

**DESAIN PERENCANAAN RUANG HENTI KHUSUS
KENDARAAN SEPEDA MOTOR PADA PERSIMPANGAN
JALAN JENDRAL GATOT SUBROTO – JALAN KAPTEN
MUSLIM DI KOTA MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Oleh

**VAN VARES ZEBUA
168110096**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 16/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)16/12/21

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN PERENCANAAN RUANG HENTI KHUSUS
KENDARAAN SEPEDA MOTOR PADA PERSIMPANGAN
JALAN JENDRAL GATOT SUBROTO – JALAN KAPTEN
MUSLIM DI KOTA MEDAN**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Oleh
Van Vares Zebua
168110096

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Kamaluddin Lubis, MT.


Ir. Nuril Mahhda Rangkuti, MT.

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Dina Maizana, MT.

Ketua Program Studi

S.Kom. M.Kom.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Van Vares Zebua

Npm : 168110096

Judul : DESAIN PERENCANAAN RUANG HENTI KHUSUS
KENDARAAN SEPEDA MOTOR PADA PERSIMPANGAN
JALAN JENDRAL GATOT SUBROTO – JALAN KAPTEN
MUSLIM DI KOTAMEDAN

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 27 September 2021

Penyusun:



Van Vares Zebua

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Van Vares Zebua
NPM : 168110096
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Desain Perencanaan Ruang Henti Khusus Kendaraan Sepeda Motor Pada Persimpangan Jalan Jendral Gatot Subroto – Jalan Kapten Muslim Di Kota Medan. Dengan Hak *Bebas Royalti Noneksklusif* ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 27 September 2021

Yang menyatakan



Van Vares Zebua

168110096

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Gatot Subroto – Kapten Muslim, yang merupakan jalan yang cukup vital dikarenakan jalan tidak memiliki kelengkapan jalan yang mumpuni terutama Ruang Henti Khusus (RHK). Tujuan penelitian ini untuk mendesain sekaligus merencanakan Ruang Henti Khusus (RHK) sehingga di jalan tersebut tidak terjadi pelanggaran lalu lintas dan efektivitas kinerja jalan terpenuhi. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diidentifikasi permasalahan lalu lintas di persimpangan jalan Jenderal Gatot Subroto – jalan Kapten Muslim. Penelitian ini menggunakan pedoman standard perencanaan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Metode penelitian yang digunakan pengamatan dan pengumpulan data dengan mensurvei ke lapangan, pengumpulan data penelitian, menggunakan data primer dan sekunder. Pengolahan data yang dilakukan berdasarkan hasil survei dan data sekunder yang dianalisis dengan pedoman MKJI. Dari hasil penelitian Lengan jalan Jenderal Gatot Subroto memiliki ukuran 38 meter, lengan jalan Binjai memiliki ukuran 23,6 meter, lengan jalan Kapten Muslim memiliki ukuran 24,4 meter dan lengan jalan Sunggal memiliki ukuran 25,7 meter. Sehingga perencanaan Ruang Henti Khusus sebesar 67,5 M² dengan kapasitas 45 kendaraan pada masing-masing Ruang Henti Khusus, dengan perincian 9 m untuk lebar depan dan 5 m untuk panjangnya ke belakang. Tingkat keberhasilan Ruang Henti Khusus (RHK) pada Jalan Jenderal Gatot Subroto – Jalan Kapten Muslim dikategorikan cukup dengan nilai 1.06 % dengan besaran rasio 0,85-1,15. Pada hasil tersebut menunjukkan tingkat keberhasilan Ruang Henti Khusus (RHK) pada persimpangan Jalan Jenderal Gatot Subroto – Kapten Muslim lebih efektif dan efisien. Dengan demikian Perencanaan Ruang Henti Khusus (RHK) diperuntukan untuk mengatasi masalah tersebut.

Kata Kunci : Ruang Henti Khusus, Simpang Bersinyal.

ABSTRACT

This research was conducted on the Gatot Subroto – Captain Muslim road, which is a road that is quite vital because the road does not have adequate road equipment, especially the Special Henti Room (RHK). The purpose of this research is to design and plan a special stop room (RHK) so that there are no traffic violations on the road and the effectiveness of road performance is met. Based on this, it can be identified traffic problems at the intersection of Jalan Jendral Gatot Subroto - Jalan Captain Muslim. This study uses the standard guidelines for planning the Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) 1997. The research method used is observation and data collection by surveying the field, collecting research data, using primary and secondary data. Data processing is carried out based on survey results and secondary data analyzed with MKJI guidelines. From the research results, General Gatot Subroto's arm has a size of 38 meters, the Binjai road arm has a size of 23.6 meters, the Captain Muslim road arm has a size of 24.4 meters and the Sunggal road arm has a size of 25.7 meters. So that the planning of the Special Stopping Room is 67.5 M2 with a capacity of 45 vehicles in each Special Stopping Room, with details of 9 m for the front width and 5 m for the rear length. The success rate of the Special Henti Room (RHK) on Jalan Jenderal Gatot Subroto – Jalan Captain Muslim is categorized as adequate with a value of 1.06% with a ratio of 0.85-1.15. These results show that the success rate of the Special Henti Room (RHK) at the intersection of Jalan Jendral Gatot Subroto - Captain Muslim is more effective and efficient. Thus, the Special Downtime Planning (RHK) is intended to overcome these problems.

Keywords: Special Stop Room, Signalized Intersection.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, atas segala berkat dan anugrah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini dengan judul **DESAIN PERENCANAAN RUANG HENTI KHUSUS KENDARAAN SEPEDA MOTOR PADA PERSIMPANGAN JALAN JENDRAL GATOT SUBROTO – JALAN KAPTEN MUSLIM DI KOTA MEDAN.**

Skripsi ini dapat dikatakan sebagai prasyarat yang harus diselesaikan setiap mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik dari Universitas Medan Area. Sesuai dengan judulnya, Skripsi ini membahas mengenai Ruang Henti Khusus Kendaraan Bermotor yang studi kasusnya berada di Jalan Jendral Gatot Subroto Jalan Kapten Muslim. Dalam Skripsi ini juga penyusun menyajikan data yang telah diperoleh dari lapangan ataupun dari dinas terkait, dan melakukan analisa perbandingan dengan teori yang selama ini telah diperoleh di bangku perkuliahan serta referensi buku yang didapatkan di perpustakaan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan M.Eng., M.Sc, selaku Rektor Universitas MedanArea.
2. Ibu Dr.Ir. Dina Maizana, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas MedanArea.
3. Ibu Susilawati, S.Kom., M.Kom. selaku Plt. ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas MedanArea.

4. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, selaku Dosen Pembimbing I skripsi dan Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan bagi penyusun dalam melaksanakan dan menyelesaikan Skripsi.

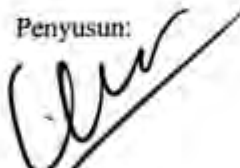
5. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya; ayah dan ibu saya yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moral maupun materi serta Doa yang tiada henti untuk penulis.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis menyadari bahwa isi mau pun teknik penulisannya jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritikan maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi menyempurnakan dari Skripsi ini.

Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun semua pihak yang membaca proposal ini, dan dapat menambah wawasan terutama di dunia pendidikan khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Medan, 27 September 2021

Penyusun:



Van Vares Zebua

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATAPENGANTAR	iii
DAFTARISI.....	iv
DAFTARGAMBAR	vii
DAFTARTABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Manfaatpenelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Persimpangan	6
2.2.1 Pengertian Persimpangan.....	6
2.2.2 Jenis-jenisPengaturan Persimpangan	7
2.3 SimpangBersinyal.....	8
2.3.1 Karakteristik SinyalLaluLintas.....	10
2.3.2 Efek Dari SinyalLaluLintas.....	16
2.3.3 Peralatan Sistem Sinyal LaluLintas.....	16
2.3.4 Pengaturan Waktu SinyalLaluLintas.....	18
2.3.5 ArusLaluLintas	19

2.4 Titik Konflik Pada Simpang	20
2.5 Kategori Konflik	21
2.6 Ruang Henti Kendaraan (RHK) Sepeda Motor	25
2.7 Advanced Stop Lines (ASLs)	27
2.7.1 Perencanaan ASL Di Indonesia	27
2.7.2 Perencanaan ASL Di Belanda	29
2.7.3 Penerapan ASLs Di Inggris	30
2.8 Perhitungan Simpang Bersinyal	32
2.8.1 Data Masukan	32
2.8.2 Penentuan Waktu Sinyal	32
2.9 Kondisi Geometrik	37
2.10 Perencanaan Geometrik Jalan	38
2.11 Tipe-Tipe Jalan	39
2.12 Volume Lalu Lintas	40
2.13 Populasi Sepeda Motor	43
2.14 Kapasitas	44
2.15 Kapasitas Persimpangan Dan Ruas Jalan	48
2.16 Derajat Kejenuhan	50
2.17 Level of service (LOS) Tingkat Pelayanan Jalan	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	53
3.1 Lokasi Penelitian	53
3.2 Metode Penelitian	54
3.3 Kerangka Berpikir	55
3.4 Tahapan Penelitian	59
3.5 Tahapan Pengumpulan Data	60
3.5.1 Tahapan Pengumpulan Data Sekunder	60

3.5.2 Tahapan Pengumpulan Data Primer.....	60
3.6 Tahapan Pengolahan Data	61
3.7 Bagan Diagram Alir.....	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	63
4.1 Data Masukan	63
4.1.1 Kondisi Geometrik Persimpangan	63
4.1.2 Data Lingkungan Dan Geometrik Persimpangan	67
4.1.3 Kondisi Sinyal Atau Fase.....	67
4.1.4 Data Volume Lalu Lintas	68
4.2 Pengolahan Data untuk Persimpangan Besinyal	76
4.2.1 Lebar Efektif	76
4.2.2 Arus Junuh Dasar (S_0).....	77
4.2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_C)	78
4.2.4 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)	78
4.2.5 Faktor Penyesuaian Parkir (F_P)	78
4.2.6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF}).....	79
4.2.7 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT}).....	79
4.2.8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})	80
4.2.9 Arus Jenuh (S).....	80
4.2.10 Kapasitas	81
4.2.11 Derajat Kejenuhan.....	82
4.2.12 Panjang Antrian (N_Q)	83
4.2.13 Kendaraan Terhenti	85
4.2.14 Tundaan.....	86
4.3 Profil Sepeda Motor	87
4.4 Tingkat Keberhasilan Ruang Henti Khusus (RHK)	93

BAB V KESIMPULANDANSARAN	94
5.1 Kesimpulan.....	94
5.2 Saran.....	94
DAFTARPUSTAKA	96
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Titik Konflik Pada Simpang.....	6
Gambar 2.2 Jenis-Jenis Simpang	7
Gambar 2.3 Aliran Kendaraan dan Laju, Penggabungan, Penyebaran, dan Persimpangan.	8
Gambar 2.4 Konflik Utama dan Kedua Pada Simpang Bersinya dengan Empat Lengan.....	9
Gambar 2.5 Jenis-Jenis Interchange.....	17
Gambar 2.6 Lampu Lalu Lintas	18
Gambar 2.7 Titik Konflik Pada Simpang Tiga Lengan	21
Gambar 2.8 ASLs Tanpa Lajur Pendekat (Inggris)	30
Gambar 2.9 ASLs Dengan Lajur Pendekat Pada Sisi Dekat (Near-Side) (Inggris)	31
Gambar 2.10 Lengan Simpang Untuk Masing Masing Pendekat	32
Gambar 3.1 Lokasi Daerah Penelitian	53
Gambar 3.2 Denah Lokasi Penelitian	54
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian	62
Gambar 4.1 Geometrik Persimpangan	63
Gambar 4.2 Potongan Jalan Gatot Subroto	64
Gambar 4.3 Potongan Jalan Binjai.....	65
Gambar 4.4 Potongan Jalan Kapten Muslim.....	65
Gambar 4.5 Potongan Jalan Sunggal	66
Gambar 4.6 Sketsa Kotak Perencanaan Ruang Henti Khusus (RHK) Sepeda Motor	

diSimpangSeikamingMedan	85
Gambar 4.7 Desain Perencanaan Ruang Henti Khusus (RHK) Sepeda Motor diSimpangSeikamingMedan	85



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Waktu Siklus Yang Disarankan	12
Tabel 2.2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau	14
Tabel 2.3 Tipe Pendekat	20
Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota Pada Simpang Bersinyal	34
Tabel 2.5 Penyesuaian Arus Lalu Lintas Dengan Lebar Pendekat	39
Tabel 2.6 Menentukan Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP)	41
Tabel 2.7 Faktor Penentuan Frekuensi Kejadian	41
Tabel 2.8 Nilai Koefisien K dan D	43
Tabel 2.9 Kapasitas Dasar Tergantung Pada Tipe Jalan dan Jumlah Lajur	45
Tabel 2.10 Level of Service (LOS)	52
Tabel 4.1 Data Lingkungan Simpang Seikambing, Medan	67
Tabel 4.2 Data Geometrik Simpang Seikambing, Medan	67
Tabel 4.3 Hasil Penelitian Fase Sinyal Simpang Seikambing, Medan	68
Tabel 4.4 Data Kendaraan Hari Senin	69
Tabel 4.5 Data Kendaraan Hari Rabu	70
Tabel 4.6 Data Kendaraan Hari Sabtu	71
Tabel 4.7 Volume arus Lalu Lintas Hari Senin Rabu Dan Sabtu	72
Tabel 4.8 Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Sei Kambing Medan	72
Tabel 4.9 Data Volume Lalu Lintas Dalam satuan Smp/jam	73
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar Simpang Seikambing, Medan	75
Tabel 4.11 Faktor Peyesuaian Hambatan Samping Simpang Seikambing, Medan	76
Tabel 4.12 Nilai Arus Jenuh Simpang Sei Kambing, Medan	77
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Kapasitas simpang Seikambing, Medan	78
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan Simpang Seikambing, Medan	79

Tabel 4.15 Panjang Antrai SimpangSeikaming,Medan	82
Tabel 4.16 Kendaraan Henti SimpangSeikaming(NSV)	83
Tabel 4.17 Tundaan Kendaraan SimpangSeiKaming,Medan	84
Tabel 4.18 Data VolumeSepedaMotor.....	85
Tabel 4.19 Perhitungan Rata-RataSepedamotor	86



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan kendaraan bermotor dewasa ini kian bertambah hampir tak terkendali. Khususnya sepeda motor, hal ini dapat kita lihat dari data yang kita lihat di kota Medan. Pertumbuhan jumlah kendaraan sepeda motor dari tahun 2014 - 2016 berjumlah 5.917.939 unit, dikutip dari laman Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara (<http://bps.go.id>). Dari data di atas jelas menunjukkan jumlah sepeda motor sangat banyak dan mengakibatkan permasalahan transportasi tersendiri khususnya di ruas-ruas jalan tersendiri, khususnya di ruas-ruas jalan perkotaan. Persimpangan lalu lintas yang di atur dengan lampu lalu lintas juga tidak luput dari dampak keberadaan sepeda motor ini, (Medan 2016).

Sebagai kendaraan bermotor terkecil, sepeda motor merupakan kendaraan yang memiliki mobilitas dan manuver pergerakan yang tinggi. Ketika memasuki persimpangan pengemudi sepeda motor cenderung memilih ruang sedekat mungkin ke garis henti (stop line) yang ada di persimpangan dari pada berada berada di belakang kendaraan lain. Tidak jarang kendaraan ini menempatkan diri hingga melampaui garis henti.

