ini. *Intergreen* periode juga merupakan penjumlahan antara waktu kuning, dalam desain umumnya diambil selama 3 detik, dengan waktu *all red*, dalam desain umumnya diambil selama 2 detik. Waktu merah semua ini dipergunakan untuk membersihkan (*clearence time*) daerah persimpangan dari kendaraan yang terjebak saat melintasi

persimpangan sebelum pergerakan fase selanjutnya. Lama waktu antar hijau bergantung pada ukuran lebar persimpangan dan kecepatan kendaraan.

Di Indonesia waktu antar hijau dialokasikan sebagaimana yang ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.5: Lama waktu antar hijau MKJI (1997).

Ukuran simpang	Lebar jalan (m)	Waktu antar-hijau (detik/fase)
Kecil	6 – 9	4
Sedang	10 – 14	5
Besar	≥ 14	≥ 6

8. Waktu Hilang (*lost time*)

Waktu hilang pada konsep pergerakan memberikan selang waktu diantara permulaan waktu menyala hijau aktual dan permulaan waktu hijau efektif yang disebut kehilangan awal (*start lost*). Atau pada konsep fase kehilangan waktu awal merupakan keterlambatan awal bergerak (*lost time due to start*) dan tidak ada penambahan waktu antara hijau (*intergreen*) sebagaimana yang terdapat pada konsep pergerakan.

Penjumlahan dari waktu antara hijau dan kehilangan waktu awal (*start lag*), dan tambahan waktu akhir (*end lag*) adalah waktu yang masih dapat dimanfaatkan kendaraan pada waktu kuning (*amber*) untuk melintasi persimpangan.

Dengan persamaan matematis, waktu hilang pada konsep pergerakan dapat ditunjukkan dengan Pers, 2.17.

$$l = a - b \tag{2.17}$$

Dimana:

l = waktu hilang (detik)

a = *start lag* (detik)

b = *end lag*

Waktu hilang total pada persimpangan merupakan jumlah seluruh waktu hilang pada setiap lengan persimpangan yang dinyatakan dengan Persamaan 2.5 sebagai berikut:

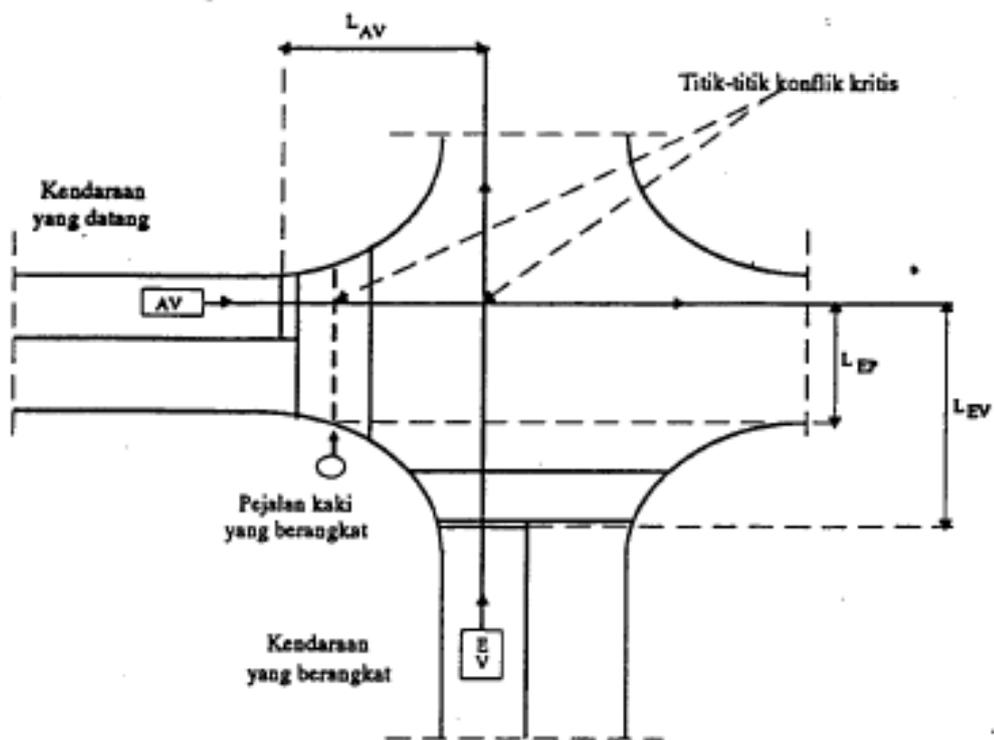
$$L = \sum l \quad (2.18)$$

Dimana:

L= waktu hilang total (detik)

8. Waktu merah semua

Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus member kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti sampai ke titik konflik, dan panjang dari kendaraan yang berangkat, seperti pada Gambar 2.10.



Gambar 2.9: Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan.

Titik konflik kritis pada masing-masing fase (i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah-semua terbesar, dapat dihitung menggunakan Pers, 2.17.

$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(L_{EV} + l_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV \max}} \right] \quad (2.17)$$

Dimana:

L_{EV}, L_{AV} = jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing (m)

l_{EV} = panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = kecepatan masing-masing kendaraan yang berangkat dan datang (m/det)

Apabila periode merah-semua untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hilang (LT1) untuk simpang dapat dihitung menggunakan Pers, 2.18 berikut sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau:

$$LT1 = \sum (\text{merah semua} + \text{kuning})_I = \sum IG_i$$

2.13. Faktor Penyesuaian

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) factor-faktor penyesuaian adalah:

- a. Faktor penyesuaian ukuran kota F_{cs}

Tabel 2.6: Faktor penyesuaian ukuran kota F_{cs} (MKJI, 1997).

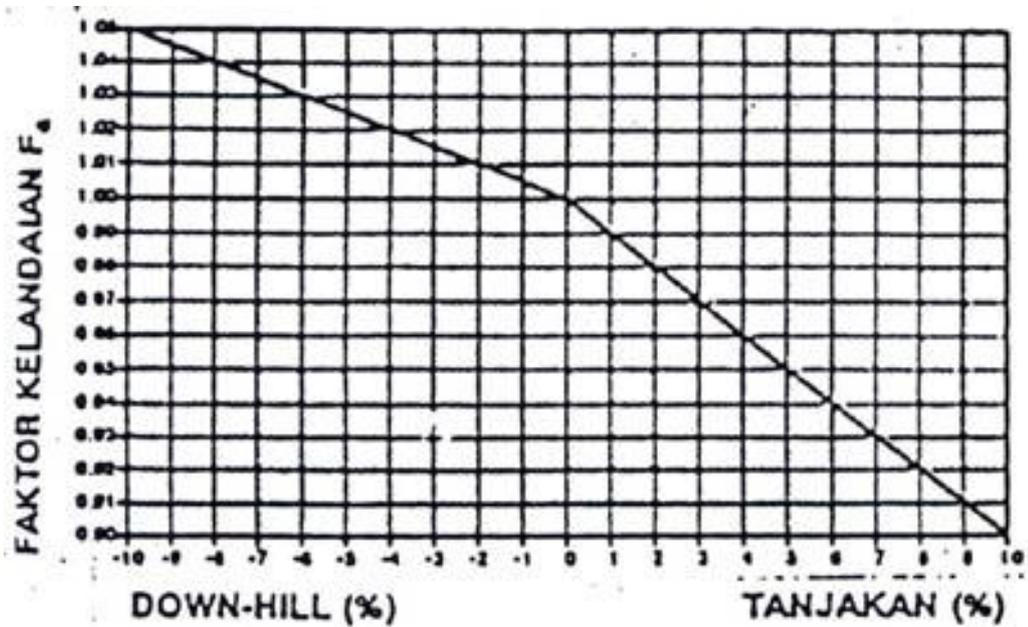
Penduduk kota (juta jiwa)	Factor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

b. Faktor penyesuaian hambatan samping F_{sf}

Tabel 2.7: Faktor penyesuaian tipe lingkungan hambatan samping dan kendaraan tak bermotor MKJI (1997).

