

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DESAIN *TRAFFIC LIGHT* PADA PERSIMPANGAN JALAN ORDE BARU KM 12 BINJAI (*Studi Kasus*)

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD FADLAN RIDWAN MATONDANG

1507210097



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



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Muhammad Fadlan Ridwan Matondang
NPM : 1507210097
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : PERENCANNAN DESAIN *TRAFFIC LIGHT* PADA
PERSIMPANGAN JALAN ORDE BARU KM 12
BINJAI
Bidang ilmu : Transportasi

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing I

Ir. Zurkiyah, M.T

Dosen Pembimbing II

Rizki Efrida, ST, MT.

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Muhammad Fadlan Ridwan Matondang
NPM : 1507210097
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : PERENCANNAN DESAIN *TRAFFIC LIGHT* PADA
PERSIMPANGAN JALAN ORDE BARU KM 12
BINJAI
Bidang ilmu : Transportasi

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

Medan, 10 September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / penguji



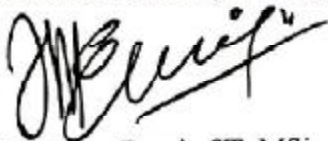
Ir. Zurkiyah, MT

Dosen Pembimbing II / Penguji




Rizki Efrida, ST, MT

Dosen Pembanding I / Penguji



Hj. Irma Dewi, ST, MSi

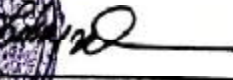
Dosen Pembanding II / Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc



Program Studi Teknik
Sipil Ketua,


Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Fadlan Ridwan Matondang

Tempat / Tanggal Lahir : Medan / 27 Februari 1998

NPM : 1507210097

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“PERENCANNAN DESAIN *TRAFFIC LIGHT* PADA PERSIMPANGAN JALAN ORDE BARU KM 12 BINJAI”

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

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

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

Medan, 10 September 2019



Saya yang menyatakan,

Muhammad Fadlan Ridwan M

ABSTRAK

PERENCANAAN DESAIN *TRAFFIC LIGHT* PADA PERSIMPANGAN JALAN ORDE BARU KM 12 BINJAI (STUDI KASUS)

Muhammad Fadlan Ridwan Matondang

1507210097

Ir. Zurkiyah, M. T

Rizki Efrida ST. MT

Sistem pengaturan lampu lalu lintas saat ini masih menggunakan fixed time. Hal tersebut dapat menimbulkan kemacetan karena volume kendaraan di setiap jalur berbeda-beda tetapi lamanya waktu nyala lampu lalu lintas sama. Salah satu metode yang dapat memecahkan masalah tersebut adalah metode Webster. Metode Webster menggunakan konsep minimisasi waktu tunda dalam bentuk persamaan waktu siklus optimum untuk menghitung waktu-nyala lampu lalu lintas berdasarkan kepadatan kendaraan dan lebar jalan. Metode ini diterapkan untuk mengatasi kemacetan yang terjadi di persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai. Adapun perencanaan yang dilakukan penulis yang meliputi analisa terhadap kapasitas persimpangan, waktu siklus, arus jenuh, system fase dan lain-lain meliputi analisa terhadap arus jenuh, waktu hijau efektif, dan waktu siklus. Setelah dilakukan survey terhadap volume lalu lintas, dan geometrik persimpangan selama tujuh hari serta penganalisaan data dengan menggunakan metode Webster, maka penulis mendapatkan hasil yaitu untuk lampu hijau fase satu 42 detik, fase dua 65 detik, fase tiga 63 detik. Sedangkan waktu siklus yang ada dengan 3 fase sebesar 176 detik. Hal ini disebabkan oleh karena meningkatnya pertumbuhan lalu lintas yang sangat cepat sehingga diperlukannya ada *traffic light* pada persimpangan tersebut.

Kata kunci: lampu lalu lintas, metode Webster, waktu siklus optimum

ABSTRACT

PLANNING FOR TRAFFIC LIGHT DESIGN IN ROAD ORDE BARU JUNCTION KM 12 BINJAI (CASE STUDY)

Muhammad Fadlan Ridwan Matondang
1507210097
Ir. Zurkiyah, M. T
Rizki Efrida ST. MT

The current traffic light control system still uses fixed time. This can cause congestion because the volume of vehicles on each line varies but the length of time the traffic lights are on the same. One method that can solve this problem is the Webster method. The Webster method uses the concept of delay time minimization in the form of the optimum cycle time equation to calculate the traffic light times based on vehicle density and road width. This method is applied to overcome congestion that occurs at the intersection of Order Baru Km 12 Binjai Road. The planning carried out by the author which includes analysis of intersection capacity, cycle time, saturated current, phase system and others includes analysis of saturated currents, effective green time, and cycle times. After a survey of traffic volume, and geometric intersections for seven days and analyzing the data using the Webster method, the authors get the results that are for phase one green light 42 seconds, phase two 65 seconds, phase three 63 seconds. While the existing cycle time with 3 phases is 176 seconds. This is due to the increasing growth of traffic very quickly so that there is a need for a traffic light at the intersection.