Medan adalah ibu kota Provinsi Sumatera Utara sekaligus menjadi kota metropolitan terbesar ke tiga di Indonesia. Pertambahan jumlah kendaraan pribadi, terutama sepeda motor, menambah kemacetan pada ruas jalan. Penumpukan kendaraan yang tidak teratur mengakibatkan penguraian kepadatan antrian kendaraan pada persimpangan menjadi lama. Di Indonesia khususnya di Kota Medan upaya pemerintah dalam mengatasi masalah kemacetan terutama pada

persimpangan bersinyal adalah adanya pemberlakuan Ruang Henti Khusus (RHK). RHK memisahkan antara antrian sepeda motor dengan kendaraan roda empat pada persimpangan bersinyal RHK sendiri merupakan modifikasi dari Advanced Stop Lines (ASLs) yang diterapkan di Inggris dengan tujuan memisahkan antrian pengendara sepeda dengan mobil untuk keselamatan pengendara sepeda. Melihat kondisi pada persimpangan bersinyal akibat pengaruh penumpukan arus yang tidak teratur dinilai perlu dilakukan analisis lebih jauh untuk diterapkannya RHK di Indonesia terutama di Kota Medan. Analisis ini mengarah kepada pengaruh pemberlakuan RHK terhadap proses penguraian penumpukan arus pada persimpangan bersinyal ditinjau dari besarnya nilai tundaan yang terjadi. Nilai tundaan ini akan diperoleh dari proses simulasi kondisi eksisting dan simulasi hasil perencanaan RHK. Analisis yang akan dilakukan mengambil kondisi arus eksisting pada persimpangan Jalan Jendral Gatot Subroto, Jalan Kapten Muslim

Persimpangan jalan Jendral Gatot Subroto – jalan Kapten Muslim yang ada di kota Medan dan merupakan jalan yang cukup vital dikarenakan jalan tidak memiliki kelengkapan jalan yang mumpuni terutama pada RHK. Dengan kondisi jalan yang termasuk kawasan pemukiman, pertokoan, sekolahan. serta pasar tradisional yang berada di jalan Kapten Muslim tersebut menyebabkan lalu lintas di persimpangan jalan tersebut mengalami tumpangs tindih dan kemacetan pada jalan tersebut. Kelalaian pengguna jalan juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan hal tersebut terjadi pada jalan daerah di atas. Untuk menjamin agar jalan dapat memberikan pelayanan sebagai mana yang diharapkan, maka selalu diusahakan peningkatan pelayanan termasuk pada persimpangan.

Dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor yang mengakibatkan kemacetan pada ruas jalan, maka penulis tertarik melakukan penelitian tentang Perencanaan Ruang Henti Khusus (RHK) Kendaraan Sepeda Motor Di Jalan Jenderal Gatot Subroto, Jalan Kapten Muslim.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi permasalahan lalu lintas khususnya sepeda motor di persimpangan Jl. Jenderal Gatot Subroto – Jl Kapten Muslim.

Adapun Maksud dari penelitian ini adalah untuk merencanakan Ruang Henti Khusus (RHK) kendaraan sepeda motor di Jl. Gatot Subroto – Jl. Kapten Muslim.

1.3 Rumusan Masalah

1. Apakah perencanaan Ruang Henti Khusus (RHK) kendaraan sepeda motor pada persimpangan Jalan Jenderal Gatot Subroto Jalan Kapten Muslim dapat mengurangi kemacetan?
2. Apakah dengan adanya Ruang Henti Khusus (RHK) sepeda motor dapat meningkatkan kinerja persimpangan Jalan Jenderal Gatot Subroto Jalan Kapten Muslim?
3. Bagaimana model atau bentuk Ruang Henti Khusus (RHK) kendaraan sepeda motor yang sesuai dengan kondisi persimpangan tersebut ? sehingga kinerja jalan persimpangan tersebut lancar dan tidak terjadi kemacetan.

1.4 Batasan Masalah

Karena luasnya cakupan dan aspek yang ditinjau pada analisis kinerja persimpangan serta keterbatasan waktu, biaya dan pengetahuan yang dimiliki,

maka pada analisis ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Lokasi yang ditinjau adalah persimpangan Jl. Jendral Gatot Subroto –Jl. Kapten Musim.
2. Metode yang digunakan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dan pedoman perencanaan teknis Ruang Henti Khusus (RHK) sepeda motor pada simpang tak bersinyal di kawasan perkotaan oleh Kementerian Pekerjaan Umum (PU) tahun 2012.
3. Simpang yang dikoordinasi adalah simpang Jalan Jendral Gatot Subroto – Jalan Kapten Muslim, tidak menghitung penghematan energi, bahan bakar, pengurangan jumlah kecelakaan dan dampak lingkungan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat untuk Penulis adalah untuk mengetahui dan mengimplementasikan ilmu yang selama ini telah dipelajari, juga untuk menguji kualitas diri kami sebagai mahasiswa dan juga sebagai syarat menyelesaikan studi S1.
2. Manfaat untuk akademik adalah untuk memberi referensi kepada adik tingkat yang akan sampai pada tahap penyusunan skripsi ditahun yang akan datang.
3. Manfaat untuk instansi pemerintah adalah sebagai sarana bahan evaluasi serta pedoman untuk badan pemerintah yang akan mengembangkan dan meningkatkan sarana Ruang Henti Khusus (RHK) kendaraan sepeda motor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

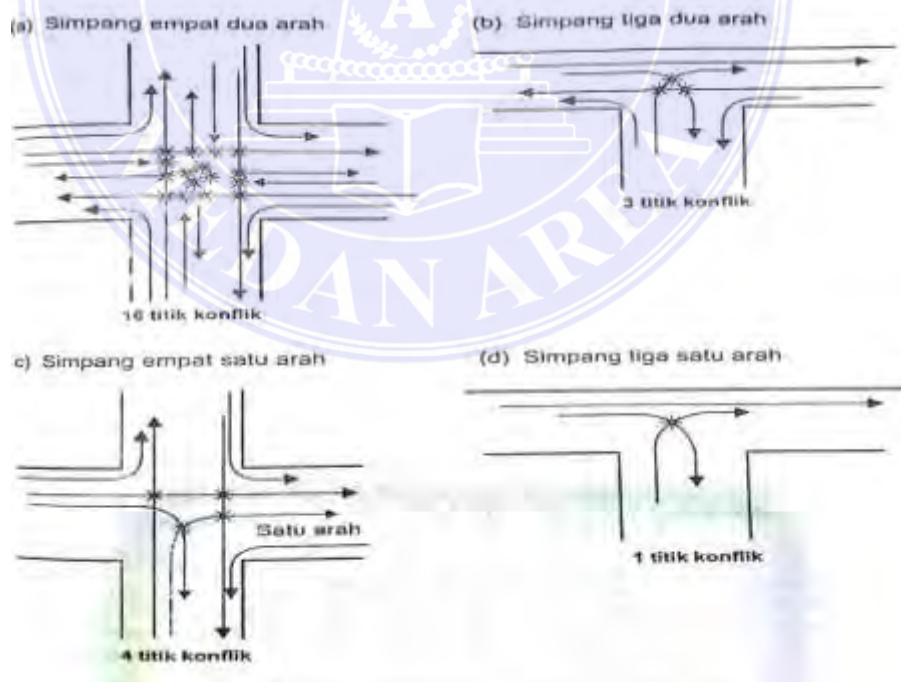
Suatu persimpangan jalan yang sebidang merupakan bagian yang sukar dan rumit dari suatu sistem jalan raya. Di sinilah terjadi sebagian besar pertemuan kendaraan dan pejalan kaki, yang selalu menyebabkan keterlambatan, kecelakaan dan kemacetan. Persimpangan sebidang (maksudnya terletak dalam satu daratan, dan bukan simpang susun) dapat saja dikendalikan oleh lampu lalu lintas, persimpangan yang demikian dikenal sebagai persimpangan berlampu-lalu lintas. Namun, persimpangan lalu lintas merupakan bagian persilangan sebidang pada sebarang sistem jalan. Hak jalan diperuntukkan bagi suatu ruas jalan dengan penggunaan rambu berhenti atau rambu pengendalian kecepatan di persimpangan tanpa lalulintas.

Umumnya, kapasitas jalan raya tergantung pada karakteristik geometri fasilitas tersebut, bersama dengan komposisi aliran lalu lintas yang menggunakan fasilitas itu. Jadi, kapasitas jalan raya relatif stabil. Sebagai contoh, dalam hal persimpangan dengan lampu lalu lintas, kita memasuki konsep waktu, dimana lampu lalu lintas mengatur giliran bagi pergerakan lalu lintas yang menggunakan rumus yang sama. Pada persimpangan tanpa lalu lintas dikendalikan oleh rambu berhenti dan rambu pengendali kecepatan, distribusi jarak pada ruas lalu lintas jalan utama, yang digabungkan dengan pertimbangan pengemudi dalam memilih jarak arus utama, akan membuat kapasitas cabang yang dikendalikan pada persimpangan itu tetap.

2.2 Persimpangan

2.2.1. Pengertian Persimpangan

Persimpangan adalah bagian terpenting dari system jaringan jalan, yang secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam system jaringan tersebut (Alik Ansyori Alamsyah, 2005). Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya, ataupun kendaraan dengan pejalan kaki. Oleh karena itu, menurut Suwardjoko R. Warpani, (2002) upaya memperlancar arus lalu lintas adalah dengan ‘meniadakan’ titik konflik ini, misalnya dengan membangun ‘pulau lalu lintas’ atau bundaran, menerapkan ‘arus searah’, menerapkan ‘larangan belok kanan’ maka titik konflik tinggal 4 buah, dan dengan simpang susun titik konflik secara teori ditiadakan.



Gambar 2.1 Titik Konflik pada Simpang
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

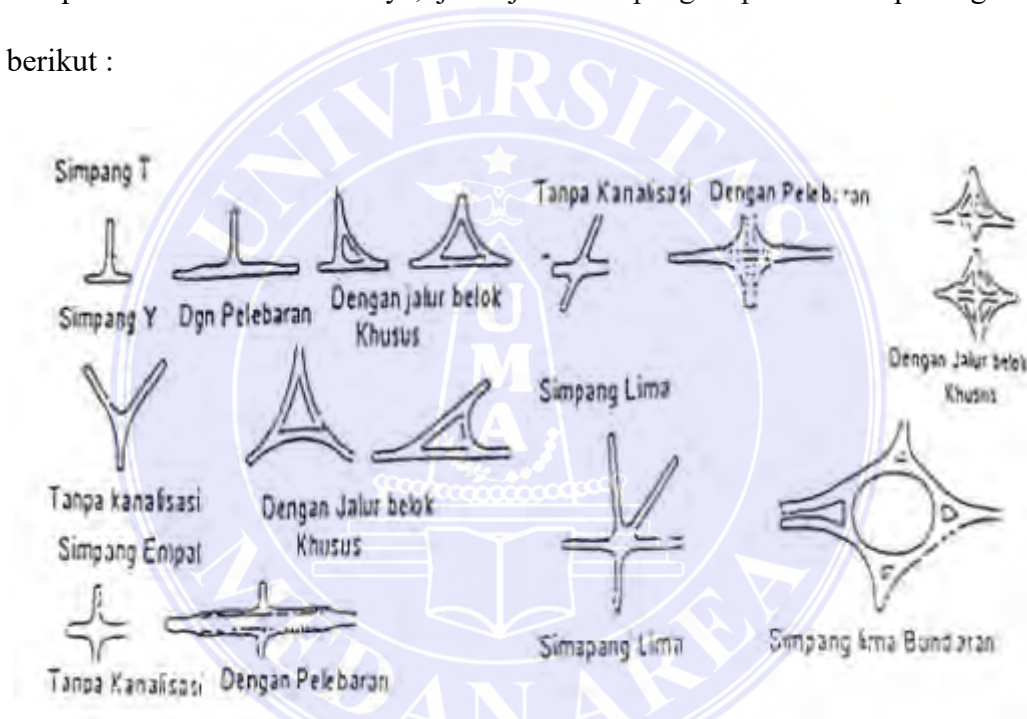
2.2.2. Jenis-jenis Pengaturan Persimpangan

Ada beberapa jenis pengaturan simpang (Alik Ansyori Alamsyah 2005)

yaitu

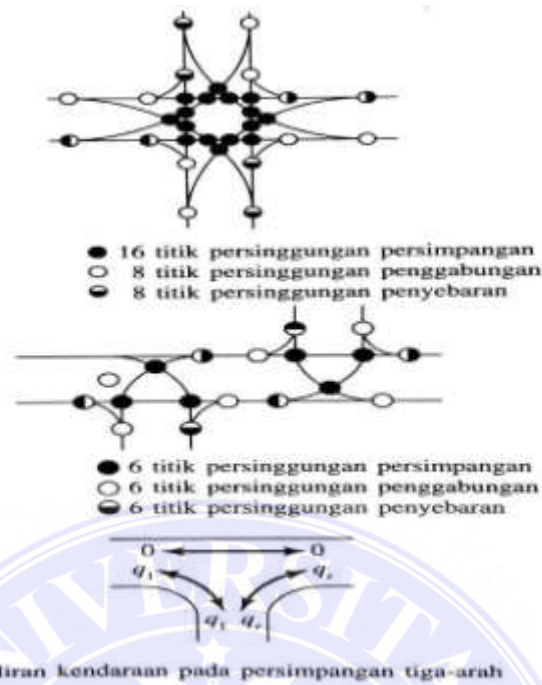
- a. Pengaturan simpang tanpa lampu lalu lintas, dan
- b. Pengaturan simpang dengan lampu lalu lintas.

Pemilihan jenis pengaturan simpang pada karakter fisik dari simpang maupun kondisi lalu lintasnya, jenis-jenis simpang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Jenis-jenis Simpang
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Terdapat paling tidak enam cara utama untuk mengendalikan lalu lintas di persimpangan, bergantung pada jenis persimpangan dan volume lalu-lintas pada tiap aliran kendaraan. Berdasarkan urutan tingkat pengendalian, dari kecil ke tinggi, dipersimpangan, keenamnya adalah : tanpa kendali, kanalisasi, rambu pengendali kecepatan atau rambu berhenti, bundaran, dan lampu lalu-lintas (C. Jotin Khisty, B. Kent Lall 2003)



Gambar 2.3 Aliran Kendaraan dan Laju Penggabungan, Penyebaran, dan Persimpangan.
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Menurut Panji Tejo Buono (2016), ada beberapa tujuan pengaturan simpang, namun secara umum tujuan pengaturan simpang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Untuk mengurangikecelakaan.
2. Untuk meningkatkankapasitas.
3. Meminimalkan tundaan atauantrian.

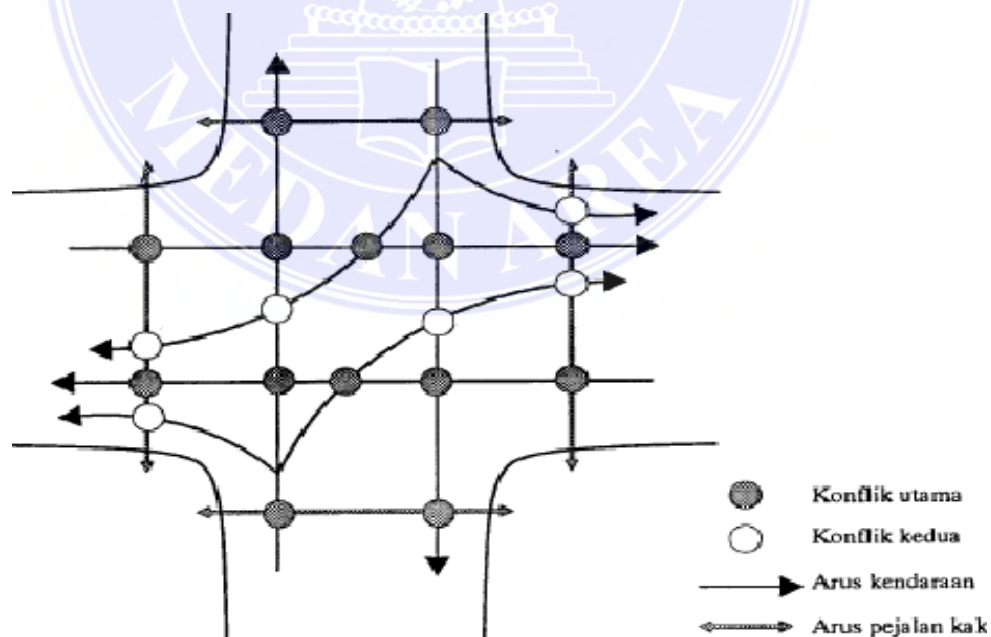
2.3 Simpang Bersinyal

Menurut MKJI, simpang bersinyal merupakan tata cara menentukan waktu sinyal, kapasitas dan perilaku lalu lintas (tundaan, panjang antrian, dan rasio kendaraan terhenti) pada simpang di daerah perkotaan dan semi perkotaan). Simpang bersinyal adalah dimana pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoprasian sinyal lalu lintas, jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya. Pada

umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut :

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

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna pada traffic light (merah, kuning, hijau) dilakukan untuk dapat memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu yang terjadi secara bersamaan.