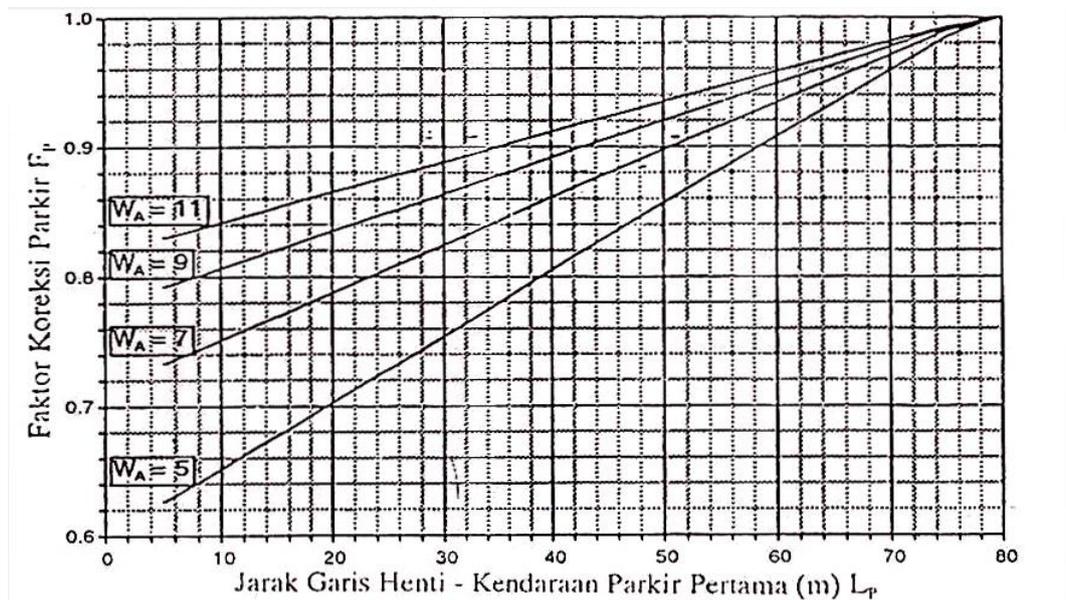
Lingkungan jalan	Hambatan Samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,80
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,70
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,80
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,80
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,70
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,70
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,80
Akses Terbatas (RA)	Tinggi /sedang /rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,80

c. Faktor penyesuaian kelandaian F_g



Gambar 2.10: Faktor penyesuaian untuk kelandaian F_g (MKJI, 1997).

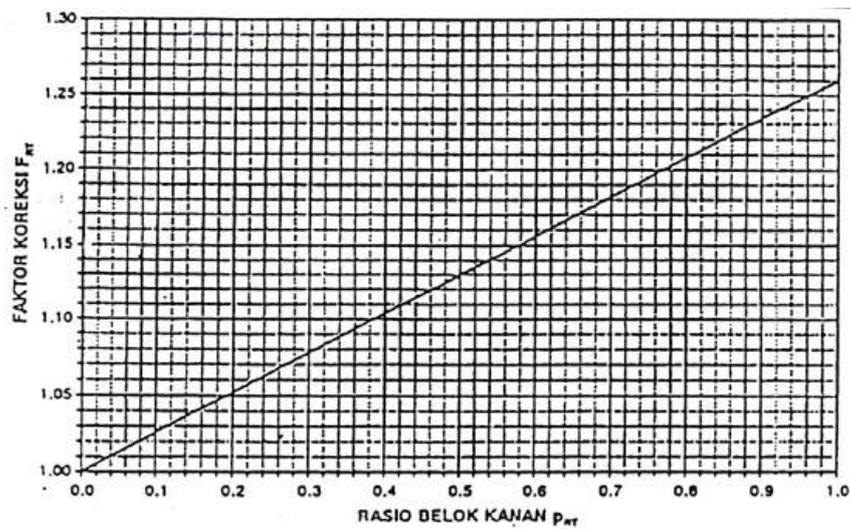
d. Faktor penyesuaian parkir F_p



Gambar 2.11: Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek F_p MKJI (1997).

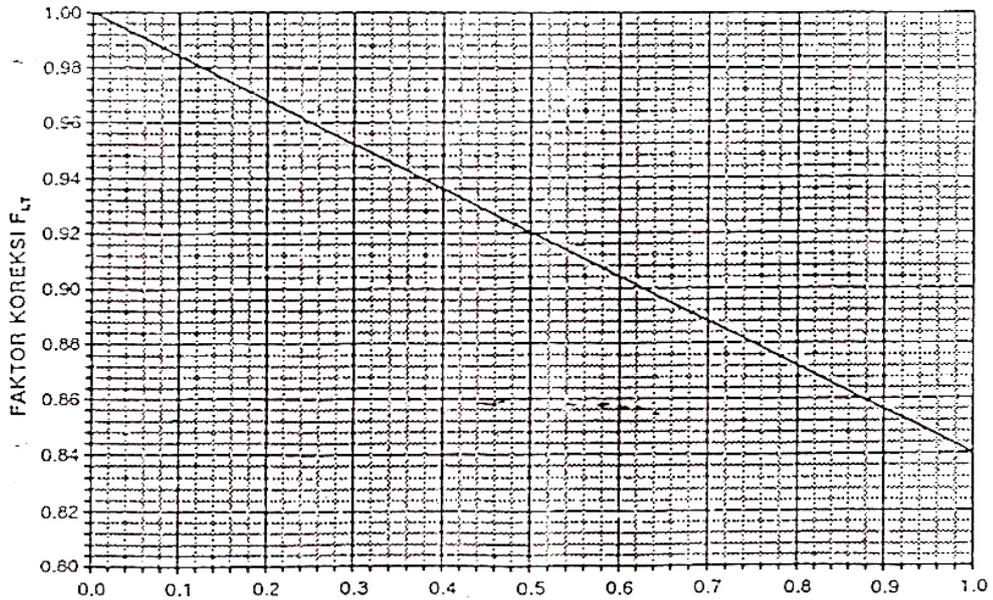
e. Faktor penyesuaian belok kanan F_{rt}

Hanya untuk tipe P dengan median dua arah.



Gambar 2.12: Rasio belok kanan F_{rt} MKJI (1997).

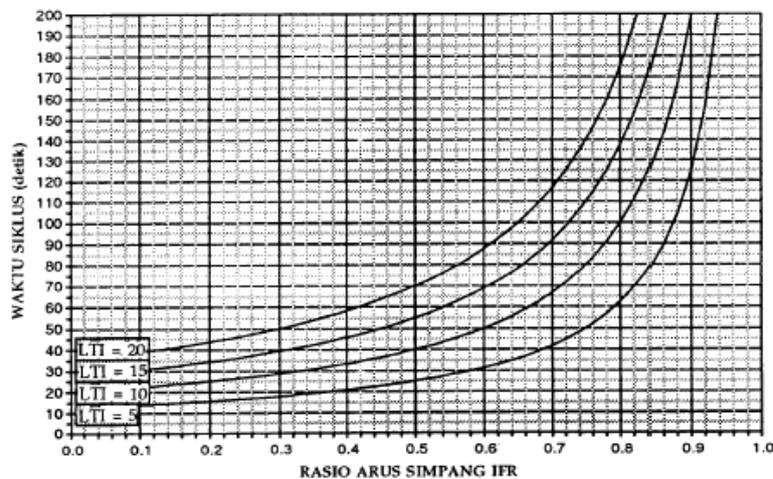
- f. Faktor penyesuaian belok kiri F_{lt}
 Hanya untuk tipe P dengan belok kiri langsung.



Gambar 2.12: Faktor penyesuaian untuk pengaruh belok kiri F_{lt} MKJI (1997).

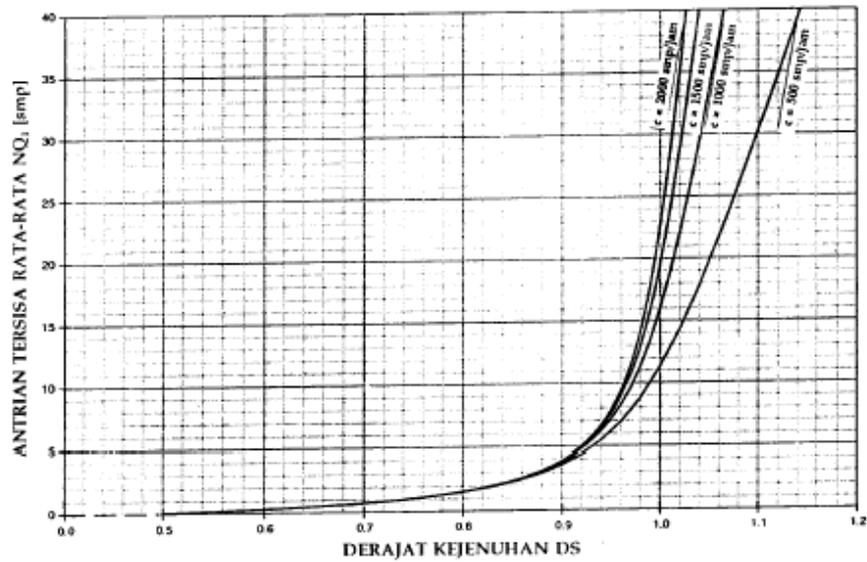
Namun begitu, arus jenuh tersebut diatas berlaku tipe pendekatan terlindung P (*Protected*), sedangkan untuk tipe terlawan arus jenuh dasar ditentukan oleh data empiris yang berlaku di Indonesia.