Keywords: traffic lights, Webster method, optimum cycle time

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “PERENCANAAN DESAIN *TRAFFIC LIGHT* PADA PERSIMPANGAN JALAN ORDE BARU KM 12 BINJAI” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Ir. Zurkiyah, MT selaku Dosen Pembimbing I dan penguji sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Rizki Efrida, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Hj. Irma Dewi, ST, MSi selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus sebagai Sekertaris Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas

Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Bapak dan Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Orang tua penulis Ayahanda dan Ibunda yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Sahabat-sahabat penulis terutama untuk teman-teman kelas A-1 Pagi Teknik Sipil Angkatan tahun 2015 yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, 16 Agustus 2019

Muhammad Fadlan Ridwan Matondang

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematis Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Persimpangan	5
2.2. Kondisi dan Karakteristik Lalu Lintas	7
2.3. Tujuan Pengaturan Simpang	9
2.4. Gerakan Lalu Lintas pada Persimpangan	10
2.5. Simpang Bersinyal	13
2.6. Pengaturan Lalu Lintas pada Persimpangan	14
2.6.1. Simpang Tanpa Prioritas (Non Priority Junction)	15
2.6.2. Simpang dengan Prioritas (Priority Junction)	16
2.6.3. Simpang dengan Lampu Lalu Lintas (Signalized Junction)	17
2.6.4. Karakteristik Traffic Light	20
2.6.5. Pengaturan Fase	21

2.7.	Ruas Jalan dan Persimpangan	26
2.7.1	Kapasitas Tingkat Pelayanan	26
2.7.2	Persimpangan	29
2.8.	Metode Perhitungan	31
2.8.1.	Arus Jenuh	31
2.8.2.	Arus Normal	31
2.8.3	Waktu Hilang	32
2.8.4	Rasio Arus Simpang	32
2.8.5	Waktu Siklus	33
2.8.6	Pengaturan Sinyal Lampu Hijau	33
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1.	Bagan Alir Penelitian	35
3.2.	Tahapan Persiapan	36
3.3.	Tahap Kerja Penelitian	36
3.4.	Perancangan Survei Lalu Lintas	37
3.4.1.	Waktu Pelaksanaan	37
3.4.2.	Penentuan Fase Simpang	37
3.4.3.	Prosedur Pelaksanaan Perhitungan Arus Lalu Lintas Aktual	39
3.4.4.	Tenaga dan Peralatan	39
3.4.5.	Penempatan Surveyor	41
3.5.	Metode Survei	41
3.5.1.	Pengumpulan Data	41
3.5.1.1	Penentuan Lokasi	41
3.5.1.2	Periode Survei	43
3.5.1.3	Pengumpulan Data Volume Lalulintas	43
3.5.1.4	Pengambilan Data Geometrik	44
BAB 4 ANALISA DATA		46
4.1.	Volume Lalu Lintas	46
4.2.	Arus Jenuh (S)	46
4.3.	Arus Normal (q)	47
4.4.	Rasio Arus Simpang (Y)	47
4.5.	Total Waktu Hilang (L)	47

4.6. Waktu Siklus Optimum (Co)	48
4.7. Pengaturan Sinyal Lampu	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1. KESIMPULAN	50
5.2. SARAN	50
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai Normal Waktu Antar Hijau	22
Tabel 2.2. Penentuan tipe pendekat	23
Tabel 2.3. Nilai konversi satuan mobil penumpang pada simpang	24
Tabel 2.4. Kriteria Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan Bersinyal	27
Tabel 2.5. Arus jenuh untuk lebar pendekat < 5,5 m	31
Tabel 3.1: Data volume lalu lintas pada persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai pada jam sibuk hari Senin jam 07.00-18.00	43
Tabel 3.2. Data Geometrik Simpang	45
Tabel 4.1. Data Arus Lalu Lintas pada persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai pada jam sibuk hari Senin jam 17.00-18.00	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Tipe Dasar Gerakan <i>Diverging</i>	10
Gambar 2.2.	Tipe Dasar Gerakan <i>Merging</i>	10
Gambar 2.3.	Tipe Dasar Gerakan <i>Weaving</i>	11
Gambar 2.4.	Tipe Dasar Gerakan <i>Crossing</i>	11
Gambar 2.5.	Konflik Lalu lintas pada persimpangan sebidang tak bersinyal	12
Gambar 2.6.	Konflik Lalu lintas pada persimpangan sebidang bersinyal	14
Gambar 2.7.	Persimpangan tanpa Prioritas	15
Gambar 2.8.	Persimpangan dengan Prioritas	16
Gambar 2.9.	Rambu Lalu Lintas untuk Simpang dengan Prioritas	17
Gambar 2.10.	Persimpangan dengan <i>Traffic Light</i>	18
Gambar 2.11.	Pengaturan Simpang dengan Dua Fase	24
Gambar 2.12.	Pengaturan Simpang Tiga Fase dengan <i>Late Cut-Off</i>	24
Gambar 2.13.	Pengaturan Simpang Tiga Fase dengan <i>Early-Start</i>	24
Gambar 2.14.	Pengaturan Simpang Tiga Fase dengan Pemisahan Belok Kanan	25
Gambar 2.15.	Pengaturan Simpang Empat Fase dengan Pemisahan Belok Kanan	
Gambar 2.16.	Pengaturan Simpang Empat Fase dengan Arus Berangkat dari Satu per satu Pendekat pada Saatnya Masing-masing	25
Gambar 2.17.	Kelompok umum Simpang susun jalan bebas hambatan	30
Gambar 3.1.	Diagram Alir Langkah – Langkah penelitian	35
Gambar 3.2.	fase 1 meliputi arah Utara (Jalan Orde Baru Km 12 Binjai)	38
Gambar 3.3.	fase 2 arah Barat (Jalan Medan-Binjai menuju Binjai)	38
Gambar 3.4.	fase 3 arah Timur (Jalan Medan-Binjai menuju Medan).	39
Gambar 3.5.	Peta lokasi survei simpang Jalan Orde Baru km 12 Binjai	42

DAFTAR NOTASI

NOTASI	ISTILAH	DEFENISI
Type O	Arus berangkat terlawan	Keberangkatan dengan konflik antara gerak belok kanan dan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama
Type P	Arus berangkat terlindung	Keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus
s	Arus jenuh	Dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam tanpa lalu lintas dan tanpa kendaraan parkir
q	Arus normal	jumlah kendaraan yang masuk pada suatu ruas persimpangan dalam satu satuan batas waktu
Y	Rasio arus simpang	Rasio antara volume lalu lintas dan arus jenuh setiap persimpangan
L	Total waktu hilang	jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap
Co	Waktu Siklus Optimum	panjang waktu yang diperlukan dari rangkaian urutan fase sinyal lalu lintas siklus