Gambar 2.4 Konflik utama dan kedua pada simpang bersinyal dengan empat lengan
Sumber: hobbs 1995 perencanaan dan teknik lalu lintas

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) ada beberapa tujuan dari pemasangan lampu lalu lintas yaitu:

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

2.3.1. Karakteristik Sinyal LaluLintas

Sinyal lalu lintas adalah alat kontrol elektris untuk lalu lintas dipersimpangan jalan yang berfungsi untuk memisahkan arus kendaraan berdasarkan waktu, yaitu dengan memberikan kesempatan berjalan secara bergiliran kepada kendaraan dari masing-masing kaki simpang/pendekat dengan menggunakan isyarat dari lampu lalu lintas (Amir Sanjaya, Eti Sulandari, Said Basalim, 2016). Fungsi pemisahan arus ini menjadi sangat penting karena pertemuan arus kendaraan terutama dalam volume yang cukup besar akan membahayakan kendaraan yang melalui simpang dan dapat mengacaukan sistem lalu lintas dipersimpangan.

Pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan pada dasarnya dimaksudkan untuk bagaimana pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan (*vehicle group movements*) dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak mengganggu antar arus yang ada. Ada berbagai jenis kendali dengan menggunakan kendali lampu lalu lintas dimana pertimbangan ini

sangat tergantung pada situasi dan kondisi persimpangan yang ada seperti volume dan geometrik simpang.

Berdasarkan cakupan jenis kendali lampu lalu lintas pada persimpangan dibedakan antara lain :

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

Menurut MKJI 1997, dalam pengaturan dan pengoperasian sinyal lampu lalu lintas ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- 1) Fase sinyal, yaitu bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas,
- 2) Waktu siklus, yaitu waktu untuk ukuran lengkap dari indikasi sinyal.

waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya keadaan rata-rata. Jika nilai rasio arus (FR) mendekati atau lebih dari satu maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan

waktu siklus yang sangat tinggi atau negatif. Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang lebih dari batas yang disarankan, maka hal ini menunjukkan bahwa kapasitas dari simpang tidak mencukupi. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Waktu Siklus yang Disarankan

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (det)
Pengaturan 2fase	40 – 80
Pengaturan 3fase	50 –100
Pengaturan 4fase	80 –130

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

- 3) Waktu hijau (*g*), yaitu waktu nyala hijau dalam suatu pendekat(detik).
Waktu hijau dibedakan menjadi 2 macam yaitu :
 - a). waktu hijau maksimum (*g_{max}*) adalah waktu hijau maksimal yang diijinkan dalam suatu fase untuk kendali lalu lintas aktuasi kendaraan (detik) dan,
 - b) waktu hijau minimum (*g_{min}*) adalah waktu hijau minimum yang diperlukan (contoh : adanya penyeberangan pejalankaki).
- 4) Rasio hijau (*green ratio*), yaitu perbandingan antara waktu hijau dengan waktu siklus dalam suatu pendekat

$$(GR=g/c) \dots\dots\dots(2.1)$$

- 5) Waktu merah semua, yaitu waktu di mana sinyal merah menyala bersama dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (detik),
- 6) Waktu hilang, yaitu jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (detik). Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) waktu antar hijau sebaiknya ditentukan dengan menggunakan metodologiyang

sesuai sehingga lama nyala hijau dapat disesuaikan dengan lebar jalan yang dapat menjadikan nyala hijau yang efektif (tidak terlalu lama), dan,

- 7) Waktu kuning, yaitu waktu di mana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam suatu pendekat.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia ada beberapa pertimbangan pengaturan sinyal lalu lintas antara lain sebagai berikut :

- 1) Pengaturan waktu tetap umumnya dipilih bila simpang tersebut merupakan bagian dari sistem sinyal lalu lintasterkoordinasi.
- 2) Pengaturan sinyal aktuasi (detektor hanya dipasang pada jalan minor atau tombol penyeberangan pejalan kaki) umumnya simpang tersebut terisolir dan terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan pejalan kaki dan berpotongan dengan jalan arteri. Pada keadaan ini sinyal selalu hijau untuk jalan utama bila tidak ada kebutuhan dari jalanminor.
- 3) Pengaturan sinyal aktuasi penuh adalah model pengaturan yang paling efisien untuk simpang terisolir di antara jalan-jalan dengan kepentingan dan kebutuhan lalu lintas yang sama atau hampirsama.
- 4) Pengaturan sinyal terkoordinasi umumnya diperlukan bila jarak antara simpang bersinyal berdekatan adalah kecil (kurang dari 200m).

Untuk analisa operasional dan perencanaan disarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau (IG) dan waktu hilang (LTI). Waktu antar hijau adalah periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (detik). Waktu hilang adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (detik). Nilai normal waktu antar hijau dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata-Rata	Nilai Normal Waktu Antar Hijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik/fase
Sedang	10 – 14 m	5 detik/fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik/fase

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

Perhitungan waktu merah semua yang diperlukan antara pengosongan pada akhir setiap fase harus memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama di fase berikutnya (melewati garis henti 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.

Titik-titik konflik pada masing-masing fase adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua (i) terbesar dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$\text{MERAH SEMUA (i)} = \frac{(LEV + IIEV)}{VEV}$$

: Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang(m)

: Panjang kendaraan yang berangkat(m)

: Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang akan datang (m/dt).

Perhitungan waktu hilang (LTI), dihitung setelah ditetapkan periode merah semua untuk masing-masing akhir fase. Waktu hilang untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau seperti persamaan berikut.

$$= \sum (+) = \sum i \dots\dots\dots (2.3)$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik.

Lampu lalu lintas dapat dikoordinasikan dalam beberapa cara, tetapi tiga teknik yang paling banyak dilakukan adalah system simultan, system alternatif, dan system progresif fleksibel (C. Jotin Khisty, B. Kent Lall, 2003).

1. System simultan: dalam teknik ini, seluruh lampu lalu-lintas disepanjang bagian jalan yang dikoordinasi menampilkan aspek yang sama kepada aliran lalu lintas, yang sama pada waktu yang sama.
2. System alternatif : dalam system ini lampu lalu-lintas alternatif atau kelompok lampu lalu-lintas menunjukkan tanda yang berlawanan pada waktu yang sama, yang berarti bahwa jika sebuah kendaraan melintasi jarak antara dua persimpangan dalam waktu setengah siklus, maka kendaraan tersebut tidak perlu berhenti.
3. System progresif : terdapat dua jenis system progresif yang digunakan. Dalam system progresif yang sederhana, berbagai muka sinyal yang mengendalikan suatu jalan, menampilkan warna hijau sesuai dengan jadwal waktu untuk tetap menjaga agar iring-iringan kendaraan tetap dapat bergerak pada kecepatan yang telah direncanakan. Pada system progresif fleksibel, interval waktu pada lampu lalu lintas dapat diselesaikan secara independen tergantung persyaratan lalu-lintas dan dimana warna hijau pada setiap lampulalu-lintas

dapat saja menyala secara independen pada saat yang akan memberikan efisiensi maksimum.

2.3.2 Efek dari Sinyal Lalu Lintas

Penerapan sinyal lampu lalu lintas dari simpang diharapkan dapat memberikan efek-efek : Peningkatan keselamatan Lalu Lintas, Pemberian fasilitas kepada penyeberangan pejalan kaki. Peningkatan kapasitas dari simpang antara dua jalan yang sibuk, Pengaturan distribusi dari kapasitas berbagi arah arus lalu lintas atau kategori arus lalu lintas (kendaraan umum, bis, dll).

Menurut Alik Ansyori Alamsyah, operasi perencanaan yang buruk atau kurangnya pemeliharaan sinyal lampu lalu lintas dapat menyebabkan : Meningkatkan frekuensi kecelakaan, Mengakibatkan tundaan, Kemungkinan sinyal tidak ditaati, Perjalanan menumpuk pada alternatif.

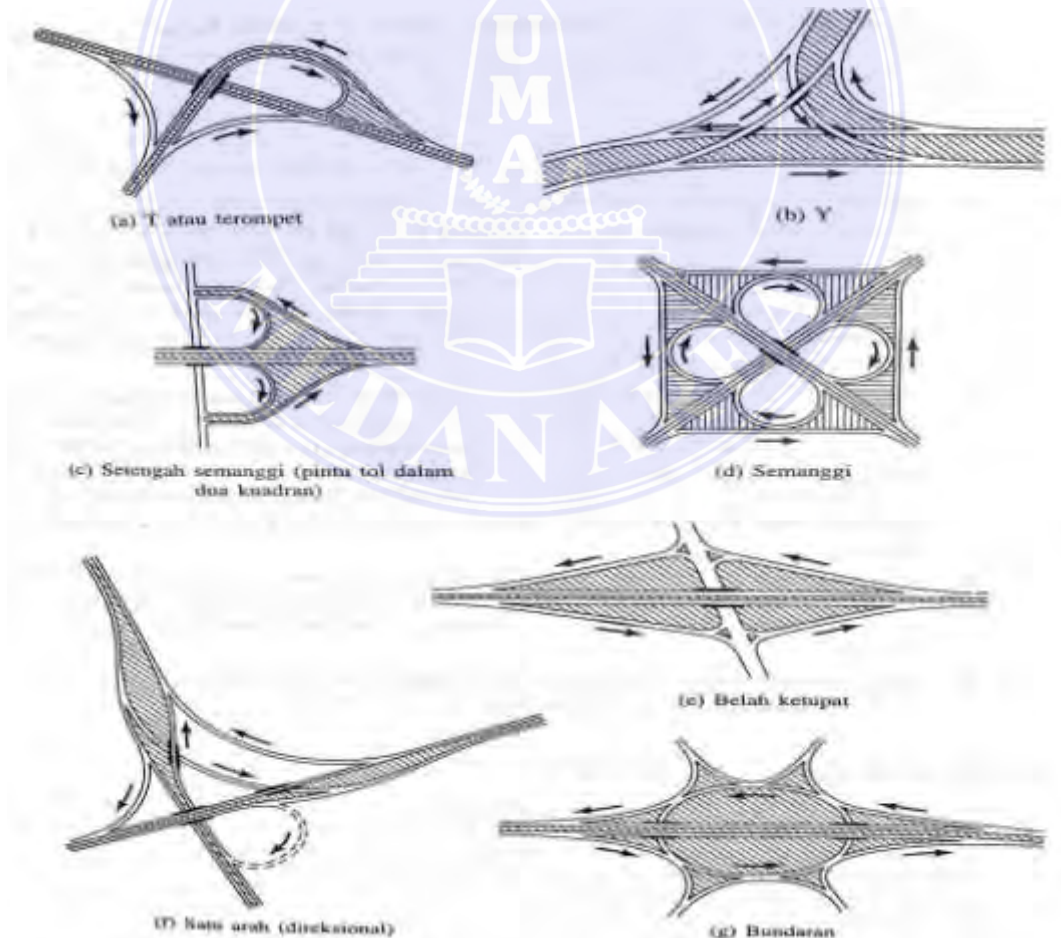
2.3.3. Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas

Peralatan pengendali lalu lintas meliputi rambu, penghalang yang dapat dipindahkan, dan lampu lalu lintas. Sistem pengendalian sinyal lalu lintas terdiri dari peralatan-peralatan sebagai berikut : Kepala tiang, Detector untuk lalu lintas (bila otomatis), Pengendali local untuk menyalakan lampu sinyal pada persimpangan, Pengendali induk untuk mengkoordinasi beberapa pengatur lokal bila ATC, Sistem transmisi untuk menghubungkan sinyal detector pengendali lokal dan pengendali induk.

Seluruh alat tersebut dapat digunakan secara terpisah atau digabungkan bila perlu. Kesemuanya adalah sarana utama pengaturan, peringatan, atau pemanduan lalu lintas, di seluruh jalan dan jalan raya. Alat pengendalian lalu lintas berfungsi menjamin keamanan dan keefisienan persimpangan dengancara

memisahkan aliran kendaraan yang saling bersinggungan pada waktu yang tepat (C. Jotin Khisty dan B. Kent Lall, 2003).

Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD), menetapkan prinsip-prinsip yang mengatur desain dan penggunaan alat pengendali lalu-lintas untuk seluruh jalan dan jalan raya yang terbuka untuk umum, terlepas dari jenis kelas atau instansi pemerintah yang memiliki kewenangan. Secara khusus, rambu lalu-lintas dan marka jalan memenuhi tujuan berikut ini : peraturan lalu-lintas (misalnya batas kecepatan), larangan memutar, member peringatan kepada pengemudi dan pejalan kaki mengenai kondisi jalan, dan memandu lalu-lintas agar tetap pada rute yang benar untuk mencapai tujuan melalui rambu dan marka jalan.



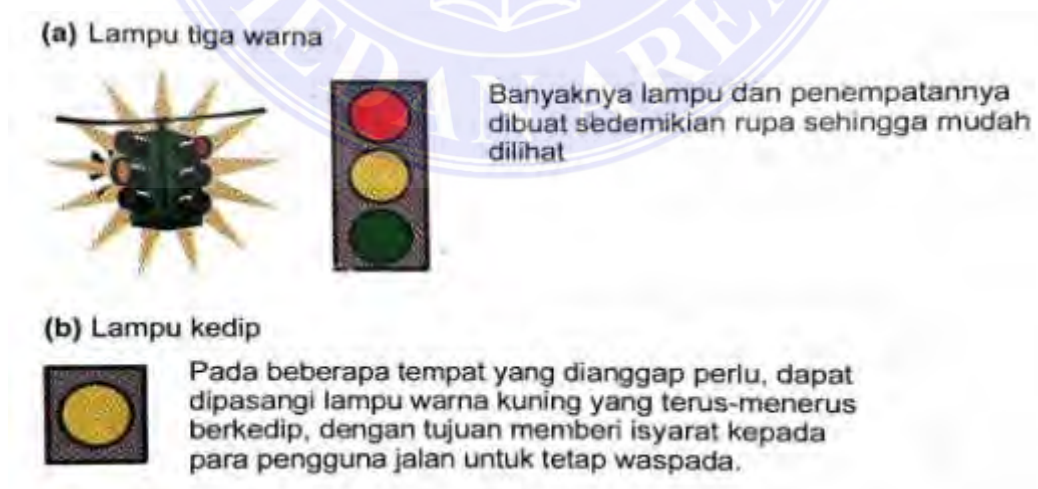
Gambar 2.5 Jenis-jenis Interchange
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

Tujuan ini berlaku untuk semua alat pengendali, mencakup lampu lalu lintas, marka jalan dan kanalisasi. Biasanya, supaya efektif, alat pengendali harus memenuhi persyaratan dasar berikut : Memenuhi suatu kebutuhan, Menarik perhatian, Memberikan pesan yang jelas dan sederhana, Menghormati pengguna jalan, Memberikan waktu yang memadai untuk memberikan respon yang sesuai.

2.3.4. Pengaturan Waktu Sinyal LaluLintas

Pengaturan waktu dari persimpangan dengan sinyal secara individu mencakup penentuan dari parameter-parameter utama sebagai berikut : Periode intergreen antara phase, Waktu siklus (cycle time), Pembagian waktu hijau ke masing-masing phase.

Menurut Suwardjoko R. Warpani, alat pemberi isyarat lalu lintas berfungsi untuk mengatur lalu lintas kendaraan dan atau pejalan. Alat ini terdiri dari : Lampu tiga warna, untuk mengatur kendaraan, Lampu dua warna, untuk mengatur kendaraan atau pejalan kaki, Lampu satu warna, untuk member peringatan bahaya kepada penggnajalan



Gambar 2.6 Lampu Lalu Lintas

Sumber : Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, 2016

Lampu isyarat sebagian melekat pada kendaraan, sebagian lagi menjadi perlengkapan jalan (lampu kedip). Lampu isyarat yang melekat pada kendaraan misalnya : lampu rem, lampu isyarat membelok lampu dim. Lampu isyarat ini menjadi persyaratan teknis minimal pada setiap kendaraan yang dinyatakan laik jalan. Isyarat yang menjadi perlengkapan jalan, misalnya : lampu kedip (kelap-kelip) berwarna kuning atau merah, cahaya berwarna kuning atau merah yang bersumber dari lempeng pantul.