- g. Faktor waktu siklus sebelum penyesuaian



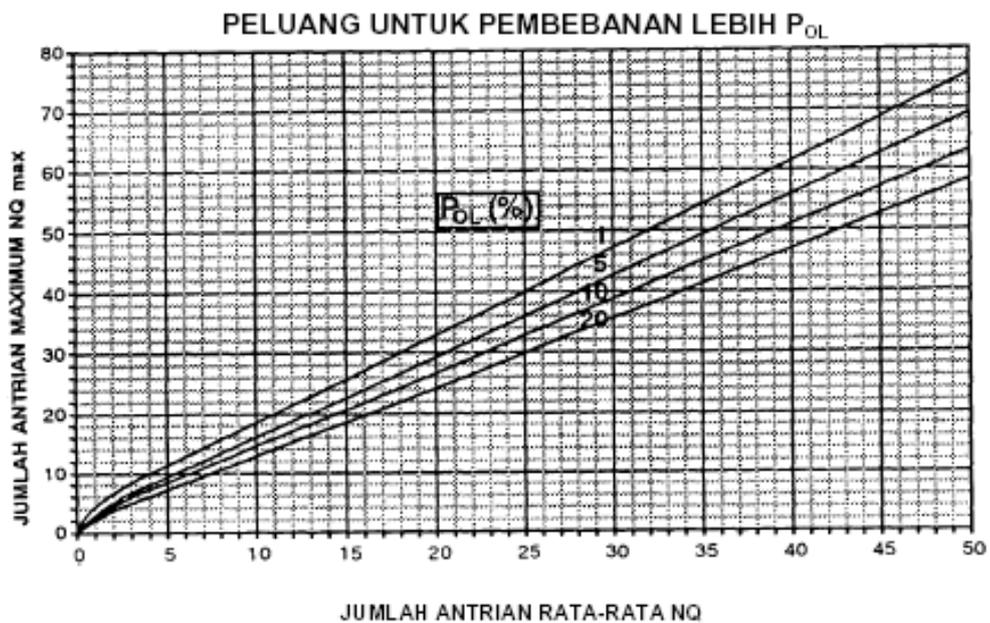
Gambar 2.13: Penetapan arus siklus sebelum penyesuaian.

h. Faktor jumlah kendaraan antri



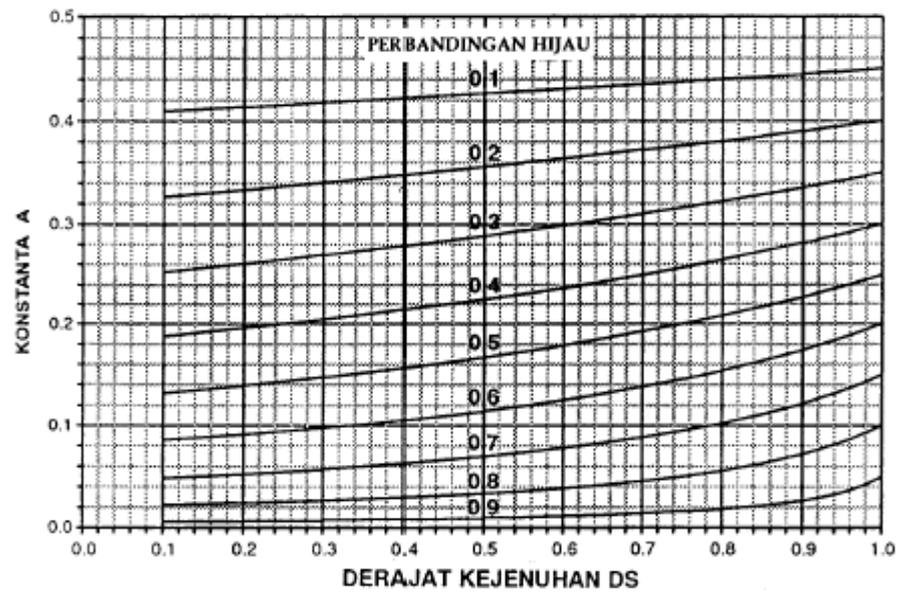
Gambar 2.15: Jumlah kendaraan antri (smp) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya MKJI (1997).

i. Faktor peluang untuk pembebanan lebih P_{OL}



Gambar 2.16: Perhitungan jumlah antrian (NQ_{max}) dalam smp MKJI (1997).

j. Faktor penetapan tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

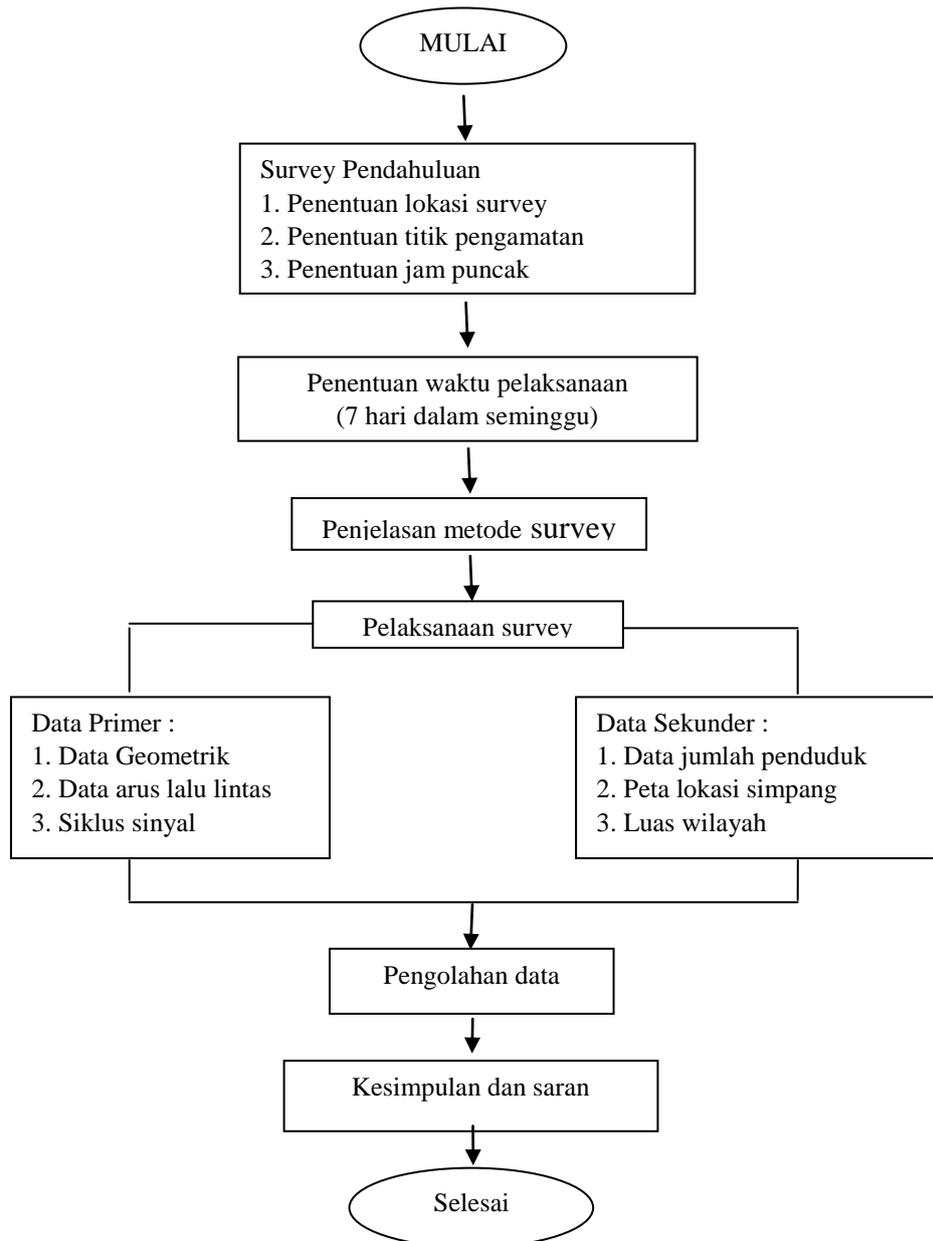


Gambar 2.16: Penetapan tundaan lalu lintas rata-rata (DT) MKJI (1997).