N	Jumlah fase	jumlah semua fase pada simpang
W	Lebar jalur	Lebar mulut jalan dalam satu fase

DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	ISTILAH	DEFENISI
LT	Lost time	waktu hilang dalam suatu fase karena keterlambatan start kendaraan dan berakhirnya tingkat pelepasan kendaraan yang terjadi selama waktu kuning
emp	Ekivalen Mobil Penumpang	Faktor dari berbagai tipe kendaraan sehubungan dengan keperluan waktu hijau untuk keluar dari antrian apabila dibandingkan dengan sebuah kendaraan ringan (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan ringan yang sasisnya sama, emp=1,0)
smp	Satuan Mobil Penumpang	Satuan arus lalu lintas dari berbagai tipe kendaraan yang diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan faktor emp
LV	Light Vehicle	Kendaraan ringan, termasuk kendaraan penumpang, opelet, mikro bis, angkot, pick-up.
HV	Heavy Vehicle	Kendaraan berat, biasanya beroda lebih dari empat, meliputi bis, truk dua as, truk tiga as, dan truk kombinasi
MC	Motorcycle	Kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda termasuk sepeda motor, dan kendaraan roda tiga

WMS	Waktu merah semua	Waktu antara hijau dikurang waktu kuning
WHE	Waktu hijau efektif	Waktu siklus optimum dikurang total waktu hilang
WHA	Waktu hijau aktual	Waktu hijau aktual yang ditempatkan apada sinyal lampu hijau
WMA	Waktu merah aktual	Waktu merah yang aktual setiap fase

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Jalan raya adalah faktor yang penting bagi perkembangan kehidupan manusia, karena perkembangan jalan dan perkembangan kehidupan manusia saling mempengaruhi. Sebaliknya semakin berkembang kehidupan manusia, keinginan mencari hubungan semakin meningkat dan berakibat. Bertambahnya kesanggupan dan kecakapan membangun jalan, terutama dikota-kota besar (Atho 'ur Rohman, Kartikasari, Kunci, & Kemacetan, 2016).

Perkembangan suatu kota merupakan akibat dari pertumbuhan ekonomi, kemajuan-kemajuan ini dirasa sangat baik tapi dibalik itu sesuai dengan kemajuan dengan meningkatnya kendaraan maka akan sering terjadi kenaikan didalam penggunaan sarana transportasi baik itu kendaraan pribadi maupun umum dan bila tidak diikuti dengan keseimbangan antara kapasitas jalan dengan banyaknya kendaraan, sehingga akan mengakibatkan salah satunya kemacetan atau waktu tempuh tiap kendaraan akan semakin besar, maka sangat perlu mengetahui karakteristik arus lalu lintas dari jalan.(Atho 'ur Rohman et al., 2016)

Seiring dengan perkembangan infrastruktur khususnya di Kota Medan maka diperlukan adanya peningkatan kinerja jalan raya, tak terkecuali di persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai. Karena di Jalan Medan-Binjai adalah jalan lintas Sumatera-Aceh yang sangat padat lalu lintasnya dan karena Jalan Orde Baru Km 12 Binjai juga merupakan salah satu akses keluar masuk jalan Tol Medan-Binjai atau lebih dikenal Trans Sumatera. Akibat pembangunan Tol Medan-Binjai maka diperlukan peningkatan kinerja jalan raya menuju akses Tol tersebut, terdapat peningkatan dari dua lajur, satu jalur, menjadi empat lajur, dua jalur. Hal ini untuk menampung peningkatan volume kendaraan di masa depan.

Meningkatnya kemacetan kendaraan pada jalan perkotaan maupun jalan luar kota yang diakibatkan bertambahnya kepemilikan kendaraan, terbatasnya sumberdaya untuk pembangunan jalan raya dan belum optimalnya pengoperasian fasilitas arus lalu lintas yang ada merupakan persoalan utama dibanyak negara.

Telah diakui bahwa usaha besar diperlukan bagi penambahan kapasitas dimana akan diperlukan metode selektif untuk perancangan dan perencana agar didapat nilai terbaik bagi suatu pembiayaan perencanaan jalan raya. Dalam perencanaan ini menjadi hal yang menarik untuk dikaji, seperti halnya pada perencanaan peningkatan kinerja di persimpangan jalan Orde Baru Km 12 Binjai, terdapat antrian kendaraan pada jam sibuk sehingga direncanakan *traffic light* di persimpangan tersebut.

Kemacetan adalah kondisi dimana arus lalu lintas yang lewat pada ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas rencana jalan tersebut yang mengakibatkan kecepatan bebas ruas jalan tersebut mendekati atau melebihi 0 km/jam sehingga menyebabkan terjadinya antrian. Pada saat terjadinya kemacetan, nilai derajat kejenuhan pada ruas jalan akan ditinjau dimana kemacetan akan terjadi bila nilai derajat kejenuhan mencapai lebih dari 0,5 (MKJI 1997).