Prinsip-prinsip dasar untuk pengaturan waktu dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Tidak terdapat arus lalu lintas yang harus menunggu pada lampu merah jika dapat melewati persimpangan tanpa mengganggu arus lalu lintaskainnya.
2. Pelepasan lalu lintas selama lampu hijau dilakukan seefektif mungkin (pada tingkat arus jenuh) dalam usaha menghasilkan sekecil-kecilnya tundaan yang mungkin untuk arus lalu lintas yang mendapat arus lalulintas.

2.3.5. Arus Lalu Lintas

Dalam MKJI, perhitungan arus lalu lintas 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 (QLT), lurus (QST) dan belok kanan (QRT)) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

Tabel 2.3 Tipe Pendekat

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

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI,1997

Untuk masing-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri (PLT) dan rasio belok kanan (PRT) didapatkan dari rumus berikut :

$$P = \frac{LT(\text{smp/jam})}{\text{Total}(\text{smp/jam})} \dots\dots\dots (4)$$

$$R = \frac{RT(\text{smp/jam})}{\text{Total}(\text{smp/jam})} \dots\dots\dots (5)$$

Untuk rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor (QUM) kend/jam dengan arus kendaraan bermotor (QMV) kend/jam didapatkan dengan rumus berikut :

$$= \dots\dots\dots (6)$$

2.4 Titik Konflik pada Simpang

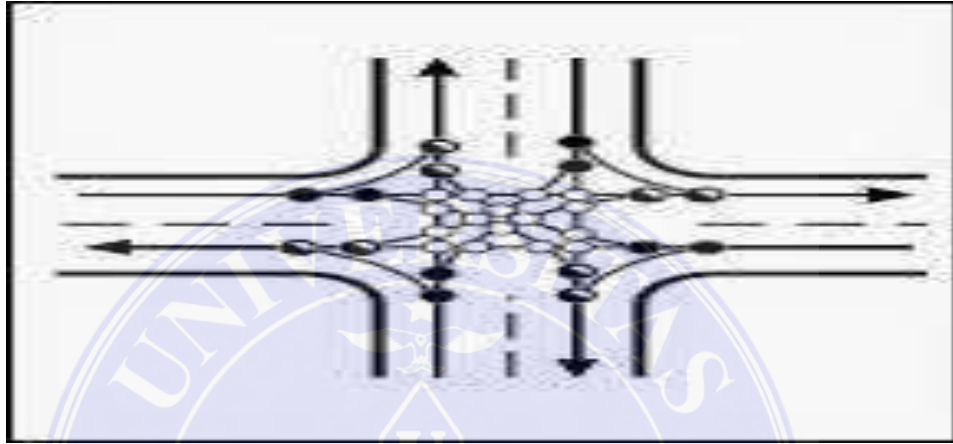
Keberadaan persimpangan pada suatu jaringan jalan, ditujukan agar kendaraan bermotor, pejalan kaki (pedestrian), dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak dalam arah yang berbeda dan pada waktu yang bersamaan.

Menurut MKJI 1997 berdasarkan sifatnya konflik yang ditimbulkan oleh manuver kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan 2 tipe, yaitu :

- a. Konflik primer yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongandan,

- b. Konflik sekunder yaitu konflik yang terjadi karena gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang.

Adapun titik konflik yang terjadi pada persimpangan salah satunya dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Titik konflik pada simpang tiga lengan
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997

2.5 Kategori Konflik

Secara umum konflik lalu lintas pada persimpangan dapat dikelompokkan ke dalam 6 (enam) kelompok, yaitu konflik sama arah, konflik belok kiri berlawanan (left opposing left turn), konflik memotong lalu lintas (cross traffic), konflik belok kanan, konflik pejalan kaki, dan konflik sekunder. Adapun penjelasan. Adapun penjelasan mengenai masing – masing tipe konflik ialah sebagai berikut:

1) Konflik Belok Kiri SamaArah

Konflik belok kiri sama arah terjadi ketika kendaraan pertama melakukan pergerakan belok kiri dengan lambat, yang menyebabkan kendaraan berikutnya ke dalam situasi bahaya tabrak depan belakang.

2) Konflik Lurus SamaArah

Tipe konflik lurus sama arah terjadi di akibatkan oleh kendaraan-1 (sepeda motor atau kendaraan roda-4) yang bergerak lurus sama arah dengan lambat yang menyebabkan kendaraan ke-2 (sepeda motor atau kendaraan roda -4) harus mengurangi kecepatan (mengeram) dan atau mengubah haluan untuk menghindari tabrakan dengan kendaraan ke-1. Tipikal konflik seperti ini sangat berpotensi menjadi kecelakaan dengan tipe tabrakan depan belakang.

3) Konflik Berubah Lajur SamaArah

Konflik berubah lajur sama arah (lane change) terjadi ketika kendaraan pertama berusaha mendahului kendaraan lain dan kembali masuk ke lajurnya. Pada kondisi seperti ini, sering memnimbulkan konflik akibat kurangantisipasi, sehingga kendaraan kedua harus merem kendaraannya untuk menghindari terjadinya tabrakan.

4) Konflik Sekunder Lurus SamaArah

Konflik sekunder merupakan konflik lalu lintas yang terjadi akibat konflik lalu lintas lainnya. Konflik sekunder sering terjadi akibat dampak konflik lurus sama arah seperti ditunjukkan pada gambar. Umumnya konflik sekunder berpotensi menimbulkan tabrakan depan belakang. Untuk menghindari terjadinya tabrakan, maka ketig harus melakukan tindakan mengerem dan atau mengubahhaluan.

5) Konflik BerubahJalur

Konflik berubah lajur (lane change) terjadi ketika kendaraan pertama berusaha mendahului kendaraan lain dan kembali masuk ke lajurnya. Pada kondisi seperti ini, sering menimbulkan konflik akibat kurang antisipasi,

sehingga kendaraan kedua harus mengerem kendaraannya untuk menghindari terjadinya tabrakan.

6) Konflik Masuk Secara Langsung Dari Kiri

Tipe konflik ini pada dasarnya konflik sama arah, yang diakibatkan oleh pergerakan kendaraan yang masuk arus secara langsung dari kiri kelajur utama sedemikian hingga menyebabkan kendaraan (sepeda motor atau kendaraan roda-4) pada lajur utama harus mengurangi kecepatan dan atau berubah haluan. Tipe konflik seperti ini sering ditemukan akibat pergerakan sepeda motor dari lajur kiri yang memaksa masuk lajur dikanannya. Tipikal konflik ini berpotensi mengakibatkan kecelakaan dengan tipikal tabrak depan samping atau tabrak samping samping.

7) Konflik Pindah Lajur Secara Tidak Langsung Dari Kiri

Konflik ini bentuknya sama dengan konflik pindah lajur secara langsung dari kiri. Konflik ini terjadi karena adanya kendaraan (sepeda motor atau kendaraan roda-4) yang masuk arus secara tidak langsung dari kiri lajur utama dimana kendaraan kedua (sepeda motor atau kendaraan roda-4) tidak memberi kesempatan kepada kendaraan ke-1. Akibatnya kendaraan ke-2 yang bergerak dari kiri harus mengurangi kecepatan dan atau berubah haluan. Konflik ini juga berpotensi terhadap kecelakaan dengan tipikal tabrak depan samping atau tabrak samping samping.

8) Konflik Masuk Secara Tidak Langsung Dari Kanan

Tipe konflik ini merupakan kebalikan dari konflik pindah lajur secara tidak langsung dari kiri, yang terjadi akibat adanya kendaraan (sepeda motor atau kendaraan roda-4) yang masuk arus/ pindah lajur

secara tidak langsung dari kanan ke lajur disebelah kirinya. Potensi konflik seperti ini diakibatkan kendaraan ke-2 (sepeda motor atau kendaraan roda-4) tidak memberi kesempatan kepada kendaraan ke-1. Akibatkan kendaraan ke-2 yang bergerak dari kanan harus mengurangi kecepatan dan atau berubah haluan. Konflik ini juga berpotensi terhadap kecelakaan dengan tipikal depan samping atau samping samping.

9) **Konflik Masuk Secara Langsung Dari Kanan**

Tipe konflik ini pada dasarnya merupakan kebalikan dari tipe konflik konflik masuk secara langsung dari kiri. Tipe ini diakibatkan oleh adanya kendaraan yang masuk arus secara langsung dari kanan masuk ke lajur lain dikirinya yang menyebabkan kendaraan (sepeda motor atau kendaraan roda-4) pada lajur utama harus mengurangi kecepatan dan atau berubah haluan. Tipikal konflik ini berpotensi terhadap kecelakaan dengan tipikal tabrak depan samping atau tabrak samping samping.

10) **Konflik Bersinggungan Sama Arah**

Tipe konflik ini dapat terjadi pada lajur yang sama atau kedua kendaraan (sepeda motor atau kendaraan roda-4) berkonflik masuk dalam satu lajur secara bersamaan, dimana kedua kendaraan tidak saling memberi kesempatan. Akibatnya kedua kendaraan melakukan tindakan mengubah haluan untuk menghindari tabrakan.

Faktor waktu, jarak dan tipikal tindakan menghindar serta membagi tingkat keseriusan konflik dibagi kedalam 5 kelas yaitu:

1. Konflik ringan (light conflict); satu dari pengguna jalan terlibat kedalam suatu kejadian yang tidak diharapkan, akan tetap masih

memiliki waktu yang cukup atau jarak yang cukup untuk menghindari tabrakan.

2. Konflik sedang (moderate conflict); suatu konflik lalu lintas yang mengakibatkan kendaraan, dimana tindakan merubah haluan dinilai penting. Pada kondisi ini akan menjurus ke suatu situasi yang dekat peristiwa tabrakan bila tidak melakukan tindakan merubahhaluan
3. Konflik serius (serious conflict); suatu konflik lalu lintas dimana tindakan merubah haluan terbentuk sangat brutal untuk menghindari tabrakan. Biasanya konflik serius ini bisa menjurus kepada tabrakan ringan dengan kerusakan ringan (contoh : kedua bumperbersentuhan).
4. Konflik yang menghasilkan tabrakan ringan : suatu konflik dimana tidak memiliki waktu dan jarak yang cukup untuk menghindari tabrakan yang menghasilkan tabrakanringan.
5. Konflik yang menghasilkan tabrakan serius : suatu konflik dimana siituasinya berkembang dengan sangat cepat, tanpa waktu dan jarak yang cukup untuk melakukan tindakan menghindar terjadinya tabrakan yang menghasilkan luka-luka atau paling tidak menghasilkan kerusakan materialberat.

2.6 Ruang Henti Khusus (RHK) SepedaMotor

Salah satu fenomena menarik dari kehadiran sepeda motor pada persimpangan bersinyal sebagai mana diungkapkan pada bab sebelumnya ialah terjadinya penumpukan sepeda motor dimulut-mulut persimpangan khususnya pada fase merah. Salah satu penyebabnya adalah tidak tersedianya fasilitas berhenti sepeda motor pada persimpangan bersinyal. Fasilitas yang tersedianya

garis henti dibibir persimpangan serta ruang di belakang garis henti secara bersama dengan kendaraan bermotor lainnya. Pengguna garis henti secara bersama pada beberapa persimpangan bersinyal dinilai sudah tidak memadai lagi. Hal ini dapat dilihat dari kondisi persimpangan banyak yang melanggar peraturan seperti melampaui garis henti dan mengganggu pergerakan kendaraan bermotor lainnya karena menggunakan lajur belok kiri langsung untuk mengantri di persimpangan.

Ruang henti khusus (exclusive stopping space) untuk sepeda motor, disingkat RHK, pada persimpangan merupakan salah satu alternative pemecahan masalah penumpukan sepeda motor pada persimpangan bersinyal. RHK sepeda motor merupakan fasilitas ruang berhenti untuk sepeda motor selama fase merah yang di tempatkan didepan antrian kendaraan bermotor roda empat ataupun disisi lain jalan sesuai dengan perencanaan yang baik. RHK ini dibatasi oleh garis henti untuk sepeda motor dan marka garis henti untuk kendaraan bermotor roda empat lainnya. Kedua marka garis henti ini di tempatkan secara berurutan dan di pisahkan oleh suatu ruang dengan jarak tertentu.

Model RHK untuk sepeda motor di kembangkan dari model Advanced Stop Lines (ASLs) untuk sepeda yaitu, fasilitas yang di peruntukan bagi sepeda yang di tempatkan di depan antrian kendaraan bermotor, (*Muhammad idris*). Model RHK yang akan di kembangkan dilengkapi dengan jalur pendekat yang dimaksudkan untuk membantu memudahkan sepeda motor mendekati keruang penungguan (reservoir). RHK berfungsi untuk membantu sepeda motor langsung kepersimpangan secara efektif dan aman yang kemungkinan sepeda motor untuk bergerak lebih dahulu dari kendaraan roda empat dan membuatpersimpangan

bersih lebih dahulu. Hal ini akan membuat kendaraan lain lebih mudah bergerak serta dapat mengurangi resiko konflik lalu lintas yang diakibatkan oleh berbagai manuver sepeda motor khususnya manuver sepeda motor yang berbelok atau lurus.

2.7 Advanced Stop Lines(ASLs)

Advanced Stop Lines (ASLs) merupakan suatu fasilitas untuk sepeda yang di desain untuk memberikan prioritas kepada sepeda di persimpangan bersinyal. ASLs adalah marka garis henti yang di siapkan sebagai marka garis henti kedua pada persimpangan bersinyal di depan garis henti kendaraan bermotor roda empat lainnya. Di antara kedua garis henti ini, terbentuk suatu area yang di kenal sebagai area resevoir yang merupakan area penungguan selama fase merah, yang memungkinkan sepeda dapat menunggu di depan kendaraan bermotor lainnya di kaki persimpangan. Sebagai pelengkap ASLs dapat membantu sepeda antara lain:

1. Menempatkan sepeda pada suatu posisi yang mudah terlihat oleh kendaraan bermotor lainnya di persimpangan.
2. Kemungkinan sepeda untuk bergerak lebih dahulu serta menghindarkan dari kemungkinan terpotong oleh pergerakan kendaraan bermotor lainnya
3. Memungkinkan sepeda melakukan pergerakan (maneuver) secara aman dan nyaman di persimpangan.

2.7.1 Penerapan ASLs di Indonesia

Di Indonesia penerapan ASLs cenderung digunakan untuk sepeda motor sehingga lebih tepat untuk disebut RHK daripada ASLs. Ruang henti khusus exclusive stopping space ini merupakan salah satu solusi dalam memecahkan masalah penumpukan sepeda motor pada persimpangan bersinyal. Menurut

Idris,2007 , RHK sepeda motor merupakan fasilitas ruang berhenti untuk sepeda motor selama fase merah yang ditempatkan di depan antrian kendaraan bermotor roda empat. Penempatannya berada di depan kendaraan bermotor roda empat dan tidak melewati ujung garis pendekat persimpangan. RHK ini dibatasi oleh garis henti untuk sepeda motor dengan marka garis henti untuk kendaraan roda empat. Kedua marka ini di letakkan berurutan dan di pisahkan oleh suatu ruang dengan jarak tertentu. Model RHK untuk sepeda motor dikembangkan dari ASLs untuk sepeda. Merupakan fasilitas untuk sepeda yang di letakkan di depan antrian kendaraan bermotor Wall,et al,2003. Model dari RHK ini terdiri atas lajur pendekat dan area tunggu reservoir. Fungsi utama dari RHK ini adalah membantu sepeda motor untuk bergerak terlebih dahulu dari kendaraan roda empat dengan demikian dapat membuat persimpangan lebih cepat bersih, serta mengurangi konflik lalu lintas yang disebabkan dari *manuever* sepeda motor. Ruang Henti Khusus ini mulai diterapkan di beberapa kota seperti kota Yogyakarta Sepeda *Bicycle* dan Bandung Sepeda Motor *Motorcycle*. Uji coba penerapan *Advance stop lines* ASLs atau Ruang Henti Khusus RHK dan Ruang Tunggu Sepeda RTS pertama kali dilaksanakan di Bandung. Dari hasil uji coba tersebut didapat beberapa kesimpulan, antara lain seperti di bawah ini.