BAB 3
METODOLOGI

3.1. Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah Penelitian dapat dilihat dalam diagram alur sebagai berikut:



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

Metodologi merupakan cara-cara teknik/penjabaran suatu analisa perhitungan yang dilakukan dalam rangka mencapai suatu tujuan dalam penelitian. Agar pelaksanaan penelitian dapat dilakukan dengan benar maka metodologi penelitian harus dilakukan dengan secermat mungkin dan setepat mungkin. Dalam mencapai tujuan tersebut maka digunakanlah diagram alir (*flow chart*) sebagai acuan pelaksanaan penelitian. Untuk itu susunan diagram alir yang ada harus dapat diuraikan secara jelas baik lingkup penelitian sampai hasil-hasil yang diharapkan dan setiap kelompok bahasan yang terdapat diagram alir.

3.2. Lokasi

Sebagaimana dengan tujuan tugas akhir ini, yaitu menganalisa model antrian pada persimpangan yang berlampu, maka untuk pemilihan lokasi persimpangan yang dipilih adalah persimpangan yang mengalami kemacetan, antrian yang panjang pada saat jam sibuk (*peak hour*). Jam sibuk yang dimaksud adalah jam pada periode dimana arus lalu-lintas yang mengalir cukup tinggi sehingga mengakibatkan arus lalu-lintas jenuh pada persimpangan sehingga apabila kendaraan yang melintasi persimpangan tersebut mengalami lampu merah tidak hanya sekali.

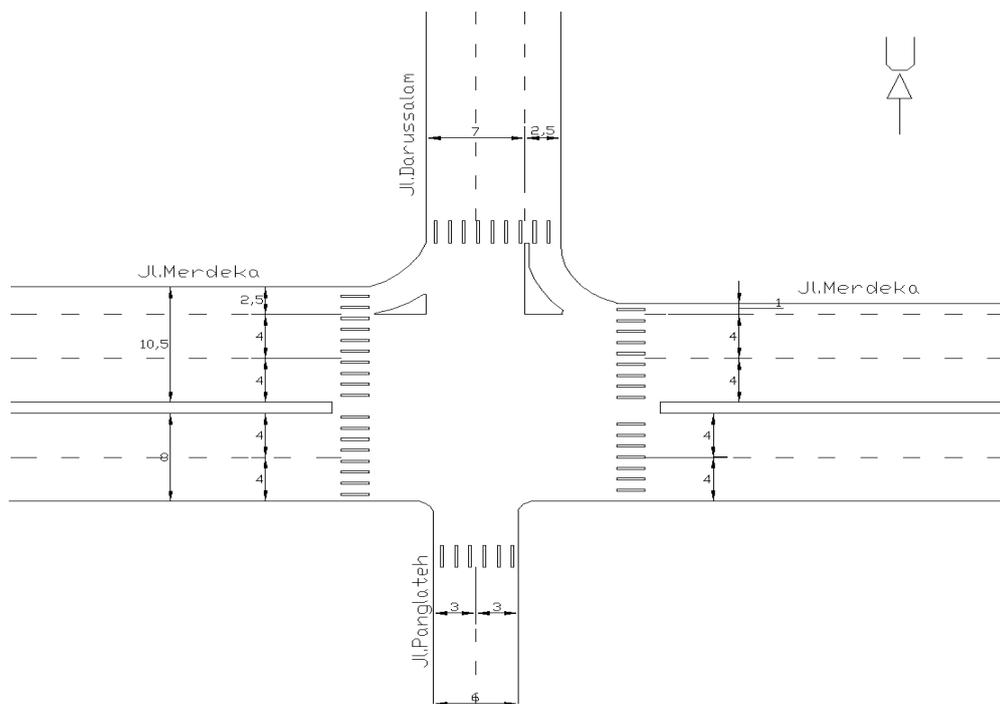
Pengamatan lalu-lintas tidak hanya menghitung volume arus lalu-lintas aktual, melainkan juga perhitungan arus lalu-lintas pada kondisi jenuh pada saat kendaraan melintasi persimpangan. Keadaan tersebut mengharuskan perhitungan arus lalu-lintas yang layak sesuai dengan kebutuhan persimpangan.

Peninjauan arus lalu-lintas pada kondisi jenuh bertujuan untuk melihat gambaran jumlah kendaraan tiap jam tiap lajur jika waktu hijau efektif (*effective green time*) yang tersedia selama satu jam penuh dan diusahakan agar arus kendaraan tak pernah berhenti.

Pada saat indikasi merah menyala, arus lalu-lintas pada satu kelompok lajur berhenti, diperlukan suatu waktu keamanan bagi setiap persimpangan yang disebut jarak kehilangan waktu (*clearence lost time*), pada saat ini tidak satupun arus lalu-lintas yang dapat melewati persimpangan dan kemudian barulah arus lalu-lintas menyediakan interval perubahan yang berupa indikasi kuning dan atau semuanya merah bagi jarak kehilangan waktu ini.

Waktu hijau yang efektif berarti dapat dihasilkan dengan waktu hijau yang tersedia ditambah dengan interval perubahan (*change interval*) dikurangi dengan kehilangan waktu awal (*start up lost time*) dan jarak kehilangan waktu (*clearance lost time*). Dengan demikian, lokasi pengamatan diusahakan pada persimpangan yang memiliki pembagian jalur dan rambu yang melarang kendaraan parkir pada lengan persimpangan selain instalasi persinyalan lampu lalu lintas yang ada. Kondisi ini dianggap mewakili kondisi persimpangan yang tertib lalu-lintas.

Sesuai dengan kondisi diatas, maka dalam pemilihan lokasi persimpangan yang dinilai ditetapkan Simpang Jalan Merdeka – Jalan Darussalam – Jalan Panglatah, Kota Lhokseumawe, untuk dinilai pengaruh antrian setelah diadakan analisa model antrian pada unjuk kerja persimpangan.



Gambar 3.2: Lokasi simpang empat.

3.3. Periode Survey

3.3.1. Perhitungan Arus Lalu-lintas Aktual

Pengamatan arus lalu-lintas didasarkan pada pengamatan arus rata-rata satu periode jam puncak (*peak hour*). Berdasarkan pengamatan pendahuluan yang

dilakukan secara visual selama satu minggu pada Simpang Jalan Merdeka – Jalan Darussalam – Jalan Panglath, Kota Lhokseumawe, ditemukan gambaran jam puncak selama periode pagi (07⁰⁰-09⁰⁰), siang (11⁰⁰-13⁰⁰) dan sore (16⁰⁰-18⁰⁰). Untuk keakuratan data volume lalu-lintas pada persimpangan tersebut maka diambil tiga hari yang mewakili hari-hari dalam satu minggu. Hal tersebut dibutuhkan untuk mendapatkan data volume lalu-lintas pada kondisi puncak selama satu minggu. Enam hari yang dianggap mewakili adalah Kamis, Jumat, Sabtu, dan Sabtu, Minggu serta Senin dengan pertimbangan bahwa Senin merupakan hari yang mengawali orang untuk bekerja, hari Rabu merupakan hari yang mewakili hari-hari selanjutnya atau hari biasa dimana orang melakukan perjalanan rutin dan hari Sabtu merupakan hari yang mewakili hari libur. Dimulai pada pagi hari pukul 07.00 WIB – 19.00 WIB dengan periode pengamatan selama 2 jam pagi, 2 jam siang dan 2 jam sore dengan interval waktu selama 15 menit.

3.4. Perancangan Survey Lalu-Lintas

3.4.1. Waktu Pelaksanaan

Sebagaimana dengan pertimbangan pengumpulan data tersebut diatas, maka pelaksanaan pengamatan dilakukan selama tiga hari. Dimulai Kamis sampai dengan Sabtu selama 6 jam terbagi yang masing-masing 2 jam pagi, 2 jam siang dan 2 jam sore. Pengambilan data selama tiga hari tersebut untuk mengetahui total volume lalu-lintas persimpangan persimpangan yang maksimum.

3.4.2. Prosedur Pelaksanaan

3.4.2.1. Perhitungan Arus Lalulintas Aktual

Menentukan komposisi jenis kendaraan yang diamati menurut pengelompokan yang dibuat oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia MKJI (1997), angka ekivalensi tersebut dibagi atas 4 jenis (Tabel 2.4). Adapun ke 4 jenis kendaraan tersebut yakni Kendaraan ringan (LV), Kendaraan berat (HV), Sepeda motor (MC) dan Kendaraan tak bermotor (UM).