Perencanaan *traffic light* terhadap persimpangan dilakukan berguna mengefektifkan persimpangan sehingga tidak menimbulkan antrian panjang yang akan terjadi terhadap persimpangan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu siklus *traffic light* dan mengurangi kemacetan di persimpangan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang sebagaimana disajikan di atas, maka permasalahan yang diperlukan untuk kajian adalah:

1. Bagaimana desain waktu *traffic light* pada persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai.
2. Apakah lebar jalan di persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai sudah layak menampung kendaraan yang lewat pada jam sibuk.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan Kota Binjai, khususnya ruas jalan pada persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai dan proporsi badan jalan serta aktifitas segmen samping maka diperlukan suatu pemikiran untuk mengatasinya. Untuk mendapatkan suatu sasaran yang lebih terarah dan jelas,

dimana ruang lingkup dalam penelitian “Perencanaan Desain *Traffic Light* Pada Persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai, maka ruang lingkup dan batasan masalah ini dilakukan sebagai berikut:

1. Merencanakan waktu *traffic light* pada persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai.
2. Meninjau di persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai apakah sudah layak untuk menampung jumlah kendaraan yang ada.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan yaitu:

1. Untuk merencanakan sistem *traffic light* pada persimpangan jalan Orde Baru Km 12 Binjai.
2. Untuk mengetahui apakah lebar jalan di persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai sudah layak menampung kendaraan yang ada.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Sebagai penerapan ilmu bagi penulis yang diperoleh di perkuliahan dengan kondisi sesungguhnya di lapangan.
 - b. Bagi pemerintah dapat menjadikan penelitian ini sebagai bahan masukan dan pemantauan dalam *Traffic Light* pada Jalan Orde Baru Km 12 Binjai.
2. Manfaat Praktis
 - a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan pertimbangan tentang *Traffic Light* pada Jalan Orde Baru Km 12 Binjai.
 - b. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi bahan bacaan yang berguna bagi para pembaca, khususnya mahasiswa Teknik Sipil dalam mengetahui perencanaan *Traffic Light* pada Jalan Orde Baru Km 12 Binjai.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam studi ini, dalam penulisan

tugas akhir ini dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODOLOGI

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

BAB 4 ANALISA DATA

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

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Persimpangan

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

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

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

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

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

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

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

Karakteristik jalan pada jalan perkotaan adalah:

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

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

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

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

2.2. Kondisi dan Karakteristik Lalu Lintas

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

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

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

2.3. Tujuan Pengaturan Simpang

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

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

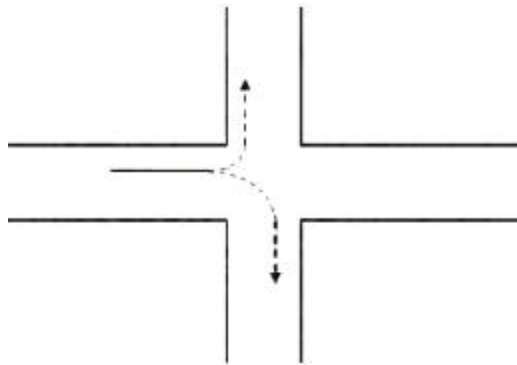
1. Mengurangi maupun menghindarkan kemungkinan terjadinya kecelakaan yang berasal dari berbagai kondisi titik konflik.
2. Menjaga kapasitas dari Simpang agar dalam operasinya dapat dicapai pemanfaatan Simpang yang sesuai dengan rencana.
3. Dalam operasinya dari pengaturan simpang harus memberikan petunjuk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

2.4. Gerakan Lalu Lintas pada Persimpangan

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

a. Gerakan Memisah (*Diverging*)

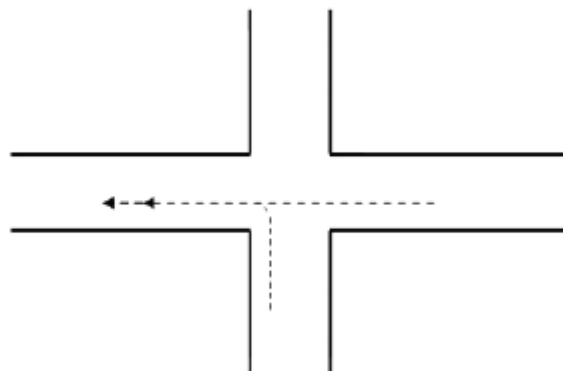
Peristiwa berpecahnya kendaraan yang melewati suatu ruas jalan ketika kendaraan tersebut sampai pada titik persimpangan. Konflik ini dapat terjadi pada saat kendaraan melakukan gerakan membelok atau berganti jalur.



Gambar 2.1: Tipe dasar gerakan *diverging*.

b. Gerakan Bergabung (*Merging*)

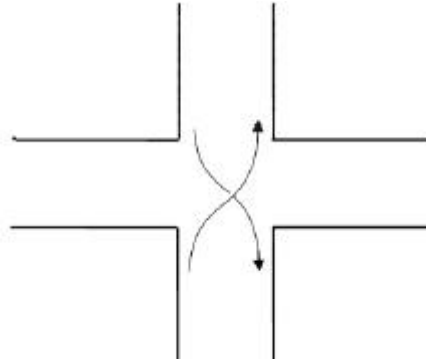
Peristiwa bergabungnya kendaraan yang bergerak dari beberapa ruas jalan ketika bergabung pada suatu titik persimpangan, dan juga pada saat kendaraan melakukan pergerakan membelok dan bergabung.



Gambar 2.2: Tipe dasar gerakan *merging*.

c. Bersilangan (*Weaving*)

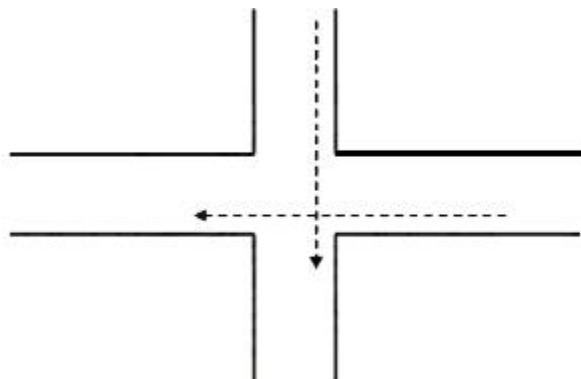
Peristiwa terjadinya perpindahan jalur atau jalinan arus kendaraan menuju pendekat lain. Gerakan ini merupakan perpaduan dari gerakan *diverging* dan *merging* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Tipe dasar gerakan *weaving*.