- a. Menurunnya tingkat konflik lalu lintas antara kendaraan roda dua dan roda empat pada pagi dan sore hari.
- b. Desain ASLs yang lebih sesuai untuk kendaraan di Indonesia adalah 9×14 m² , dengan jalur pendekat 3×7 m².

2.7.2 Penerapan ASLs DiBelanda

Pada tahun 1978, ASLs diperkenalkan di Leiden (Netherlands) pada empat persimpangan. Berdasarkan hasil penerapan tersebut ternyata ASLs memberikan kontribusi terhadap arus lalu lintas seperti halnya mengurangi konflik lalu lintas antara sepeda dengan kendaraan bermotor lainnya. Penerapan ASLs selain menurunkan konflik, ternyata ASLs merupakan salah satu solusi murah yang sangat bermanfaat bagi pengguna sepeda dan pengemudi kendaraan bermotor. Lebih lanjut, penerapan ASLs juga dilakukan di beberapa kota di Belanda pada tahun 1983 dengan beberapa variasi desain.

Desain ASLs dibuat dengan mempertimbangkan jalur pendekat sepeda pada sisi dekat (*near-side line*) dan dengan membuat tanda atau simbol sepeda pada area tunggu (*waiting area* atau *reservoir*) di depan garis henti kendaraan bermotor. Bahkan pada beberapa desain ASLs juga dilengkapi dengan tulisan *CYCLIST* (sepeda) yang dicatat pada area tunggu guna mengurangi kendaraan bermotor berhenti pada area tersebut, dan untuk mendorong sepeda menggunakan fasilitas tersebut. Pada salah satu site, desain ASLs dibuat dengan warna merah pada permukaan jalan baik pada area sepeda maupun pada area tungguannya. Lebih lanjut, studi yang dilakukan di Leiden (1982) dan Enschede (Solomons-1985) menunjukkan bahwa mayoritas pengguna kendaraan bermotor dan sepeda mengerti dan menuruti *lay-out* ASLs yang diterapkan. Untuk itu juga diharapkan agar masyarakat Indonesia mempunyai rasa kesadaran yang tinggi, kepedulian dan kepatuhan yang baik seperti masyarakat yang berada di luar negeri pada umumnya, demi kelancaran berlalu lintas di daerah masing-masing, agar dapat terciptanya kelancaran berlalu lintas (*Muhammad Idris*).

2.7.3 Penerapan ASLs Di Inggris

Mengikuti keberhasilan penerapan ASLs di Netherland, Inggris pertama kali memperkenalkan konsep tersebut di Oxport (1984), Newark (1989), Bristol (1991). Hasil riset yang dilakukan oleh TRL pada ketiga kota tersebut memperlihatkan penerapan ASLs yang dinilai memuaskan dan umumnya mudah dipahami oleh pengguna jalan. Pada setiap site yang diteliti, menunjukkan lebih dari 75 % pengguna sepeda menggunakan lajur sepeda dan area tunggu sepeda, serta lebih dari 90 % pengguna kendaraan bermotor keluar dari lajur sepeda. Secara keseluruhan, 82 % kendaraan bermotor sampai di persimpangan ketika sinyal merah berada di luar area tunggu (reservoir).



Gambar 2.8 ASLs Tanpa Lajur Pendekat (inggris)
Sumber : Yuni Arta Praptiwi, 2020. Jurnal

Model penanganan yang diterapkan di ke empat kota Oxport, Newark, Bristol dan Manchester merupakan penyempurnaan desain yang diterapkan di Belanda. Dari desain pertama telah ada penambahan sinyal yang dibuat pada garis henti kendaraan bermotor, lajur untuk sepeda motor dan perambuan yang lengkap. Hal ini tampak memungkinkan bahwa penyempurnaan lay-out dengan kombinasi pembuatan lajur sepeda serta pewarnaan lajur dan area tunggu sepeda seperti ditunjukkan pada gambar adalah lebih efektif meningkatkan kendaraan bermotor mengikutinya.



Gambar 2.9 ASLs Dengan Lajur Pendekat Pada Sisi Dekat (Near-Side) (Inggris)

Sumber: Yuni Arta Praptiwi, 2020. Jurnal

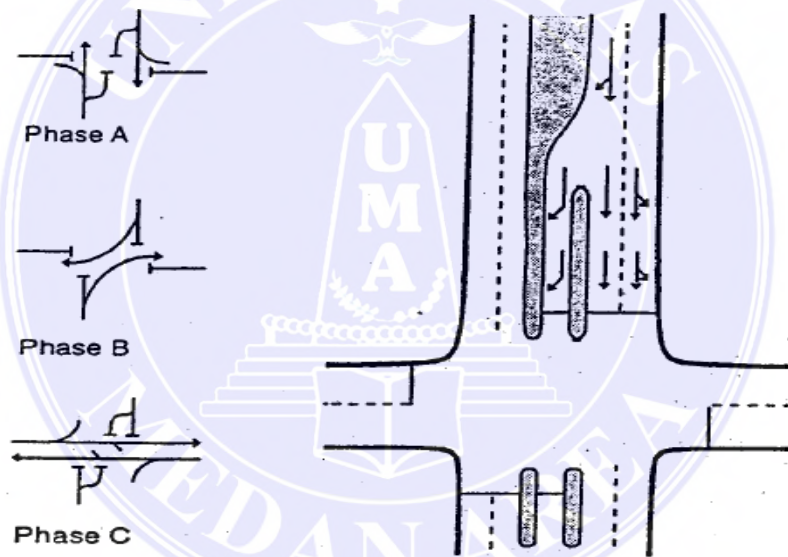
Menggunakan hasil-hasil studi yang telah dilakukan, beberapa pedoman (guideline) penerapan ASLs yang telah dibuat, antara lain menyarankan agar:

1. Menggunakan desain lay-out ASLs terbaru tanpa menggunakan sinyal tambahan.
2. Menggunakan warna permukaan berbeda dari warna lajur lalu lintas untuk lajur sepeda dan area tunggusepeda.
3. Menggunakan logo sepeda baik pada lajur sepeda maupun pada area tunggu sepeda.
4. Menyediakan lajur pendekat untuk sepeda dengan lebar minimum 1,5 meter.
5. Menggunakan lajur pendekat sepeda bukan sisi dekat jika terdapat lebih dari satu lajur kendaraan dan proporsi arus belok kanan yang besar.
6. Menghilangkan semua gangguan samping pada lajur sepeda seperti parkir atau aktifitas yang dapat mengganggu pergerakansepeda.

2.8 Perhitungan SimpangBersinyal

2.8.1 Datamasukan

Menurut MKJI kondisi geometrik pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan perhitungannya dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekatan. Satu lengan Simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekatan, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub pendekatan. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan dan/atau belok kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu-lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau-pulau lalu-lintas dalam pendekatan.



Gambar 2.10 Lengan Simpang Untuk Masing-masing pendekatan
Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

2.8.2 Penentuan waktusinyal

Untuk menentukan waktu sinyal dapat dilakukan dengan 5 pendekatan sebagai berikut:

1. Tipe pendekatan(*approach*)

Pendekat merupakan daerah dari suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Apabila gerakan lalu-lintas kekiri atau kekanan dipisahkan dengan pulau lalu-lintas, sebuah lengan

persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat yaitu pendekat terlindung (P) atau terlawan (O).

2. Lebar pendekatefektif

Lebar efektif merupakan lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas, yaitu dengan pertimbangan terhadap W_A , W_{masuk} dan W_{keluar} dan gerakan lalu-lintas membelok. Untuk pendekat tipe O(Terlawan).

Jika $W_{LTOR} > 2.0$ meter, maka $W_e = W_A - W_{LTOR}$

Jika $W_{LTOR} < 2.0$ meter, maka $W_e = W_A \times (1 + P_{LTOR}) - W_{TOR}$

Keterangan:

W_A : Lebarpendekat

W_{LTOR} : Lebar pendekat lengan belok kiri langsung

Untuk pendekat tipe P(Terlindung)

Jika $W_{keluar} < W_e \times (1 - P_{RT} - P_{LTOR})$

Keterangan:

P_{RT} : Rasio kendaraan belok kanan

P_{LTOR} : Rasio kendaraan belok kirilangsung.

3. Arus jenuh dasar(S_0)

Arus jenuh dasar adalah besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). Untuk pendekat tipe P (arus terlindung),

$$S_0 = 600 \times W_e \text{ smp/jam} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam)

W_e = Lebar jalan efektif (m)

4. Faktor Penyesuaian Arus Jenuh

a. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Ditentukan berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik pada kota yang ditinjau. Faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.4 Faktor penyesuaian Ukuran Kota pada Simpang Bersinyal

Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

b. Faktor penyesuaian kelandaian,

c. Faktor penyesuaian parkir (FP) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$FP = [\{ LP/3 - \{ WA - 2 \} \times \{ LP/3 - g \} / WA] / g \dots\dots\dots (9)$$

Dengan,

LP : Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m)
panjang dari lajur pendek

WA : Lebar Pendekat (m)

g : Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26detik)

d. Faktor penyesuaian hambatan samping (FSF) pada perhitungan simpang bersinyal adalah fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor.

e. Faktor penyesuaian arus belok kiri (FLT) dan arus belok kanan (FRT),

Faktor penyesuaian untuk nilai arus jenuh dasar hanya pada pendekat tipe P (Terlindung) adalah sebagai berikut.

1. Faktor penyesuaian belok kanan(FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan (F_{RT}). Pertemuan jalan untuk tipe P (terlindung), tanpa median dan jalan dua arah dengan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dapat digunakan persamaan berikut :

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26 \dots\dots\dots(10)$$

2. Faktor penyesuaian belok kiri(FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri (PLT) dengan pendekat terlindung (pendekat tipe P) tanpa belok kiri langsung (L_{TOR}) dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dapat digunakan dengan persamaan berikut :

$$FLT = 10 - PLT \times 0,16 \dots\dots\dots(11)$$

Pada pendekat-pendekat terlindung tanpa menyediakan belok kiri langsung, kendaraan yang belok kiri cenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pendekat tersebut. Karena arus berangkat dalam pendekat tipe O (terlawan) pada umumnya lenih lambat, maka tidak perlu penyesuaian untuk rasio belokkiri.

5. Rasio arus /rasio arusjenuh

Rasio arus Sempang merupakan jumlah dari rasio arus kritis untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus. Rasio Arus (FR) masing-masing pendekat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$FR = Q/S \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

FR = Rasio arus

Q = Arus lalu-lintas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

Untuk rasio arus Simpang (IFR) dihitung dengan rumus:

$$IFR = \Sigma (Frcrit)$$

Keterangan:

IFR = Rasio arus Simpang

FRcrit = Rasio arus kritis

Hitung Rasio Fase (IFR) masing-masing fase sebagai rasio antara FRCRIT dan

IFR. Untuk arus kritis dihitung dengan rumus:

$$PR = FRcrit / IFR \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan:

PR = Rasio fase

FRcrit = Rasio arus kritis

IFR = Rasio arus Simpang

6. Waktu siklus dan waktuhijau

Waktu siklus adalah waktu hijau menyala pada satu fase hingga hijau menyala berikutnya pada fase yang sama atau waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal dan waktu hijau merupakan waktu nyala dalam suatu pendekat (det). Hitung waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) untuk pengendalian waktu tetap.

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan:

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

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

$IFR = \text{Rasio arus Simpang (FRCRIT)}$

Menghitung waktu hijau g untuk masing-masing fase yaitu menggunakan rumus:

$$g_i = (Cua - LTI) \times P_{ri} \dots \dots \dots (15)$$

Keterangan:

$g_i = \text{Tampilan waktu hijau pada fase } i \text{ (det)}$

$Cua = \text{Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)}$

$LTI = \text{Waktu hilang total persiklus}$

$P_{ri} = \text{Rasio fase } FRCRIT / \Sigma (FRCRIT)$

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

$$c = \Sigma g + LTI \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan:

$c = \text{Waktu siklus (det)}$

$\Sigma g = \text{Total waktu hijau (det)}$

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

2.9 Kondisi Geometrik

Kondisi geometrik untuk jalan berbagai tipe akan mempunyai kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu misalnya jalan terbagi dan jalan tidak terbagi, sedangkan untuk lebar jalur lalu lintas, kecepatan arus bebas dan kapasitas meningkat dengan penambahan lebar jalur lalu lintas, kecepatan arus bebas dan kapasitas. Karakteristik geometrik tipe jalan yang di gunakan untuk

masing – masing tipe jalan menggunakan analisa operasional, perencanaan dan perancangan jalan perkotaan. Di sekitar jalan yang akan di kaji terdapat persimpangan empat dan nantinya jalan yang akan di kaji termasuk jalan yang lebar yaitu lebarnya 20 meter dan trotoar jalan tersebut lebarnya 3,50 meter.

2.10 Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometric jalan terdapat beberapa parameter yaitu sebagai berikut :

a. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang merupakan wakil dari kelompoknya, dipergunakan untuk merencanakan bagian-bagian dari jalan. Untuk perencanaan geometrik jalan, ukuran lebar rencana akan mempengaruhi lebar lajur yang dibutuhkan.

b. Kecepatan

Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh. Biasanya dinyatakan dalam km/jam. Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang dan lain-lain.

Menurut MKJI 1997, lebar-lebar pendekat sewajarnya harus disesuaikan menurut ketidakseimbangan dalam rasio arus antara jalan yang berpotongan dan pendekat-pendekatnya. Untuk analisa simpang bersinyal pada tingkat perencanaan dan perancangan maka lebar pendekat dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 2.5 Penyesuaian Arus Lalu Lintas dengan Lebar Pendekat

Arus Lalu Lintas Yang Masuk ke Simpang (smp/jam)	Lebar Pendekat Rata-Rata (m)
< 2500	4,5
2500-4000	7
4000-5000	10 (Lebar belok kanan terpisah)
> 5000	Rencana lebih besar

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

Tipe jalan dapat menunjukkan perilaku berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu. Tipe jalan ditunjukkan dengan tipe potongan melintang jalan berdasarkan jumlah lajur dan arah suatu segmen jalan. Tipe jalan dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2UD).
- b. Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD) dan atauterbagi(4/2D).
- c. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2D).
- d. Jalan satu arah dan lajur bebashambatan.

2.11 Tipe - Tipe Jalan

Jalan mempunyai suatu sistem jaringan yang mengikat dan menghubungkan pusat – pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam hubungan hirarki. Menurut peranan pelayanan jasa distribusi, terdapat dua macam jaringan jalan yaitu system jaringan jalan primer dan system jalan sekunder. Pada dasarnya di Indonesia terdapat tiga klasifikasi (hirarki) utama jalan, yaitu:

1. Hirarki menurut fungsi/peranan jalan (Arteri, Kolektor,Local)
2. Hirarki menurut kelas jalan (I, IIA, IIB,III)

3. Hirarki menurut administrasi / wewenang pembinaan (nasional, Propinsi, Kabupaten /Kotamadya)

Tipe jalan akan mempunyai kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya jalan terbagi dan tak terbagi, atau jalan satu arah. Pada tugas akhir ini tipe jalan yang di teliti pada persimpangan tersebut ialah tipe jalan persimpangan. Menurut penulis tipe jalan pada lokasi studi ialah tipe jalan pada lokasi studi ialah tipe jalan kolektor sekunder. Jalan kolektor sekunder menghubungkan sekunder dengan kawasan sekunder ke dua dengan perumahan atau kawasan sekunder ke tiga dan seterusnya dengan perumahan, dengan persyaratannya sebagai berikut:

1. Kecepatan rencana minimum 20 km /jam
2. Lebar jalan minimum 9meter.

2.12 Volume LaluLintas

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada suatu jalur gerak persatuan waktu, dan karna itu biasanya diukur dalam satuan kendaraan per satuan waktu. Untuk menghitung volume lalu lintas per jam pada jam-jam puncak arus sibuk, agar dapat menentukan kapasitas jalan maka data volume kendaraan arus lalu lintas harus diubah menjadi satuan mobil penumpang (SMP) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang, biasanya di gunakan satuan kendaraan per waktu (Morlok, 1978 : 1989). Adapun jumlah gerakan yang dihitung meliputi macam moda lalu lintas seperti pejalan kaki, mobil,bus, mobil barang, dan lain-lain. Studi tentang volume pada dasarnya bertujuan untuk menetapkan (F.D. Hobbs, 1979) : Nilai kepentingan relative suatu rute, Fluktuasi dalam arus, Distribusi lalu lintas pada sebuah system jalan, Kecenderungan

pemakai jalan, Survei skala dan pengecekan perhitungan lalu lintas tersintesiskan, Perencanaan fasilitas transportasi.