Membuat formulir data pengamatan atas pengelompokan jenis kendaraan tersebut diatas dengan memuat hal-hal sebagai berikut:

- a. Arah pergerakan berdasarkan asal tujuan meliputi pergerakan membelok ke kiri, kanan, lurus dan berdasarkan jenis kendaraan.
- b. Perhitungan jenis kendaraan berdasarkan jumlah tiap jenis kendaraan selama periode pengamatan dalam interval 15 menit.

3.4.2.2. Keadaan Sinyal dan Geometrik Simpang

Keadaan persimpangan yang perlu diamati selanjutnya adalah keadaan sinyal lampu lalu-lintas yang meliputi satu siklus yakni periode merah, kuning dan hijau untuk setiap fase. Demikian juga dengan jumlah fase yang beroperasi pada persimpangan tersebut.

Pelaksanaan pengukuran waktu sinyal diperoleh dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Membuat formulir pencatatan
- b. Dengan menggunakan stopwatch, lamanya sinyal dicatat dengan pertama sekali melakukan pencatatan waktu merah, hijau dan kuning. Kemudian mencatat waktu siklus untuk mencocokkan pencatatan waktu sinyal (merah, kuning dan hijau).
- c. Pencatatan dilakukan sebanyak tiga kali berturut-turut dalam waktu yang berbeda. Dalam hal ini pencatatan dilakukan pada saat pagi dan siang. Tujuannya untuk mengetahui apakah ada perubahan lama waktu sinyal pada waktu tertentu.

Pengamatan keadaan persimpangan yang meliputi geometrik persimpangan dan inventarisasi rambu lalu-lintas perlu juga dilakukan. Geometrik persimpangan meliputi pengukuran lebar jalan, jumlah lajur, lebar efektif untuk kendaraan lurus dan belok pada persimpangan tersebut.

3.4.3. Surveyor dan Perlengkapan

Selama pelaksanaan pengamatan lalu-lintas untuk keperluan ini, maka dibentuk suatu tim survey yang terdiri dari dua belas orang termasuk dua orang pengawas. Tim ini sebelum melaksanakan tugas terlebih dahulu diberi penjelasan tentang bagaimana cara untuk mendapatkan data dilapangan.

Adapun peralatan yang diperlukan selama pengamatan yang meliputi volume lalu-lintas aktual dan kondisi persimpangan adalah formulir data, alat tulis, alat penghitung, meteran gulung, stopwatch serta peralatan pendukung lainnya. Semua perlengkapan tersebut dipergunakan surveyor pelaksanaan selama pengamatan sesuai dengan kebutuhan data yang akan dikumpulkan.

3.5. Pengolahan Data

Pengolahan data dan perhitungan akan dilakukan dengan Metode MKJI 1997, dan sebelumnya dibutuhkan data-data penunjang yang terdiri dari data lalu-lintas geometrik dan data lalu-lintas.

3.5.1. Data Lalu-lintas

Dalam memilih data-data volume lalu lintas untuk analisa antrian diamati dari kondisi jam puncak. Dalam menentukan total arus lalu-lintas selama periode pengamatan empat periode 15 menit (1 jam). Dengan demikian pengamatan selama dua jam diperoleh delapan periode 15 menit. Volume arus lalu-lintas jalan diperoleh dengan menjumlahkan volume 15 menit periode ke-1,2,3, dan ke-4. selanjutnya menjumlahkan pada volume 15 periode ke-2,3,4, dan ke-5, seterusnya. Sampai kepada 15 menit ke 5,6,7 dan ke-8. Jumlah nilai terbesar dari hasil penjumlahan tersebut merupakan arus lalu-lintas maksimum dalam satuan kendaraan per-jam.

3.5.2. Data Geometrik Persimpangan

Dari hasil Pengukuran langsung didapatkan data-data geometrik jalan sesuai dengan Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Data Geometrik Simpang Jalan Merdeka – Jalan Darussalam.

Jalan Pendekat	Waktu merah (det)	Waktu hijau (det)	Waktu kuning (det)
Jl. Merdeka (Timur)	95	35	3
Jl. Merdeka (Barat)	95	35	3
Jl. Darussalam (Utara)	85	25	3
Jl. Panglatah (Selatan)	75	20	3

BAB 4

ANALISA DATA

4.1. Umum

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

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

4.2. Kondisi Lalu-Lintas

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

4.3. Karakteristik Lalu-Lintas

1. Kondisi geometrik

- Tipe lengan timur $4/2$ *divided* (terpisah oleh median)

- Tipe lengan barat $4/2$ *divided* (terpisah oleh median)

- Tipe lengan utara $4/2$ *undivided* (tidak ada median)

- Tipe lengan selatan $2/2$ *undivided* (tidak ada median)

2. Kondisi medan

- Kondisi medan pada simpang Merdeka termasuk datar.

3. Jumlah penduduk
Jumlah penduduk Kota Lhokseumawe menurut BPS tahun 2017 yaitu sebanyak 324.652 jiwa.
4. Kondisi lingkungan
Terdapat perkantoran, rumah penduduk, sekolah dan pertokoan, Tipe lingkungan komersial.
5. Kondisi persinyalan
Arus lalu lintas dikendalikan oleh lampu lalu-lintas.
6. Kondisi lalu-lintas
Arus lalu-lintas yang melewati simpang ini, yaitu kendaraan bermotor (kendaraan ringan (LV), kendaraan beerat (HV), sepeda motor (MC), dan kendaraan tak bermotor (MV) yang digunakan untuk analisis didasarkan pada perhitungan arus lalu-lintas dalam satuan mobil penumpang (smp).

4.4. Parameter-Parameter Persimpangan

Parameter–parameter persimpangan yang dihitung secara manual adalah total arus lalu lintas (Q_v), ekivalen mobil penumpang arus lalulintas (smp/jam), arus jenuh (S), kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS). Dan parameter–parameter persimpangan yang dididapat langsung dari pengamatan dilapangan pada jam puncak seperti waktu siklus (det), waktu hijau (det), waktu merah(det), waktu kuning (det) serta data–data penyesuaian kondisi persimpangan yang dipergunakan dalam menghitung dengan Metode MKJI (1997) maka terlebih dahulu arus maksimum dikonversikan ke dalam smp/jam.

4.4.1. Penggunaan Sinyal

Penggunaan sinyal mengikuti panduan MKJIn(1997).

a. Tabel 4.1: Total arus lalu-lintas

Arah	Belok kiri	Belok kanan	Terus	Total
Utara	215	512	431	1158
Timur	156	478	540	1174
Selatan	305	389	217	911
Barat	402	198	485	1079

4.4.2. Waktu Hilang (LTI)

Waktu hilang dapat dinyatakan:

$$LTI = \sum (\text{MERAH SEMUA} + \text{KUNING})$$

Dimana:

$$\text{MERAH SEMUA}_1 = \left[\frac{(L_{EV} + l_{ev})}{V_{ev}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]_{\text{MAX}}$$

Dimana:

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

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

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

Maka diperoleh:

$$\begin{aligned} L_{EV} (\text{arah utara}) &= 2,5/2 + 6,5 + 5 + 9 \\ &= 21,75 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{AV} &= 2,5/2 + 6,5 + 1,5 \\ &= 9,25 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$V_{AV}, V_{EV} = 10 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned} \text{MERAH SEMUA} &= \frac{27,75 + 5}{10} - \frac{9,25}{10} \\ &= 2,775 - 0,925 \\ &= 1,85 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{EV} (\text{arah selatan}) &= 2,5/2 + 6,5 + 8 + 4 \\ &= 19,75 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{AV} &= 2,5/2 + 6,5 + 3,5 \\ &= 11,25 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$V_{AV}, V_{EV} = 10 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned} \text{MERAH SEMUA} &= \frac{19,75 + 5}{10} - \frac{11,25}{10} \\ &= 1,975 - 1,125 \\ &= 0,85 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{EV} \text{ (arah timur)} &= 2,5/2 + 6,5 + 3 + 1,5 \\ &= 12,25 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{AV} &= 2,5/2 + 6,5 + 4 \\ &= 11,75 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$V_{AV}, V_{EV} = 10 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned} \text{MERAH SEMUA} &= \frac{12,25 + 5}{10} - \frac{11,75}{10} \\ &= 1,225 - 1,175 \\ &= 0,05 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{EV} \text{ (arah barat)} &= 2,5/2 + 6,5 + 5,25 \\ &= 13,5 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{AV} &= 2,5/2 + 6,5 + 1,5 \\ &= 9,25 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$V_{AV}, V_{EV} = 10 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned} \text{MERAH SEMUA} &= \frac{13,5 + 5}{10} - \frac{9,25}{10} \\ &= 1,35 - 0,925 \\ &= 0,425 \text{ meter} \end{aligned}$$