d. Berpotongan (*Crossing*)

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



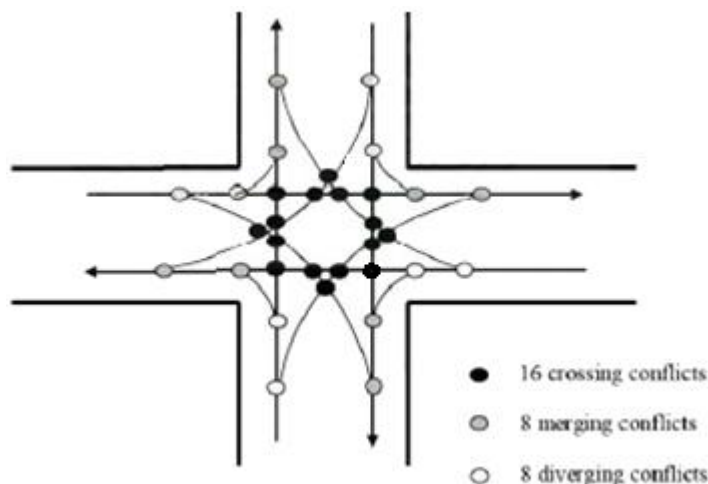
Gambar 2.4: Tipe dasar gerakan *crossing*.

Keberadaan persimpangan pada suatu jaringan jalan ditujukan agar kendaraan bermotor, para pejalan kaki, dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak dalam

arah yang berbeda pada waktu yang bersamaan. Dengan demikian pada persimpangan akan terjadi suatu keadaan yang menjadi karakteristik yang unik dari persimpangan yaitu munculnya konflik yang berulang sebagai akibat dari dasar pergerakan tersebut. Berdasarkan sifatnya konflik terbagi dua, yaitu:

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

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



Gambar 2.5: Konflik lalu lintas pada persimpangan sebidang tak bersinyal (MKJI, 1997).

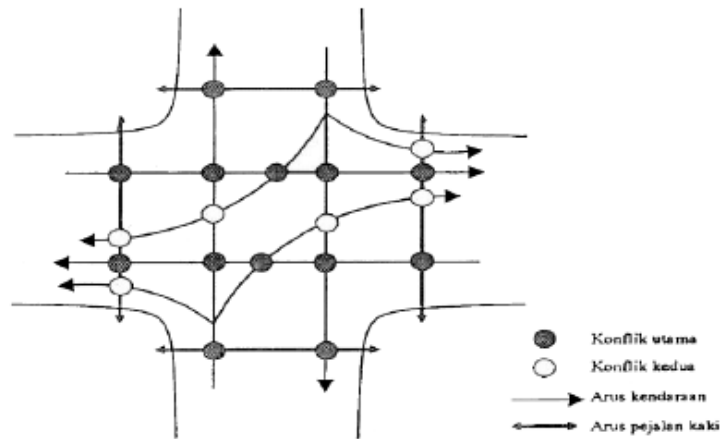
2.5. Simpang Bersinyal

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

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

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

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



Gambar 2.6: Konflik lalu lintas pada persimpangan sebidang bersinyal (MKJI, 1997).

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

2.6. Pengaturan Lalu Lintas pada Persimpangan

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

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

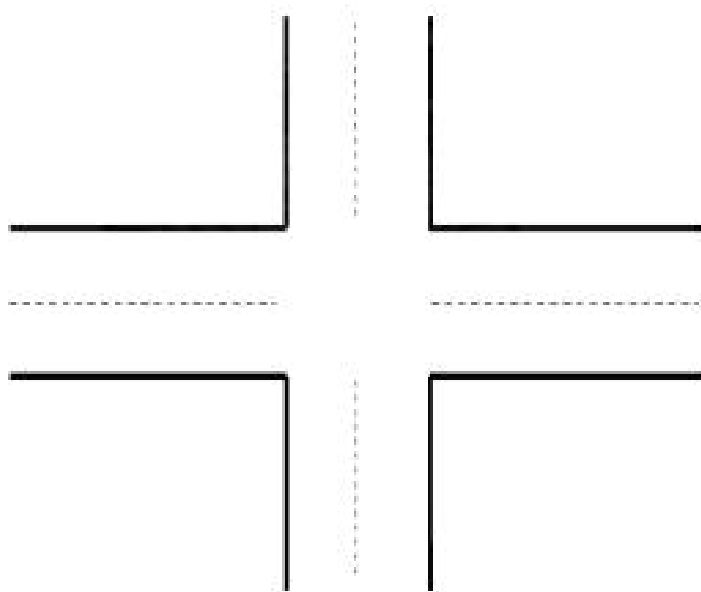
Alternatif pemecahan lain adalah dengan metode sistem pengendalian simpang yang bergantung kepada besarnya volume lalu lintas. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih suatu sistem pengendalian simpang yang akan digunakan yaitu volume lalu lintas dan jumlah kendaraan yang belok, tipe

kendaraan yang tersedia, kecepatan kendaraan, akses kendaraan pada ruas jalan, pertumbuhan lalu lintas dan distribusinya, strategi manajemen lalu lintas, biaya pemasangan dan pemeliharaan.