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

Tabel 2.6 Menentukan ekivalensi mobil penumpang (emp)

Tipe Jalan = Jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu lintas per jalur (Kend/jam)	emp	
		HV	MC
Dua Lajursatu arah (2/1)	0	1,3	0,40
Empat lajur terbagi (4/2D)	> 1050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1,3	0,40
Enam lajur terbagi (6/2 D)	➤ 1100	1,2	0,25

Sumber : MKJI 1997

Tabel 2.7 Faktor Penentuan Frankuensi kejadian

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan kaki	PED	0,5
Parkir, Kendaraan berhenti	PCV	1,0
Kendaraan kelua + masuk	EEV	0,7
Kendaraan lambat	SMV	0,4

Sumber : MKJI 1997

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati satu titik tertentu dari satu segmen jalan selama waktu tertentu (Edward, 1978). Dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam atau kendaraan/hari. Volume lalu lintas pada suatu jalan bervariasi, tergantung pada volume dua arah, arah lalu lintas, volume harian, bulanan, tahunan dan pada komposisi kendaraan. Beberapa hal yang berhubungan

dengan volume lalu lintas yang sering digunakan dalam analisa maupun perhitungan lalu lintas, antara lain:

1. **Volume lalu lintas perjam**, merupakan jenis volume lalu lintas yang sering digunakan karena mempunyai akurasi yang tinggi dan dapat mewakili besarnya pergerakan kendaraan yang terjadi di suatu ruas jalan.
2. **Volume jam puncak**, merupakan banyaknya volume kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dari suatu ruas jalan selama satu jam pada saat terjadinya arus lalu lintas terbesar dalam satu hari. Volume lalu lintas yang biasanya digunakan untuk analisa maupun perencanaan adalah volume jam puncak.
3. **Average Annual Daily Traffic (AADT)**, atau Lalu Lintas Rata-rata Tahunan (LHRT) merupakan volume lalu lintas total dalam satu tahun dibagi jumlah hari dalam satu tahun. Dinyatakan dalam satu kendaraan/hari.

$$LHRT = AADT = \frac{\text{Volume lalu lintas dalam 1 tahun (kend)}}{\text{Jumlah hari dalam 1 tahun}} \quad (2-1)$$

4. **Average Daily Traffic (ADT)**, merupakan jumlah kendaraan selama beberapa hari tertentu dibagi dengan banyaknya hari tersebut.

$$ADT = \frac{\sum \text{Volume lalu lintas (kend)}}{\text{Jumlah hari}} \quad (2-2)$$

5. **Rate of Flow**, merupakan nilai ekuivalen dari volume lalu lintas perjam, dimana dihitung dari jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dari suatu lajur

atau segmen jalan selama *interval* waktu kurang dari satu jam, biasanya 15 menit.

6. **Peak Hour Factor**, merupakan perbandingan antara volume lalu lintas perjam pada sat jam puncak dengan 4 kali *rate of flow* pada saat yang sama(jam puncak).

$$PHF = \frac{\text{Volumeperjam}}{4} \quad (2-3)$$

7. **Directional Desain Hourly Volume (DDHV)**, atau arus jam rencana merupakan

volume lalu lintas perjam dari suatu ruas jalan yang diperoleh dari penurunan besarnya volume lalu lintas harian rata-rata.

$$DDHV = k \times LHRT \times D$$

Dimana :

DDHV = arus jam rencana(kend/jam)

LHRT = volume lalu lintas harian rata-rata tahunan (kend/hari)

k = rasio antara arus jam puncak denganLHR

D = koefisien arah lalulintas

Tabel 2.8. Nilai Koefisien k dan D

	K	D
<i>Rural</i>	0,15 – 0,25	0,65 – 0,80
<i>Sub urban</i>	0,12 – 0,15	0,55 – 0,65
<i>Urban circum route</i>	0,07 – 0,12	0,55 – 0,60
<i>Urban circumferential route</i>	0,07 – 0,12	0,50 – 0,55
<i>Nilai normal</i>	0,09	0,5

Sumber :IHCM

2.13 Populasi SepedaMotor

Sebagaimana telah diterangkan pada bab sebelumnya, tugas akhir ini akan mengkonsentrasikan penelitian pada kajian karakteristik lalu lintas sepeda motor

pada persimpangan bersinyal, terutama dikaitkan kebutuhan serta implementasi ruang henti khusus sepeda motor pada persimpangan bersinyal serta pengaruhnya terhadap konflik lalu lintas. Kajian ini dinilai penting mengingat banyaknya kasus-kasus berkaitan dengan kesulitan bermanuver dan keselamatan pada pendekatan persimpangan yang diperkirakan akibat pengaruh pergerakan sepeda motor ketika keluar dari area penumpukan secara tak beraturan pada persimpangan. Kondisi ini merupakan salah satu gambaran umum dari dampaknya pertumbuhan populasi sepeda motor yang tiap tahunnya meningkat di perkotaan.

Secara statistik tingkat pertumbuhan kepemilikan kendaraan sepeda motor di kota Medan rata-rata mencapai 25% pertahun. Tingginya pertumbuhan lalu lintas terutama sepeda motor di satu sisi memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap perubahan karakteristik lalu lintas. Di sisi lain, menurunnya kinerja prasarana lalu lintas diperkirakan diakibatkan tidak seimbang pertambahan panjang ruas jalan.

2.14 Kapasitas

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalu lintas yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dalam satuan kendaraan/ jam atau smp/jam. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas suatu Simpang adalah kondisi fisik Simpang dan operasi, yaitu ukuran dan dimensi lebar jalan, kondisi parkir dan jumlah lajur, kondisi lingkungan, yaitu faktor jam sibuk pada suatu simpang, karakteristik gerakan lalu lintas, yaitu gerakan membelok dari kendaraan, karakteristik lalu lintas kendaraan berat, yaitu truk dan bus melewati simpang.

Definisi kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan atau orang yang dapat melintasi suatu titik pada lajur jalan pada periode waktu tertentu dalam kondisi jalan tertentu atau merupakan arus maksimum yang bisa di lewatkan pada suatu ruas jalan. Dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam (MKJI 1997). Kapasitas satu ruas jalan dalam satu sistem jalan raya adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut, baik satu maupun dua arah dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi jalan dan lalu lintas yang umum. Ada beberapa jenis kapasitas jalan yaitu sebagai berikut:

a. Kapasitas Dasar (BasicCapacity)

Kapasitas dasar digunakan sebagai dasar perhitungan untuk kapasitas rencana. Kapasitas dasar tergantung pada tipe jalan dan jumlah lajur dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.9 Kapasitas Dasar Tergantung Pada Tipe Jalan Dan Jumlah Lajur.

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi (4/2D) atau jalan 1 arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber: Simpang Bersinyal MKJI 1997

b. Kapasitas Rencana (DesignCapacity)

Merupakan jumlah kendaraan atau orang maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan tertentu selama satu jam pada kondisi jalan dan lalu lintas yang sedang berlaku tanpa mengakibatkan kemacetan, keterlambatan, dan bahaya yang masih dalam batas-batas yang diinginkan.

c. Kapasitas yang Mungkin (Possible Capacity).

Merupakan jumlah kendaraan atau orang maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan tertentu selama satu jam pada kondisi jalan dan lalu lintas yang sedang berlaku (pada saat itu). Kapasitas yang mungkin harus lebih kecil dari kapasitas rencana. Factor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan adalah sebagai berikut:

1. Kondisi fisik dan operasi

a. Lebar jalan pada persimpangan

Lebar jalan pada persimpangan dapat dilihat dari jumlah lajur. Semakin banyak jumlah lajur yang dipergunakan maka semakin besar kapasitas jalan tersebut.

b. Kondisi parkir

Semakin banyak kendaraan yang parkir di atas lebar efektif jalan, maka akan mengurangi kapasitas jalan tersebut.

c. Jalan satu arah versus Jalan dua arah

Pertemuan jalan satu arah dengan jalan dua arah, akan mempengaruhi besar kapasitas.

2. Lingkungan

a. Faktor beban

Faktor beban yang dibawa kendaraan yang melintas akan sangat berpengaruh pada kapasitas jalan, berat beban akan mempengaruhi kecepatan sehingga mengurangi kapasitas jalan dalam satu periode.

b. Faktor jam sibuk (Peak Hour factor / PHF)

Besar kapasitas suatu jalan akan terlihat pada saat jam sibuk, karena pada jam sibuk dapat diketahui jumlah kendaraan terbanyak.

3. Karakteristik Lingkungan

a. Gerakan membelok

Gerakan membelok akan mengurangi kecepatan arus terlawan dalam satu periode dan dapat menyebabkan konflik.

b. Truk dan bis berjalan lurus

Truk dan bis yang menaik-turunkan penumpang tidak pada halte dapat mengurangi besarnya kapasitas

c. Bis angkutan lokal

Bis angkutan yang menaik-turunkan penumpang sembarangan dapat mengurangi besarnya kapasitas jalan.

4. Tolak ukur pengendalian

Tolak ukur pengendalian adalah kepadatan lalu lintas (*traffic density*) yaitu jumlah kendaraan rata-rata yang menempati jalan sepanjang 1 mil pada satu periode.

Kapasitas lalu lintas merupakan salah satu ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi seperti yang dinilai oleh pembina jalan. Kapasitas pendekat diperoleh dari perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat. Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut

$$C = Sxg/c \dots\dots\dots (17)$$

Keterangan:

g = Waktu hijau (det).

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

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) (det).

2.15 Kapasitas Persimpangan dan RuasJalan

Kapasitas didefinisikan sebagai tingkat arus maksimum dimana kendaraan dapat diharapkan untuk melalui suatu potongan jalan pada periode waktu tertentu untuk kondisi lajur / jalan, lalu lintas, pengendalian lalu lintas dan kondisi cuaca yang berlaku, (morlok, 1991). Kapasitas jalan adalah volume kendaraan maksimum yang dapat melewati jalan per satuan waktu dalam kondisi tertentu. Besarnya kapasitas jalan tergantung khususnya pada lebar jalan dan gangguan terhadap arus lalu lintas yang melalui jalan tersebut. Oleh karena itu, kapasitas tidak dapat dihitung dengan formula yang sederhana. Yang penting dalam penilaian kapasitas jalan adalah pemahaman akan berbagai kondisi yang berlaku.

1. Kondisijalan

Kondisi jalan yang mempengaruhi kapasitas meliputi:

- a. Tipe fasilitas atau kelasjalan
- b. Lingkungan sekitar (misalnya antar-kota atauperkotaan)
- c. Lebarlajur/jalan
- d. Lebar bahujalan
- e. Kebebasan lateral (dari fasilitas pelengkap lalulintas)
- f. Kecepatanrencana
- g. Aliyemen horizontal danvertical
- h. Kondisi permukaanjalan

2. KondisiMedan

Tiga kategori dari kondisi medan umumnya dikenal:

- a. Medan datar semua kombinasi dari alinyemen horizontal dan vertikal dan kelandaian yang tidak menyebabkan kendaraan angkutan barang kehilangan kecepatan dan dapat memepertahankan kecepatan yang sama seperti kecepatan mobilpenumpang.
 - b. Medan bukit semua kombinasi dari alinyemen horizontal dan vertkal dan kelandaian yang menyebabkan kendaraan angkutan barang kehilangan kecepatan jauh di bawah kecepatan mobil penumpang tetapi tidak menyebabkan mereka merayap untuk perioda waktu yangpanjang.
 - c. Medan gunung semua kombinasi dari alinyemen horizontal dan vertikal dan kelandaian yang menyebabkan kendaraan angkutan barang merayap untuk perioda waktu yang cukup panjang dengan interval yangsering.
3. Kondisi LaluLintas

Tiga kategori dari lalu lintas jalan yang umumnya di kenal, yaitu:

- a. Mobil penumpang, kendaraan yang terdaftar sebagai mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya seperti van, pick –up.
- b. Kendaraan barang, kendaraan yang mempunyai lebih dari empat roda, dan umumnya di gunakan untuk trasnportasibarang.
- c. Bus, kendaraan yang mempunyai lebih dari empat roda, dan umumnya digunakan untuk transportasi penumpang , dan mobil caravan.

4. PopulasiPengemudi

Karakteristik arus lalu lintas, sering kali dihubungkan dengan kondisi lalu lintas pada hari kerja yang teratur, misalnya komuter dan pemakai jalan lainnya yang rutin. kapasitas di luar hari kerja, atau bahkan di luar jam sibuk pada hari kerja, mungkin akan lebih rendah.

5. Kondisi Pengendali LaluLintas

Kondisi pengendalian lalu lintas mempunyai pengaruh yang nyata pada kapasitas jalan, tingkat pelayanan dan arus jenuh. Bentuk pengendalian lalu lintas tipikal termasuk :

- a. Lampu lalulintas
- b. Rambu/markahenti
- c. Rambu/marka berijalan

2.16 Derajatkejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas jalan. Biasanya digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu-lintas pada suatu segmen jalan dan Simpang. Dalam MKJI 1997, jika analisis DS dilakukan untuk analisi tingkat kinerja, maka volume lalu lintasnya dinyatakan dalam emp. Factor yang mempengaruhi emp adalah :

- a) Jenis jalan, seperti jalan luar kota, atau jalan bebashambatan.
- b) Tipe alinyemen, seperti medan datar, berbukit atau, pegunungan,dan
- c) Volumejalan

Berdasarkan defenisi derajat kejenuhan, maka persamaan untuk mencari besarnya kejenuhan adalah sebagaiberikut:

$$DS = Q_{smp}/C..... (18)$$

Keterangan:

Q_{smp} = Arus total (smp/jam)

DS = Derajatkejenuhan

C = Kapasitas jalan(smp/jam)

Perlu diperhatikan untuk analisa operasional dan peningkatan Simpang bersinyal untuk tidak melewati rasio arus/kapasitas = 0,75 selama jam puncak, jika nilai $DS > 0,75$ maka layak menggunakan lampu lalu lintas (*trafficlight*).

2.17 Level of service (LOS) Tingkat PelayananJalan

Tingkat pelayanan adalah ukuran kecepatan laju kendaraan yang dikaitkan dengan kondisi dan kapasitas jalan (Suwardjoko R. Warpani, 2002). Tujuan dari adanya tingkat pelayanan adalah untuk melayani seluruh kebutuhan lalu-lintas (*demand*) dengan sebaik mungkin. Baiknya pelayanan dapat dinyatakan dalam tingkat pelayanan (*Level of Service*).

Level Of Service (LOS) merupakan ukuran kualitas sebagai rangkaian dari beberapa faktor yang mencakup kecepatan kendaraan dan waktu perjalanan, kebebasan untuk manuver, keamanan, kenyamanan mengemudi dan ongkos operasi (*operation cost*).