Sehingga waktu hilang total:

$$\begin{aligned} (\text{LTI}) &= \text{Merah Semua} + \text{Waktu Kuning} \\ &= (2 + 2 + 2 + 2) + (3 + 3 + 3 + 3) \\ &= 20 \text{ detik} \end{aligned}$$

4.4.3. Penentuan Waktu Sinyal

a. Rasio kendaraan berbelok

- Arah utara

$$P_{\text{tor}} = 215/1158$$

$$= 0,19$$

$$P_{\text{rt}} = 512/1158$$

$$= 0,44$$

- Arah timur

$$P_{\text{ltor}} = 156/1174$$

$$= 0,133$$

$$P_{\text{rt}} = 478/1174$$

$$= 0,41$$

- Arah selatan

$$P_{\text{ltor}} = 305/911$$

$$= 0,335$$

$$P_{\text{rt}} = 389/911$$

$$= 0,427$$

- Arah barat

$$P_{\text{ltor}} = 402/1079$$

$$= 0,37$$

$$P_{\text{rt}} = 198/1079$$

$$= 0,184$$

Maka,

$$P_{\text{ltot total}} = 0,19 + 0,133 + 0,335 + 0,37$$

$$= 1,028$$

$$P_{\text{rt total}} = 0,44 + 0,41 + 0,427 + 0,184$$

$$= 1,461$$

b. Lebar efektif

Pendekat dengan belok kiri langsung

Karena $W_{\text{ltor}} > 2$ meter

Maka lebar efektif

$$W_{e(\text{utara})} = \min WA - W_{\text{ltor}}$$

$$= 9,5 - 2,5$$

$$= 7 \text{ meter}$$

Control

$$W_{\text{keluar}} < W_e (1 - P_{\text{rt}})$$

$$3 < 7 (1 - 0,44)$$

$$3 < 3,92 \text{ (OK!)}$$

Maka $W_e = 7$ meter (pendekat tipe P)

$$\begin{aligned}W_{e(\text{timur})} &= \min WA - W_{\text{ltor}} \\ &= 8 - 0 \\ &= 8 \text{ meter}\end{aligned}$$

Maka $W_e = 8$ meter (pendekat tipe O)

$$\begin{aligned}W_{e(\text{selatan})} &= \min WA \\ &= 6 \\ &= 6 \text{ meter}\end{aligned}$$

Maka $W_e = 6$ meter (pendekat tipe O)

$$\begin{aligned}W_{e(\text{barat})} &= \min WA - W_{\text{ltor}} \\ &= 10,5 - 2,5 \\ &= 8 \text{ meter}\end{aligned}$$

Maka $W_e = 8$ meter (pendekat tipe O)

c. Arus jenuh dasar

$$\begin{aligned}S_{o(\text{utara})} &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 7 \\ &= 4200 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_{o(\text{timur})} &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 8 \\ &= 4800 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_{o(\text{selatan})} &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 6 \\ &= 3600 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_{o(\text{barat})} &= 600 \times W_e \\ &= 600 \times 8 \\ &= 4800 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

d. Arus jenuh (S)

Arus jenuh dapat dinyatakan:

$$S = S_o \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times \dots \times F_n$$

Dimana:

- F1 = faktor penyesuaian ukuran kota (CS), berdasarkan jumlah penduduk kota Lhokseumawe 0,5 – 1,0 juta jiwa, maka $F_{CS} = 0,94$
- F2 = faktor penyesuaian hambatan samping (sf), berdasarkan hambatan samping tinggi, tipe terlindung dari lingkungan jalan (komersial) $F_{sf} = 0,95$
- F3 = faktor penyesuaian kelandaian (G) berdasarkan naik (+) atau turun (-) permukaan jalan, diasumsikan tidak ada tanjakan dan turunan permukaan jalan, maka $F_g = 1,00$
- F4 = faktor penyesuaian parkir (P), berdasarkan jarak garis henti kendaraan parkir didapat $F_p = 1,00$
- F5 = faktor penyesuaian belok kanan jalan dua arah dengan arus terlindung, maka diambil $F_{rt(utara)} = 1 + 0,44 \times 0,26 = 1,114$,
 $F_{rt(timur)} = 1 + 0,41 \times 0,26 = 1,106$, $F_{rt(selatan)} = 1 + 0,427 \times 0,26 = 1,111$, $F_{rt(barat)} = 1 + 0,184 \times 0,26 = 1,047$
- F6 = faktor penyesuaian belok kiri jalan dua arah dengan arus terlindung, maka diambil $F_{lt(utara)} = 1 - 0,19 \times 0,16 = 0,97$, $F_{lt(timur)} = 1 - 0,133 \times 0,16 = 0,98$, $F_{lt(selatan)} = 1 - 0,335 \times 0,16 = 0,95$,
 $F_{lt(barat)} = 1 - 0,37 \times 0,16 = 0,94$

Untuk pendekatan terlindung (tidak terjadi konflik antara kendaraan yang belok dengan lalu-lintas yang berlawanan) arus jenuh dasar S_o ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekatan (W_e).

Maka,

$$\begin{aligned} S_{(utara)} &= S_o \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times F_5 \times F_6 \\ &= 4200 \times 0,94 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1,114 \times 0,97 \\ &= 4053 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_{(\text{timur})} &= S_o \times F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5 \times F6 \\
&= 4800 \times 0,94 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1,108 \times 0,98 \\
&= 4654 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_{(\text{selatan})} &= S_o \times F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5 \times F6 \\
&= 3600 \times 0,94 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1,111 \times 0,95 \\
&= 3393 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_{(\text{barat})} &= S_o \times F1 \times F2 \times F3 \times F4 \times F5 \times F6 \\
&= 4800 \times 0,94 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1,047 \times 0,94 \\
&= 4482 \text{ smp/jam}
\end{aligned}$$

Dimana, arus jenuh (S) dianggap tetap selama waktu hijau.

e. Arus lalu-lintas

$$\begin{aligned}
\text{Arah utara} &= \text{ arus belok kanan} + \text{ arus terus} \\
&= 512 + 431 \\
&= 943
\end{aligned}$$

Belok kiri tidak dihitung karena P_{ltor} (belok kiri langsung)

$$\begin{aligned}
\text{Arah timur} &= \text{ arus belok kanan} + \text{ arus terus} \\
&= 478 + 540 \\
&= 1018
\end{aligned}$$

Belok kiri tidak dihitung karena P_{ltor} (belok kiri langsung)

$$\begin{aligned}
\text{Arah selatan} &= \text{ arus belok kanan} + \text{ arus belok kiri} + \text{ arus terus} \\
&= 305 + 389 + 217 \\
&= 911
\end{aligned}$$

Belok kiri dihitung karena P_{ltor} (tidak belok kiri langsung)

$$\begin{aligned}
\text{Arah barat} &= \text{ arus belok kanan} + \text{ arus terus} \\
&= 198 + 485 \\
&= 683
\end{aligned}$$

Belok kiri tidak dihitung karena P_{ltor} (belok kiri langsung)

f. Rasio arus

$$\begin{aligned}Fr_1 &= Q/S \\ &= 943/4053 \\ &= 0,23\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Fr_2 &= Q/S \\ &= 1018/4654 \\ &= 0,22\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Fr_3 &= Q/S \\ &= 911/3393 \\ &= 0,27\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Fr_4 &= Q/S \\ &= 683/4482 \\ &= 0,15\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka, } Fr_{\text{total}} &= 0,23 + 0,22 + 0,27 + 0,15 \\ &= 0,87\end{aligned}$$

g. Rasio fase

$$\begin{aligned}Pr_1 &= Fr_{\text{crit}}/IFR \\ &= 0,23/0,87 \\ &= 0,26\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Pr_2 &= Fr_{\text{crit}}/IFR \\ &= 0,22/0,87 \\ &= 0,25\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Pr_3 &= Fr_{\text{crit}}/IFR \\ &= 0,27/0,87 \\ &= 0,31\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Pr_4 &= Fr_{\text{crit}}/IFR \\ &= 0,15/0,87\end{aligned}$$

$$= 0,17$$

$$\begin{aligned}\text{Maka, Pr}_{(\text{total})} &= 0,26 + 0,27 + 0,31 + 0,17 \\ &= 1,01\end{aligned}$$

h. Waktu siklus sebelum penyesuaian

Penentuan waktu siklus ini didapat dari:

$$\begin{aligned}c_{ue} &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 20 + 5) / (1 - 0,87) \\ &= 269 \text{ detik}\end{aligned}$$

i. Waktu hijau

Penentuan waktu hijau (g) di dapat dari:

$$\begin{aligned}g_1 &= (c_{ue} - LTI) \times Pr_1 \\ &= (269 - 20) \times 0,26 \\ &= 65 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}g_2 &= (c_{ue} - LTI) \times Pr_2 \\ &= (269 - 20) \times 0,27 \\ &= 67 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}g_3 &= (c_{ue} - LTI) \times Pr_3 \\ &= (269 - 20) \times 0,31 \\ &= 77 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}g_4 &= (c_{ue} - LTI) \times Pr_4 \\ &= (269 - 20) \times 0,17 \\ &= 42 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\text{Maka, } g_{\text{total}} = 65 + 67 + 77 + 42 = 251 \text{ detik}$$

j. Waktu siklus yang disesuaikan

$$\begin{aligned}c &= g_{\text{total}} + LTI \\ &= 251 + 20 \\ &= 271 \text{ detik}\end{aligned}$$