Dari kriteria di atas dapat ditentukan jenis-jenis sistem pengendalian simpang yang digunakan antara lain:

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

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



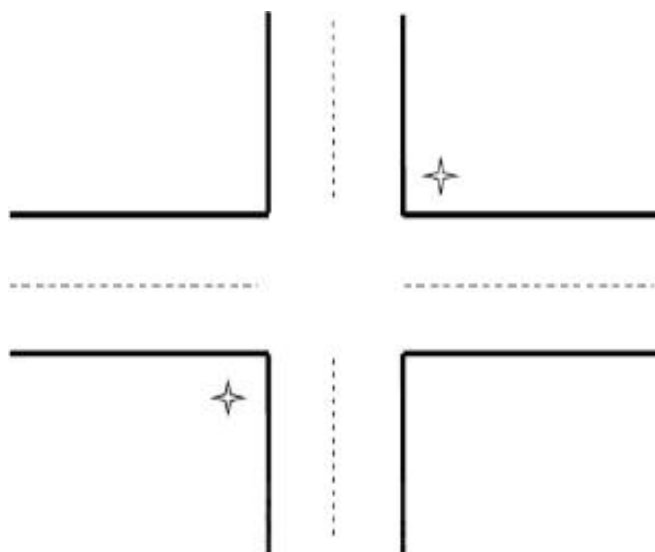
Gambar 2.7: Persimpangan tanpa prioritas.

2.6.2. Simpang dengan Prioritas (*Priority Junction*)

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

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

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



Gambar 2.8: Persimpangan dengan prioritas.

Rambu lalulintas



Prioritas bagi Lalu Lintas dari muka



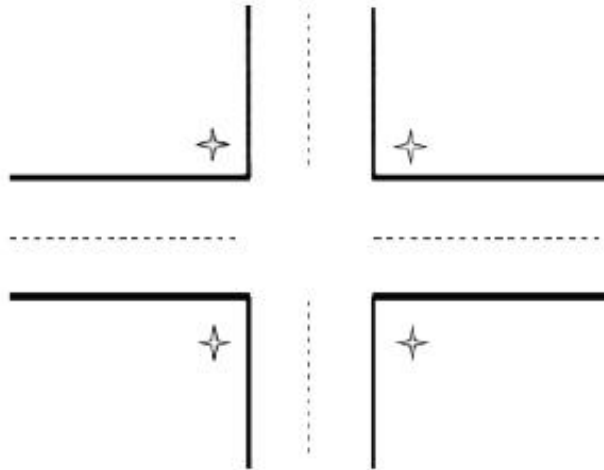
Rambu Berhenti

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

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

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

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



Gambar 2.10: Persimpangan dengan *traffic light*.

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

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

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

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

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

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

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

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

2.6.4. Karakteristik *Traffic Light*

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

Sistem perlampuan lalu lintas menggunakan jenis lampu sebagai berikut:

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

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

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

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

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

2.6.5. Pengaturan Fase

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabel 2.2: Penentuan tipe pendekat (MKJI, 1997).

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

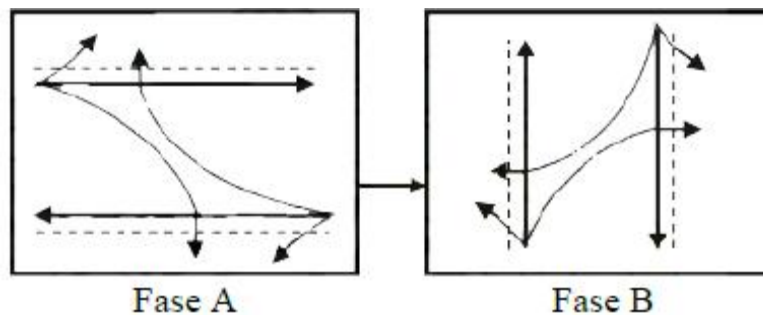
Hitung arus lalu lintas dalam smp/jam bagi masing-masing jenis kendaraan untuk kondisi terlindung atau terlawan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Nilai konversi satuan mobil penumpang pada simpang (MKJI, 1997).

Tipe Kendaraan	emp	
	Terlindung (P)	Terlawan (O)
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

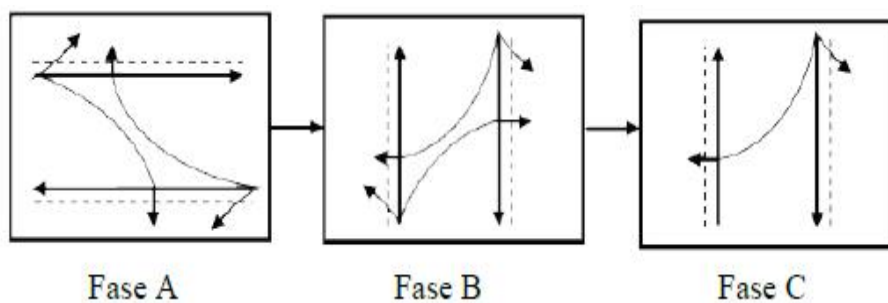
Berdasarkan buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, berbagai contoh kasus pengaturan fase adalah sebagai berikut:

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



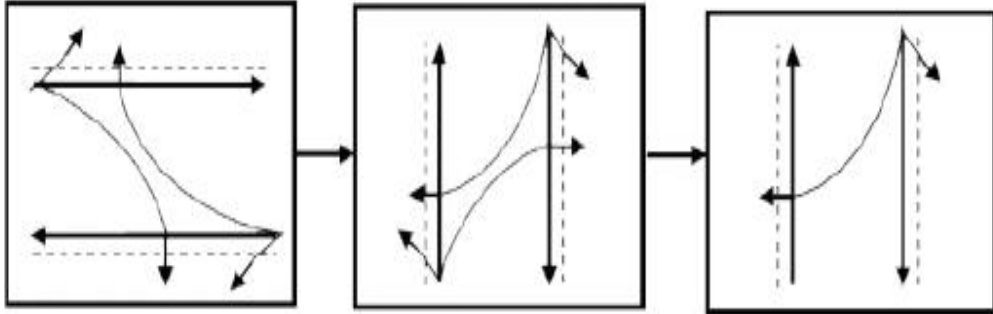
Gambar 2.11: Pengaturan simpang dengan dua fase (MKJI, 1997).