Tabel 2.10 Level Of Servis (LOS)

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/Smp)	Keterangan
A	<5	Baik Sekali
B	5,1 – 15	Baik
C	15,1 – 25	Sedang
D	25,1 – 40	Kurang
E	40,1 – 60	Buruk
F	>60	Buruk Sekali

Sumber : Highway Capacity Manual, (HCM)

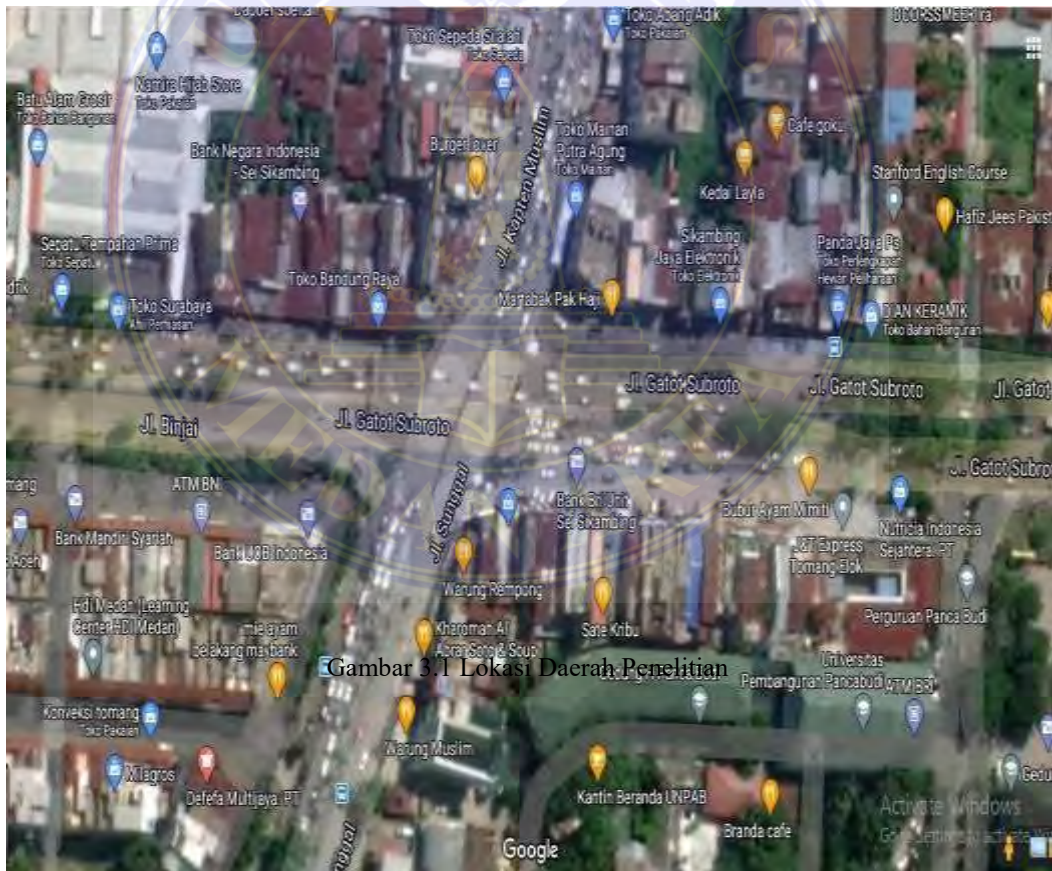


BAB III

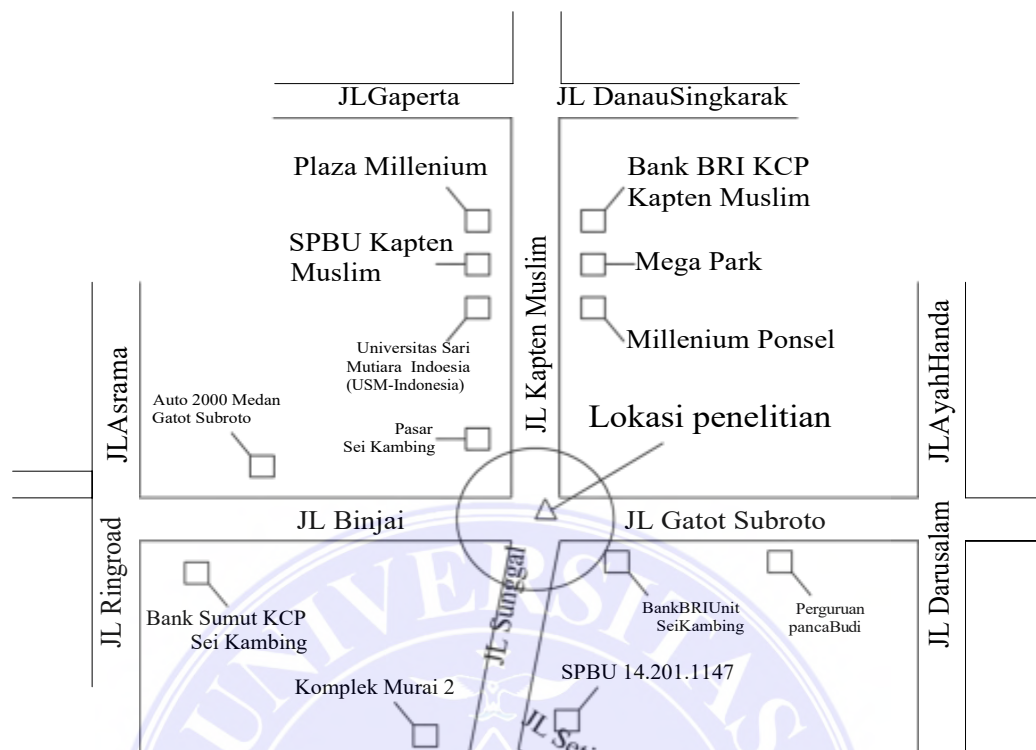
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih sebagai lokasi penelitian adalah persimpangan jalan Jendral. Gatot Subroto - Jalan Kapten Muslim Medan yang diatur dengan lampu lalu lintas. pemilihan lokasi ini didasarkan atas ramainya kendaraan sepeda motor yang melintasi persimpangan tersebut, serta adanya penumpukan sepeda motor pada mulut persimpangan yang diperkirakan mengganggu pergerakan lalu lintas pada fase hijau.



Gambar 3.1 Lokasi Daerah Penelitian



Gambar 3.2 Denah Lokasi Penelitian
Sumber: Hasil Survei dilapangan

3.2. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah studi kasus yaitu dengan melakukan survey dilapangan dan mengumpulkan keterangan dari buku atau jurnal. Adapun metode yang dilakukan adalah sebagaiberikut:

1. Tinjauan literatur yaitu mengumpulkan literatur yang berhubungan dengan tugas akhir ini yang bersumber dari buku serta jurnal sebagai pendekatan teori.
2. Melakukan survei pendahuluan untuk mengetahui situasi dilapangan dan menetapkan waktu survei yangsesuai.

3. Melakukan survei dilapangan guna mendapatkan data primer, antara lain: survei volume lalu lintas, yaitu dengan melakukan perhitungan kendaraan secara manual (dengan hand counter) dan survei waktu tempuh kendaraan.
4. Menganalisis dan mengolah data hasil survei dilapangan.
5. Kesimpulan dan saran.

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif. Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi eksisting yang ada di lapangan. Selanjutnya pendekatan kuantitatif dilakukan untuk mengukur perencanaan RHK dan kemudian dibahas mengenai seberapa besar pengaruh perencanaan RHK dipersimpangan Jalan Jenderal Gatot Subroto, Jalan Kapten Muslim.

3.3 Kerangka Berfikir

Tujuan dan sasaran penelitian yang dikembangkan di dalam tugas akhir ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh pemanfaatan RHK melalui penerapan garis henti terhadap penumpukan kendaraan yang berlalu lintas sebagai salah satu solusi pengaturan sepeda motor pada persimpangan selama fase merah. Konsep aliran lalu lintas pada persimpangan dapat di analogikan sebagai suatu aliran fluida yang bergerak dari suatu pipa ke pipa lainnya. Setiap mulut pendekat persimpangan di asumsikan sebagai suatu pintu air (sluice) yang akan mengalirkan lalu lintas dari suatu kaki persimpangan ke kaki – kaki persimpangan lainnya secara lancar. Dengan asumsi ini persimpangan sebagai suatu simpul perpindahan pergerakan lalu lintas dari satu ruas ke ruas lain harus di desain sedemikian rupa agar pergerakan yang terbentuk dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu persimpangan dan kaki persimpangan juga harus di desain sesuai

kebutuhan pergerakan agar aliran lalu lintas dari satu ruas ke ruas lain dapat terdistribusi secara proporsional. Kemampuan persimpangan dan kaki persimpangan di dalam mengalirkan arus lalu lintas secara maksimal dapat dianggap sebagai kapasitas maksimum persimpangan atau kaki persimpangan.

Terjadinya penumpukan sepeda motor secara tak beraturan serta manuver pergerakan sepeda motor tak beraturan di asumsikan sebagai suatu gangguan terhadap pergerakan lalu lintas. Keberadaan sepeda motor pada mulut- mulut persimpangan yang terkelompok selama fase merah cenderung melanggar aturan lalu lintas dengan mengambil posisi hingga melewati garis henti. Kondisi ini pada dasarnya di akibatkan oleh tertutupnya akses sepeda motor mendekati garis henti oleh kendaraan bermotor roda empat, sehingga sepeda motor lebih memilih untuk menempati celah - celah yang dapat di masuki oleh sepeda motor. Akibatnya, pada detik – detik awal fase lampu hijau, sepeda motor cenderung memaksa diri masuk lajur lalu lintas dari sebelah kiri dan berusaha saling mendahului keluar dari mulut persimpangan. Hal ini sangat berpotensi menimbulkan gangguan terhadap aliran lalu lintas. Tingkat gangguan yang digambarkan dengan terkonsentrasinya kendaraan roda empat yang menutupi akses sepeda motor dan penumpukan sepeda motor sangat bergantung kepada jumlah sepeda motor yang menumpuk di mulut persimpangan. Semakin besar pengelompokan sepeda motor tak beraturan di mulut persimpangan, maka semakin tinggi tingkat gangguan yang di akibatkannya terhadap pergerakan lalulintas.

Di dalam terminologi perencanaan transportasi, tundaan, kapasitas, antrian, dan konflik lalu lintas merupakan parameter – parameter yang sering dimanfaatkan untuk menganalisis performansi lalu lintas baik padapersimpangan

maupun pada kaki persimpangan persimpangan. Tesis ini mencoba melihat dari aspek konflik lalu lintas untuk menilai kemudahan bermanuver serta keselamatan sebagai performansi pergerakan lalu lintas pada persimpangan. tingkat konflik di estimasi dari jumlah konflik yang di timbulkan lalu lintas perjumlah lalu lintas yang bergerak pada suatu persimpangan per fase hijau selama periode yang ditetapkan. Guna mendukung penelitian ini diperlukan data volume lalu lintas, data jumlah sepeda motor yang terkonsentrasi pada mulut persimpangan, luas area yang digunakan oleh sepeda motor pada mulut persimpangan, jenis konflik serta intensitas konflik lalu lintas. Hasil analisis ini kemudian dijadikan sebagai dasar kriteria perencanaan model RHK sepeda motor. Model fasilitas RHK dirancang dan dianalisis dengan beberapa alternatif pilihan, dimana model terbaik dipilih untuk di implementasikan sebagai proyek percontohan (pilot project). Proyek percontohan RHK ini kemudian di evaluasi terutama dampaknya terhadap kemudahan serta keselamatan bermanuver melalui pendekatan analisis konflik lalu lintas. Oleh karena itu diperlukan survei dan analisis data konflik sebelum dan sesudah implementasi, yang kemudian di analisis untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pemanfaatan model tersebut mengurangi konflik lalulintas.

Sistem transportasi timbul karena adanya pergerakan manusia dan barang. Pergerakan ini meningkat sejalan dengan semakin berkembangnya suatu kota. Pergerakan terjadi karena adanya proses pemenuhan kebutuhan di mana pemenuhan kebutuhan merupakan kegiatan yang harus dilakukan setiap hari. Untuk melakukan suatu pergerakan dalam menggunakan moda transportasi untuk jarak pendek sedangkan pergerakan dengan moda untuk jarak jauh. Pergerakan dengan moda transportasi tidak akan dapat bergerak apabila tidak di lalui jaringan

transportasi yaitu jalan raya, jalan rel, lapangan terbang maupun pelabuhan laut. Permasalahan transportasi yang sekarang selalu dihadapi kota – kota besar di Indonesia adalah masalah kemacetan lalu lintas terlebih pada persimpangan, di mana terjadinya penumpukan kendaraan seperti sepeda motor. Masalah kemacetan lalu lintas menimbulkan kerugian yang sangat besar bagi pemakai jalan terutama dalam hal pemborosan waktu, pemborosan bahan bakar, pemborosan tenaga dan rendahnya tingkat kenyamanan berlalu lintas serta meningkatnya polusi baik suara maupun udara.

Penyebab permasalahan transportasi adalah bahwa tingkat pertumbuhan prasarana transportasi tidak bisa mengejar tingginya tingkat pertumbuhan kebutuhan akan transportasi (Tamin 1997). Oleh karena itu, untuk meningkatkan prasarana transportasi pemerintah banyak melakukan kajian transportasi dan juga beberapa tindakan lain bersama beberapa instansi dan departemen terkait. Usaha untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah:

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

Malasalah lalu lintas yang timbul di jalan raya dapat di sebabkan oleh banyak faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi serta ke amanan perjalanan di jalan raya. Faktor – faktor yang dapat menyebabkan masalah tersebut secara garis

besar yaitu:

1. Faktor jalan (fisik) dan saran pendukung.
2. Faktor lalu lintas (kendaraan).
3. Faktor manusia (pengemudi dan pemakai jalan)

3.4 Tahapan Penelitian

Untuk supaya terciptanya dan terlaksananya penelitian dari skripsi ini, maka di perlukan tahapan-tahapan pelaksanaan dari penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Tahapan Persiapan
2. Tahapan Pengumpulan Data
3. Tahapan Pengolahan Data
4. Tahapan Analisa Data
5. Tahapan Perancangan Hasil Akhir

Untuk mencapai tujuan dan sasaran sebagaimana di uraikan, diperlukan tahapan penelitian yang sistematis. Tahapan penelitian ini di mulai dari pengumpulan data sekunder dan perumusan masalah. Selanjutnya desain penelitian yang mencakup studi pustaka pengembangan metodologi, serta analisa pembahasan. Sebelum melakukan survei dilakukan terlebih dahulu untuk menetapkan titik pengamatan pada lokasi penelitian. Pengumpulan data survei lapangan dilakukan dalam dua waktu padat lalu lintas (peak time), yaitu pagi, siang dan sore. Tahapan berikutnya pengolahan dan analisis data. Perancangan model RHK dilakukan menggunakan hasil pengolahan dan analisis data. Secara umum, lingkup penelitian yang di desain dalam skripsi ini di tunjukkan seperti diagram gambar dibawah ini.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan merupakan suatu proses penelitian, tahapan pengumpulan data merupakan tahapan yang harus direncanakan untuk mendapatkan suatu hasil yang optimal sesuai dengan maksud tujuan dan sasaran pada proses-proses selanjutnya. Adapun tahapan-tahapan dari pengumpulan data ialah terdapat dua jenis tahapan yaitu sebagai berikut:

1. Tahapan pengumpulan datasekunder
2. Tahapan pengumpulan dataprimer

3.5.1 Tahapan Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data dilakukan melalui survei kebeberapa instansi yang terkait dengan permasalahan studi. Adapun instansi-instansi pemerintah maupun swasta yang diharapkan menjadi sumber daya adalah : badan pusat statistik (BPS) Sumatra Utara, dan dinas perhubungan kota Medan atau Dinas Perhubungan Provinsi Sumatra Utara.

3.5.2 Tahapan Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data ini dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan (obsevasi), baik data yang menyangkut fisik untuk mencocokkan hasil survei sekunder maupun untuk lebih menggali informasi lebih dalam dan nyata di lapangan. Ada dua survei primer yang akan dilakukan yang nantinya data hasil survei tersebut berguna untuk dijadikan acuan dalam analisa ialah:

1. Survei Keadaanjalan

Survei keadaan jalan ini meliputi keadaan geometrik jalan tersebut yaitu, tipe jalan, lebar jalur jalan, pemisah arah, ada tidaknya median, ada tidaknya

trotoar, panjang jalan. Hasil data survei keadaan geomeri jalan ini nantinya untuk dijadikan acuan dalam analisa.