4.2.4. Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan

a. Kapasitas (C)

Kapasitas (C) diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c).

$$\begin{aligned}C_1 &= S \times (g_1/c) \\ &= 4053 \times (65/271) \\ &= 927 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_2 &= S \times (g_2/c) \\ &= 4654 \times (67/271) \\ &= 1150 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_3 &= S \times (g_3/c) \\ &= 3393 \times (77/271) \\ &= 964 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C_4 &= S \times (g_4/c) \\ &= 4482 \times (42/271) \\ &= 695 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

b. Derajat Kejenuhan (DS)

$$\begin{aligned}DS_1 &= Q/C \\ &= 943/927 \\ &= 1,02\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}DS_2 &= Q/C \\ &= 1018/1150 \\ &= 0,88\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}DS_3 &= Q/C \\ &= 911/964 \\ &= 0,95\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}DS_4 &= Q/C \\ &= 683/695 \\ &= 0,98\end{aligned}$$

4.2.4. Perilaku Lalu-Lintas

a. Antrian

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

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 + NQ_3 + NQ_4$$

Untuk $DS > 0,5$

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

Untuk $DS \leq 0,5$: $NQ_1 = 0$

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

Dimana:

NQ_1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah (smp)

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

C = kapasitas (smp/jam)

c = waktu siklus (det)

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

$$\begin{aligned}NQ_{1 \text{ (utara)}} &= 0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{c}}] \\ &= 0,25 \times 927 \times [(1,02 - 1) + \sqrt{(1,02 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,02-0,5)}{927}}] \\ &= 5,7 \text{ smp}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}NQ_{1 \text{ (timur)}} &= 0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{c}}] \\ &= 0,25 \times 1150 \times [(0,88 - 1) + \sqrt{(0,88 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,88-0,5)}{1150}}] \\ &= 7,2 \text{ smp}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
NQ_1(\text{selatan}) &= 0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}}] \\
&= 0,25 \times 964 \times [(0,95 - 1) + \sqrt{(0,95 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,95 - 0,5)}{964}}] \\
&= 7,6 \text{ smp}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
NQ_1(\text{barat}) &= 0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}}] \\
&= 0,25 \times 695 \times [(0,98 - 1) + \sqrt{(0,98 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,98 - 0,5)}{695}}] \\
&= 9,9 \text{ smp}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
NQ_2(\text{utara}) &= C \times \frac{1 - GR}{1 - (GR - DS)} \times \frac{Q}{3600} \\
&= 271 \times \frac{1 - 65}{1 - (65 \times 1,02)} \times \frac{943}{3600} \\
&= 69,6 \text{ smp}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
NQ_2(\text{timur}) &= C \times \frac{1 - GR}{1 - (GR - DS)} \times \frac{Q}{3600} \\
&= 271 \times \frac{1 - 67}{1 - (67 \times 0,88)} \times \frac{1018}{3600} \\
&= 87,3 \text{ smp}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
NQ_2(\text{tselatan}) &= C \times \frac{1 - GR}{1 - (GR - DS)} \times \frac{Q}{3600} \\
&= 271 \times \frac{1 - 77}{1 - (77 \times 0,95)} \times \frac{911}{3600} \\
&= 72,2 \text{ smp}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
NQ_2(\text{barat}) &= C \times \frac{1 - GR}{1 - (GR - DS)} \times \frac{Q}{3600} \\
&= 271 \times \frac{1 - 42}{1 - (42 - 0,98)} \times \frac{683}{3600} \\
&= 52,5 \text{ smp}
\end{aligned}$$

$$NQ_{(\text{utara})} = NQ_1 + NQ_2 = 5,7 + 69,6 = 75,2$$

$$NQ_{(\text{timur})} = NQ_1 + NQ_2 = 7,2 + 87,3 = 94,4$$

$$NQ_{(\text{selatan})} = NQ_1 + NQ_2 = 7,6 + 72,2 = 79,8$$

$$NQ_{(\text{barat})} = NQ_1 + NQ_2 = 9,9 + 52,5 = 62,4$$

b. Panjang Antrian

Panjang antrian QL diperoleh dari perkalian dengan luas rata-rata yang dipergunakan dalam smp/satu mobil ditambah sepeda motor ($5 \times 4 \text{ m}^2$) dan pembagian dengan lebar masuk jalan yang digunakan.

$$\begin{aligned} QL_{(\text{utara})} &= NQ_{\text{max}} \times \frac{20}{W_{\text{masuk}}} \\ &= 75,2 \times \frac{20}{7} \\ &= 215 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QL_{(\text{timur})} &= NQ_{\text{max}} \times \frac{20}{W_{\text{masuk}}} \\ &= 94,4 \times \frac{20}{8} \\ &= 236 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QL_{(\text{selatan})} &= NQ_{\text{max}} \times \frac{20}{W_{\text{masuk}}} \\ &= 79,8 \times \frac{20}{6} \\ &= 266 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QL_{(\text{barat})} &= NQ_{\text{max}} \times \frac{20}{W_{\text{masuk}}} \\ &= 62,4 \times \frac{20}{8} \\ &= 156 \text{ meter} \end{aligned}$$

4.2.5. Kendaraan Terhenti

1. Angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian).

$$\begin{aligned} NS_{(\text{utara})} &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\ &= 0,9 \times \frac{75,2}{943 \times 271} \times 3600 \\ &= 0,95 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NS_{(\text{timur})} &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{94,4}{1018 \times 271} \times 3600 \\
 &= 1,11 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NS_{(\text{selatan})} &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{79,8}{911 \times 271} \times 3600 \\
 &= 1,05 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NS_{(\text{barat})} &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{62,4}{683 \times 271} \times 3600 \\
 &= 1,09 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

2. Jumlah kendaraan terhenti (N_{SV}) masing-masing pendekat.

$$\begin{aligned}
 N_{SV(\text{utara})} &= Q \times NS \\
 &= 943 \times 0,95 \\
 &= 900 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{SV(\text{timur})} &= Q \times NS \\
 &= 1018 \times 1,11 \\
 &= 1130 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{SV(\text{selatan})} &= Q \times NS \\
 &= 911 \times 1,05 \\
 &= 955 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{SV(\text{barat})} &= Q \times NS \\
 &= 683 \times 1,09 \\
 &= 747 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

3. Angka henti seluruh simpang

$$\begin{aligned}
 NS_{\text{tot}(\text{utara})} &= \frac{\sum Nsv}{Q_{tot}} \\
 &= \frac{3731}{943} = 4 \text{ kend/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NS_{\text{tot(timur)}} &= \frac{\sum Nsv}{Qtot} \\ &= \frac{3731}{1018} = 4 \text{ kend/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NS_{\text{tot(selatan)}} &= \frac{\sum Nsv}{Qtot} \\ &= \frac{3731}{911} = 4 \text{ kend/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NS_{\text{tot(barat)}} &= \frac{\sum Nsv}{Qtot} \\ &= \frac{3731}{683} = 5 \text{ kend/jam} \end{aligned}$$

4.2.6. Tundaan

1. Tundaan lalu-lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang sebagai berikut (berdasarkan pada Akcelik, 1988).