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



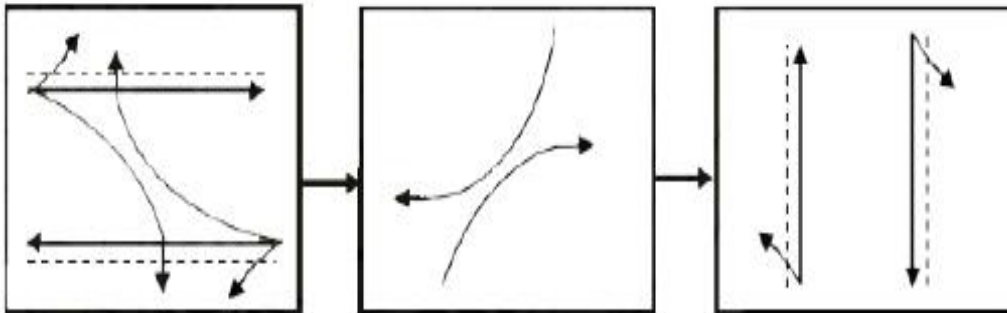
Gambar 2.12: Pengaturan simpang tiga fase dengan *late cut-off* (MKJI, 1997).

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



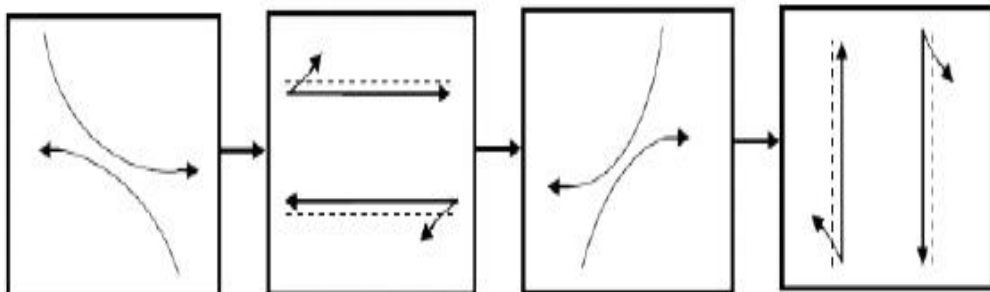
Gambar 2.13: Pengaturan simpang tiga fase dengan *early-start* (MKJI, 1997).

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



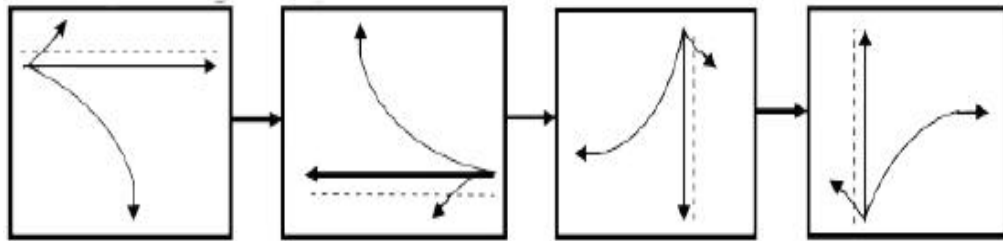
Gambar 2.14: Pengaturan simpang tiga fase dengan pemisahan belok kanan (MKJI, 1997).

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



Gambar 2.15: Pengaturan simpang empat fase dengan pemisahan belok kanan (MKJI, 1997).

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



Gambar 2.16: Pengaturan simpang empat fase dengan arus berangkat dari satu per satu pendekat pada saatnya masing-masing (MKJI, 1997).

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

2.7. Ruas Jalan dan Persimpangan

2.7.1. Kapasitas Tingkat Pelayanan

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

Kriteria dan operasional dan suatu fasilitas diwujudkan dengan istilah tingkat pelayanan (*level of service*). Setiap tipe fasilitas telah ditentukan suatu interval dan kondisi operasional, yang dihubungkan dengan jumlah lalu lintas yang mampu ditampung di setiap tingkat.

Tabel 2.4: Kriteria tingkat pelayanan pada persimpangan bersinyal (*highway capacity manual 1985*).

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

- a. Tingkat Pelayanan A: Pengoperasian dengan penundaan sangat rendah yaitu kurang dari 5.0 detik per kendaraan. Ini terjadi jika gerak maju sangat menguntungkan dan kebanyakan kendaraan tidak berhenti sama sekali. Panjang putaran pendek dapat juga mengurangi penundaan.
- b. Tingkat Pelayanan B: Pengoperasian dengan penundaan antara 5.1 sampai 15 detik per kendaraan. Ini terjadi dengan adanya gerak maju yang baik atau waktu putar pendek. Kendaraan yang berhenti lebih banyak dari pada tingkat pelayanan A, maka penundaan rata-rata lebih tinggi.
- c. Tingkat Pelayanan C: Pengoperasian dengan penundaan antara 15.1 sampai 25.0 detik per kendaraan. Penundaan ini bisa disebabkan karena gerak maju kendaraan sedang-sedang saja dan panjang putaran waktu lebih lama. Jumlah kendaraan yang berhenti sudah cukup banyak walaupun beberapa di antaranya masih dapat melewati persimpangan tanpa henti.
- d. Tingkat Pelayanan D: Pengoperasian dengan penundaan antara 25.1 sampai 40.0 detik per kendaraan, di mana pengaruh kemacetan mulai terlihat jelas, penundaan yang lebih lama mungkin disebabkan oleh kombinasi gerak maju yang tidak menguntungkan atau waktu putar yang lama atau rasio V/C yang tinggi. Banyak kendaraan yang berhenti, serta proporsi kendaraan yang tidak berhenti menurun.
- e. Tingkat Pelayanan E: Pengoperasian dengan penundaan antara 40.1 sampai 60.1 detik per kendaraan. Ini dianggap sebagai batas penundaan yang masih

dapat diterima. Kendaraan ini pada umumnya menunjukkan gerak maju yang tidak baik, waktu putaran yang panjang dan rasio V/C tinggi.