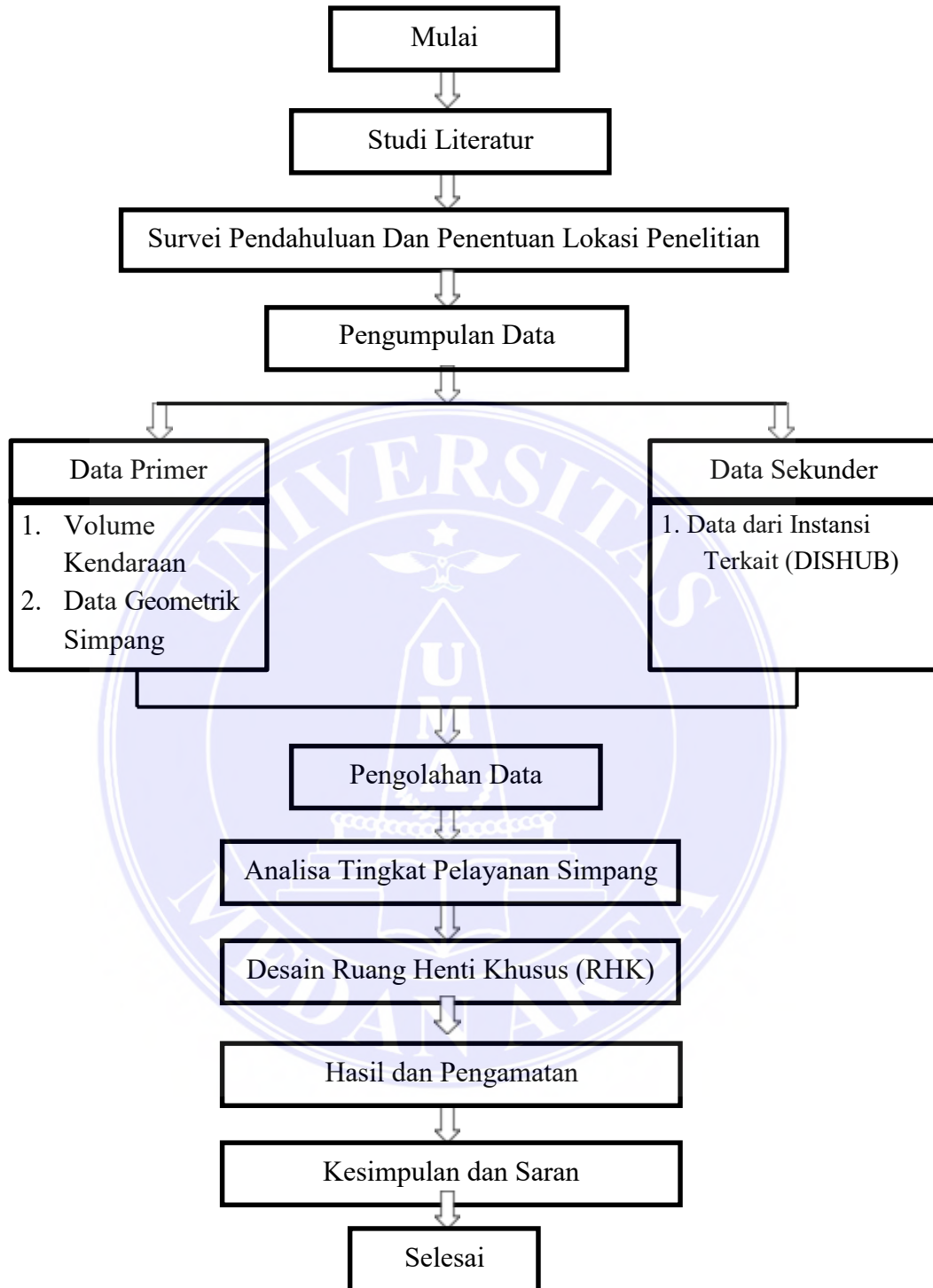
2. Survei Volume LaluLintas

Waktu pengamatan dalam melakukan survei dan pengambilan waktu pengamatan ini dengan memperhitungkan pergerakan lalu lintasnya. Survei dilakukan dengan menghitung langsung kendaraan pada saat jam puncak. Pemilihan hari adalah pada saat hari kerja dan di amsumsikan kondisi lalu lintas sama setiap hari kerja. Survei pengamatan dilakukan dengan mengamati dari trotoar jalan yang berada di dekat persimpangan yang dilakukan survei.

3.6 Tahapan PengolahanData

Data-data yang dikumpulkan pada penelitian ini dibagi atas dua jenis data yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder dilakukan melalui studi kepustakaan sesuai dengan kebutuhan pada penelitian ini sedangkan data primer ialah berupa data lapangan yang dikumpulkan melalui survei langsung kelapangan. Setelah semua data di dapat, terutama data yang dari survei langsung dilapangan, maka selanjudnya data di olah dan di analisa dan untuk selanjutnya dari hasil analisa tersebut maka dapat kita gunakan hasilnya untuk sesuai apa tujuan dari skripsi ini.

3.7 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Lengan jalan Jenderal Gatot Subroto memiliki ukuran 38 meter, lengan jalan Binjai memiliki ukuran 23,6 meter, lengan jalan Kapten Muslim memiliki ukuran 24,4 meter dan lengan jalan Sunggal memiliki ukuran 25,7 meter sehingga perencanaan Ruang Henti Khusus sebesar 67,5 M² dengan kapasitas 45 kendaraan pada masing-masing Ruang Henti Khusus.
2. Tingkat keberhasilan Ruang Henti Khusus pada Jalan Jenderal Gatot Subroto – Jalan Kapten Muslim dikategorikan cukup dengan nilai 1.06 % dengan besaran rasio 0,85-1,15. berdasarkan kapasitas jalan setelah adanya Ruang Henti Khusus kendaraan bermotor. Sebelum perencanaan Ruang Henti Khusus yang dikategorikan macet total.
3. Hasil analisis perencanaan Ruang Henti Khusus pada Jalan Jenderal Gatot Subroto – Jalan Kapten Muslim dinilai dapat mengurangi tingkat kemacetan pada persimpangan tersebut sehingga kinerja jalan lebih efektif dibuktikan dengan tingkat keberhasilan Ruang Henti Khusus pada persimpangan jalan tersebut.

5.2. Saran

Adapun saran dari pembahasan diatas adalah :

1. Dibuatnya rambu –rambu yang mempermudah pengendara untuk mengetahui bahwa ada ruang henti khusus di persimpangan itu dan

agar pengguna sepeda motor ataupun pengendara kendaraan jenis lainnya juga dapat tertib dalam berlalu lintas demi kenyamanan dan ke amanan kita bersama dan mematuhiaturan.

2. Kotak ruang henti tersebut agar dicat dengan warna merah, agar pengguna jalan raya dapat mengetahui bahwa disitulah ruang henti khusus sepeda motor tersebutberada.
3. Kemudian dibuat juga rambu – rambu lalu lintas lainnya seperti rambu utuk mengingat pengendara bahwa RHK di pakai pada saat jam – jam puncak seperti pada waktu pagi hari jam 07.00 –09.00, pada siang hari jam 12.00 – 14.00, dan pada sore hari jam 16.00 – 17. 00.
4. Diperlukan ketegasan aparat yang berwenang supaya aturan dan rambu lalu lintas yag dibuat agar dapat diindahkan , seperti ruang henti khusus sepeda motortersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimus, 2012. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta. Pembaharuan MKJI 1997.

Anonimus 2012, *Panduan Penempatan Fasilitas Perlengkapan Jalan*, Departemen Perhubungan Direktorat Jendral Perhubungan Darat, Jakarta

Badan Pusat Statistik, Kota Medan, 2020, *Medan dalam Angka 2020*, BPS Medan.

Khisty, C. Jotin and Lall, B. Kent, 2005, *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi* Jilid Penerbit Erlangga, Jakarta.

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 96 Tahun 2015 Tentang *Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*

R. Warpani, Suwardjoko. 2017. *Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan*, penerbit ITB, Bandung. Pembaharuan 2002.

M, Reska Ayu Yusniar, Dkk. 2016. *Analisis Efektifitas Ruang Henti Khusus Sepeda Motor Pada Simpang Bersinyal, di Kota Semarang*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.

Sukirman, Silvia, 2008, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.

Tamin Z. Ofyar, 2008. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.

Yuni Arta Pratiwi, Dkk. 2020. *Perencanaan Ruang Henti Khusus (RHK) Sepeda Motor Pada Simpang Bersinyal Jalan Ahmad Yani Kota Langsa*.

Jurnal Teknik Sipil Universitas Samudra.

LAMPIRAN

Lampiran I: Dokumentasi



Dokumentasi pengukuran Lengan Jalan Gatot Subroto



Dokumentasi pengukuran bahu Jalan Gatot Subroto



Dokumentasi pengukuran median Jalan Gatot Subroto



Dokumentasi perhitungan kendaraan



Dokumentasi perhitungan kendaraan



Dokumentasi situasi Persimpangan Jalan Gatot Subroto – Jalan Kapten Muslim



Dokumentasi situasi Persimpangan Jalan Gatot Subroto – Jalan Kapten Muslim

Lampiran II: Data LHR

1. Tabel Data Kendaraan Hari Senin

Jam	Gatot Subroto			Gatot Subroto			Sunggal			Kapten Muslim		
	utara			selatan			barat			Timur		
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC
07.00 - 07.15	208	0	287	165	0	251	101	0	174	97	0	169
07.15 - 07.30	173	0	260	188	0	232	135	0	189	115	0	186
07.30 - 07.45	166	0	275	220	0	278	156	0	222	147	0	201
07.45 - 08.00	181	0	261	215	0	273	149	0	231	145	0	227
08.00 - 08.15	179	0	267	211	0	255	131	0	195	128	0	189
08.15 - 08.30	215	0	290	187	0	239	95	0	177	155	0	213
08.30 - 08.45	147	0	269	171	0	219	111	0	185	123	0	180
08.45 - 09.00	139	0	245	155	0	195	93	0	163	107	0	165
Total	1408	0	2154	1512	0	1942	971	0	1536	1017	0	1530
Jam												
12.00 - 12.15	97	0	178	125	0	180	70	0	143	81	0	123
12.15 - 12.30	129	0	182	136	0	201	89	0	165	77	0	137
12.30 - 12.45	113	0	161	112	0	175	77	0	137	95	0	129
12.45 - 13.00	85	0	169	145	0	193	95	0	151	65	0	131
13.00 - 13.15	123	0	190	133	0	187	73	0	135	71	0	138
13.15 - 13.30	91	0	154	107	0	169	81	0	142	70	0	102
13.30 - 13.45	89	0	164	90	0	177	63	0	139	83	0	119
13.45 - 14.00	77	0	135	137	0	168	69	0	120	89	0	122
Total	804	0	1333	985	0	1450	617	0	1132	631	0	1001
Jam												
16.00 - 16.15	201	0	277	251	0	310	119	0	171	121	0	160
16.15 - 16.30	235	0	293	245	0	325	97	0	185	125	0	177
16.30 - 16.45	271	0	354	287	0	365	123	0	190	119	0	185
16.45 - 17.00	290	0	367	318	0	390	141	0	213	157	0	211
17.00 - 17.15	267	0	342	291	0	373	133	0	219	143	0	209

17.15 - 17.30	179	0	290	283	0	353	129	0	187	149	0	194
17.30 - 17.45	225	0	312	293	0	379	155	0	221	115	0	167
17.45 - 18.00	217	0	289	271	0	367	137	0	195	138	0	190
Total	1885	0	2524	2239	0	2862	1034	0	1581	1067	0	1493

Sumber : Data Lapangan, 2021

2. Tabel Data Kendaraan Hari Rabu

Jam	Gatot Subroto utara			Gatot Subroto selatan			Sunggal barat			Kapten Muslim Timur		
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC
	07.00 - 07.15	181	0	249	133	0	213	90	0	135	85	0
07.15 - 07.30	146	0	230	156	0	199	101	0	150	90	0	147
07.30 - 07.45	139	0	243	187	0	231	114	0	184	108	0	162
07.45 - 08.00	157	0	227	179	0	225	108	0	191	100	0	180
08.00 - 08.15	150	0	232	165	0	218	97	0	158	95	0	151
08.15 - 08.30	168	0	256	142	0	200	88	0	143	119	0	173
08.30 - 08.45	130	0	231	138	0	182	80	0	152	95	0	146
08.45 - 09.00	123	0	214	121	0	165	86	0	139	80	0	115
Total	1194	0	1882	1221	0	1633	764	0	1252	772	0	1209
Jam												
12.00 - 12.15	90	0	133	76	0	135	63	0	99	75	0	92
12.15 - 12.30	93	0	141	85	0	151	77	0	112	70	0	87
12.30 - 12.45	87	0	118	68	0	125	71	0	90	87	0	74
12.45 - 13.00	100	0	130	107	0	144	85	0	93	60	0	91
13.00 - 13.15	85	0	143	96	0	148	68	0	97	67	0	95
13.15 - 13.30	70	0	117	80	0	129	72	0	88	71	0	87
13.30 - 13.45	77	0	121	90	0	137	60	0	100	78	0	97
13.45 - 14.00	91	0	101	98	0	123	67	0	83	82	0	85
Total	693	0	1004	700	0	1092	563	0	762	590	0	708
Jam												
16.00 - 16.15	155	0	200	180	0	230	98	0	127	97	0	112
16.15 - 16.30	169	0	209	173	0	238	87	0	121	86	0	101
16.30 -	200	0	270	205	0	244	102	0	115	99	0	119

16.45												
16.45 - 17.00	210	0	276	237	0	301	119	0	170	107	0	137
17.00 - 17.15	199	0	261	222	0	287	113	0	155	104	0	148
17.15 - 17.30	160	0	243	198	0	269	101	0	120	115	0	125
17.30 - 17.45	173	0	233	213	0	280	99	0	148	73	0	123
17.45 - 18.00	161	0	225	186	0	265	89	0	139	95	0	128
Total	1427	0	1917	1614	0	2114	808	0	1095	776	0	993

Sumber : Data Lapangan, 2021

3. Tabel Data Kendaraan Hari Sabtu

Jam	Gatot Subroto utara			Gatot Subroto selatan			Sunggal barat			Kapten Muslim Timur		
	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC
	07.00 - 07.15	185	0	255	145	0	227	98	0	150	85	0
07.15 - 07.30	152	0	241	168	0	210	113	0	165	90	0	165
07.30 - 07.45	147	0	252	200	0	255	130	0	200	123	0	181
07.45 - 08.00	166	0	240	195	0	251	125	0	207	112	0	203
08.00 - 08.15	155	0	244	191	0	232	107	0	171	102	0	164
08.15 - 08.30	178	0	268	167	0	215	94	0	152	134	0	191
08.30 - 08.45	135	0	247	151	0	197	87	0	160	100	0	157
08.45 - 09.00	127	0	222	135	0	170	90	0	145	93	0	134
Total	1245	0	1969	1352	0	1757	844	0	1350	839	0	1342
Jam												
12.00 - 12.15	95	0	155	103	0	153	70	0	116	80	0	111
12.15 - 12.30	105	0	160	113	0	175	85	0	132	75	0	106
12.30 - 12.45	99	0	137	90	0	149	76	0	101	93	0	93
12.45 - 13.00	113	0	145	123	0	165	92	0	118	62	0	110
13.00 - 13.15	87	0	168	111	0	161	70	0	113	69	0	116
13.15 - 13.30	73	0	132	87	0	144	76	0	108	70	0	89
13.30 - 13.45	79	0	140	95	0	159	65	0	125	81	0	97
13.45 -	95	0	112	109	0	145	69	0	103	84	0	100

14.00												
Total	746	0	1149	831	0	1251	603	0	916	614	0	822
Jam												
16.00 - 16.15	178	0	226	213	0	256	105	0	143	113	0	131
16.15 - 16.30	191	0	239	201	0	277	99	0	151	106	0	124
16.30 - 16.45	225	0	301	237	0	291	111	0	137	99	0	144
16.45 - 17.00	237	0	316	255	0	334	132	0	219	133	0	181
17.00 - 17.15	223	0	307	243	0	329	123	0	178	121	0	173
17.15 - 17.30	168	0	285	237	0	318	113	0	146	127	0	167
17.30 - 17.45	190	0	271	244	0	320	125	0	170	94	0	143
17.45 - 18.00	173	0	254	219	0	300	107	0	162	115	0	156
Total	1585	0	2199	1849	0	2425	915	0	1306	908	0	1219

Sumber : Data Lapangan, 2021