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

Dimana:

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

c = waktu siklus yang disesuaikan (det)

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

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

NQ₁ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

$$\begin{aligned} DT_{\text{(utara)}} &= c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \\ &= 271 \times \frac{0,5 \times (1-65)^2}{(1-65 \times 1,02)} + \frac{5,7 \times 3600}{983} \\ &= 87,92 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DT_{\text{(timur)}} &= c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \\ &= 271 \times \frac{0,5 \times (1-67)^2}{(1-67 \times 0,88)} + \frac{7,2 \times 3600}{1086} \\ &= 90,40 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
DT_{(\text{selatan})} &= c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \\
&= 271 \times \frac{0,5 \times (1-77)^2}{(1-77 \times 0,95)} + \frac{7,6 \times 3600}{960} \\
&= 108,19 \text{ detik/smp}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
DT_{(\text{barat})} &= c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \\
&= 271 \times \frac{0,5 \times (1-42)^2}{(1-42 \times 0,98)} + \frac{9,9 \times 3600}{704} \\
&= 56,21 \text{ detik/smp}
\end{aligned}$$

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

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

Dimana:

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

P_{SV} = rasio kendaraan terhenti pada pendekat = $\text{Min}(NS_1)$

P_T = rasio kendaraan berbelok pada pendekat

$$\begin{aligned}
DG_{j(\text{utara})} &= (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \\
&= (1 - 1,11) \times 0,23 \times 6 + (1,11 \times 4) \\
&= 4,29 \text{ detik/smp}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
DG_{j(\text{timur})} &= (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \\
&= (1 - 1,05) \times 0,22 \times 6 + (1,05 \times 4) \\
&= 4,13 \text{ detik/smp}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
DG_{j(\text{selatan})} &= (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \\
&= (1 - 1,05) \times 0,27 \times 6 + (1,05 \times 4) \\
&= 4,12 \text{ detik/smp}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
DG_{j(\text{barat})} &= (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \\
&= (1 - 1,09) \times 0,15 \times 6 + (1,09 \times 4) \\
&= 4,28 \text{ detik/smp}
\end{aligned}$$

Maka, tundaan rata-rata:

$$\begin{aligned}D_{(\text{utara})} &= DT + DG \\ &= 92,21 + 4,29 \\ &= 92,21 \text{ detik/smp}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D_{(\text{timur})} &= DT + DG \\ &= 90,4 + 4,13 \\ &= 94,53 \text{ detik/smp}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D_{(\text{selatan})} &= DT + DG \\ &= 108,19 + 4,12 \\ &= 112,31 \text{ detik/smp}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D_{(\text{barat})} &= DT + DG \\ &= 56,21 + 4,28 \\ &= 60,49 \text{ detik/smp}\end{aligned}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pendekatan dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaturan sinyal di Simpang Empat Jalan Merdeka – Jalan Darussalam – Jalan Panglath dalam 4 fase dengan, fase 1 yaitu pendekatan Utara dengan siklus 65 detik, fase 2 yaitu pendekatan Timur dengan siklus 67 detik, fase 3 yaitu dengan pendekatan Selatan 77 detik, fase 4 yaitu dengan pendekatan Barat 43 detik.
2. Kinerja Simpang Empat Jalan Merdeka – Jalan Darussalam – Jalan Panglath dapat dilihat dari nilai didapat
 - A. Kapasitas
 - a. Jl.Darussalam (Utara) : 927 smp/jam
 - b. Jl. Panglath (Selatan) : 964 smp/jam
 - c. Jl. Merdeka (Timur) : 1150 smp/jam
 - d. Jl. Merdeka (Barat) : 695 smp/jam
 - B. Derajat kejenuhan
 - a. Jl.Darussalam (Utara) : 1,02 detik/smp
 - b. Jl. Panglath (Selatan) : 0,95 detik/smp
 - c. Jl. Merdeka (Timur) : 0,88 detik/smp
 - d. Jl. Merdeka (Barat) : 0,98 detik/smp
 - C. Panjang antrian
 - a. Jl.Darussalam (Utara) : 215 smp/jam
 - b. Jl. Panglath (Selatan) : 266 smp/jam
 - c. Jl. Merdeka (Timur) : 236 smp/jam
 - d. Jl. Merdeka (Barat) : 156 smp/jam
 - D. Tundaan.
 - a. Jl.Darussalam (Utara) : 92,21 detik/smp
 - b. Jl. Panglath (Selatan) : 112,31 detik/smp
 - c. Jl. Merdeka (Timur) : 94,53 detik/smp

d. Jl. Merdeka (Barat) : 60,49 detik/smp.

Hubungan antara tundaan dan antrian dapat diambil suatu kesimpulan bahwa dengan banyaknya kendaraan yang antri di persimpangan tersebut maka tundaan untuk setiap kendaraan akan lebih lama pula. Sehingga menyebabkan tundaan dan antrian maksimum.

5.2. Saran

Sebagai penutup tugas akhir ini saran–saran yang ingin disampaikan setelah dilaksanakan survey amtrian dengan tundaan persimpangan bersinyal Jalan Darussalam – Jalan Merdeka – Jalan Panglatah adalah :

1. Mengantisipasi kepadatan arus lalu-lintas yang terjadi pada persimpangan tersebut dengan pengalihan sebagian arus lalu-lintas yang melewati persimpangan tersebut dengan melalui jalan lain.
2. Merubah pengaturan fase agar mendapatkan derajat kejenuhan serendah mungkin. sehingga mendapatkan fase yang ideal untuk persimpangan tersebut.
3. Penyalahgunaan jalan sehingga mengganggu kelancaraan lalu-lintas pada persimpangan tersebut.
4. Perlu adanya tindakan yang tegas dari aparat yang bertugas dipersimpangan kepada para pengguna jalan yang melanggar untuk mengurangi pelanggaran yang terjadi serta meminimkan kemacetan lalu-lintas dilapangan.
5. Perlu danya penindakan yang tegas kepada pedagang kaki lima agar badan jalan dapat digunakan secara maksimum, karena banyaknya pedagang kaki lima menggunakan badan jalan untuk sarana penjualan barang.

LAMPIRAN



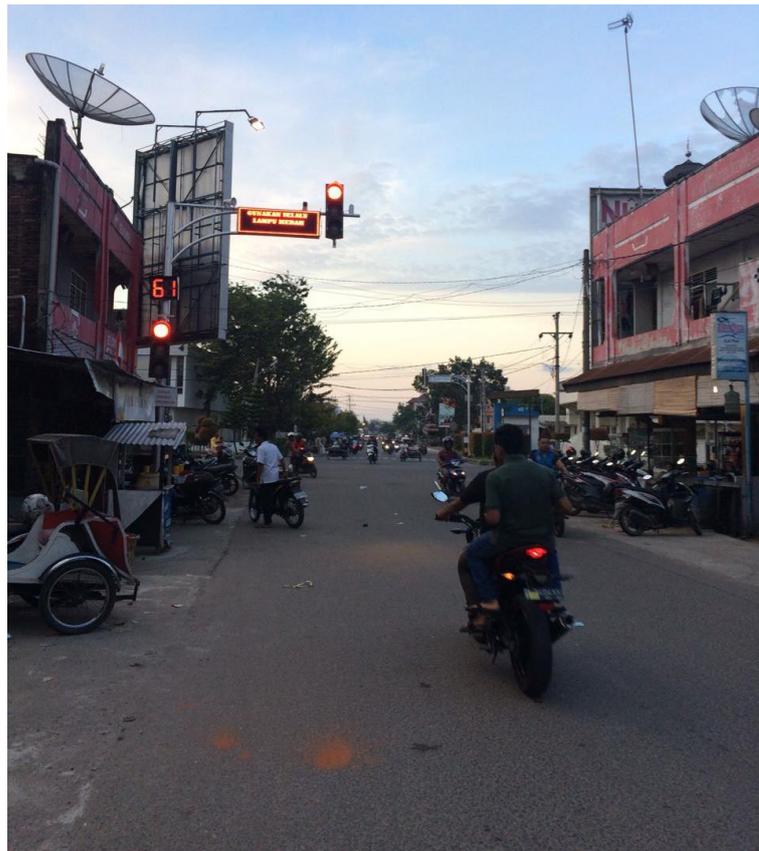
Gambar L.1: Simpang Jalan Merdeka (arah barat).



Gambar L.2: Simpang Jalan Merdeka (arah timur).



Gambar L.3: Simpang Jalan Darussalam (arah utara).



Gambar L.4: Simpang Jalan Panglatch (arah Selatan).



Gabar L.5: Simpang Empat disaat arus lalu-lintas tinggi.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PENULIS

Nama lengkap : Rizky Aniswan
Panggilan : Rizky
Tempat, Tanggal Lahir : Pangkalan Susu, 02 November 1994
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Teuku Paya Bakong No.14b
Nomor KTP : 1173020211940002
Alamat KTP : Jl. Teuku Paya Bakong No.14b
No. Telp Rumah : -
No. HP/Telp Seluler : 081362106162
E-mail : rizkyaniswan@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1307210215
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD Negeri 2 Lhokseumawe	2007
2	SMP	SMP Negeri 1 Lhokseumawe	2010
3	SMA	SMA Negeri 1 Lhokseumawe	2013
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun		

	2013 sampai selesai.
--	----------------------