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

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

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

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

Dalam penganalisaan digunakan periode waktu 60 menit dengan mempertimbangkan waktu tersebut sebagai interval terpendek selama arus yang ada stabil pada perhitungan kapasitas harus ditetapkan bahwa kondisi yang ada seperti kondisi jalan, kondisi lalu lintas dan pengendalian tetap. Hal-hal yang terjadi yang membuat suatu perubahan dan kondisi yang ada mengakibatkan terjadinya perubahan kapasitas pada fasilitas tersebut. Sangat dianjurkan dalam penentuan kapasitas dilakukan pada cuaca yang baik (cerah).

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

1. Kondisi Jalan (*road condition*)

Kondisi ini berkaitan dengan karakteristik geometrik suatu ruas jalan antara lain: tipe fasilitas, lingkungan sekitar jalan, bahu jalan, lebar lajur, kebebasan lateral, kecepatan rencana, alinyemen horizontal dan vertikal.

Perancangan geometrik dengan karakteristik geometrik persimpangan yang merupakan titik pertemuan antara dua atau lebih jalan, dalam artian perancangan fasilitas jalan dan suatu kaki persimpangan tidak dapat terlepas dari perancangan fasilitas jalan pada lengan persimpangan lainnya. Konflik yang timbul akibat pertemuan jalan-jalan yang berpotongan baik antara kendaraan dengan kendaraan ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki harus dikendalikan melalui perancangan yang baik sehingga dapat dihindari kemungkinan konflik yang berakibat timbulnya kecelakaan.

Perencanaan geometrik yang baik secara keseluruhan akan menghasilkan kondisi medan persimpangan yang dapat dikenal dengan baik oleh pengguna jalan, sehingga para pengguna jalan tersebut dapat bergerak melakukan manuver manuver dengan baik.

2. Kondisi lalu lintas (*traffic condition*)

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

3. Pengendalian (*control condition*)

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

2.7.2. Persimpangan

Adanya Simpang susun akan memberikan peranan yang sangat penting dalam pengembangan wilayah, lalu lintas, serta aktivitas sosial dan ekonomi, maka penempatannya harus direncanakan sejak tahap awal bersamaan dengan perencanaan jaringan jalan raya agar jaringan jalan keseluruhan dapat memberikan manfaat maksimal terhadap kebutuhan masyarakat akan transportasi.

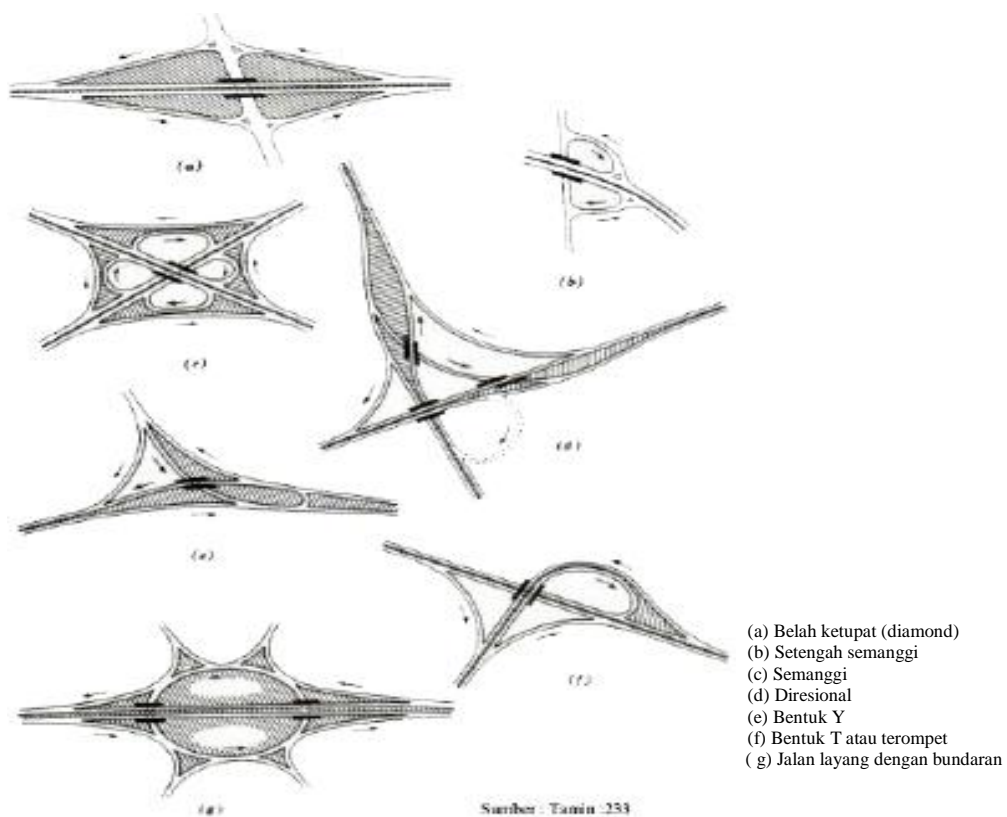
Dengan demikian penetapan lokasi simpang susun, bukan hanya memperhatikan tata guna lahan dan fasilitas lalu lintas yang ada, tetapi juga harus meliputi semua perencanaan wilayah dan perencanaan di masa yang akan datang.

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

Fungsi simpang susun adalah:

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

Adapun Kelompok umum Simpang susun jalan bebas hambatan dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17: Kelompok umum simpang susun jalan bebas hambatan.

2.8. Metode Perhitungan Webster

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

2.8.1. Arus Jenuh

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

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

Dimana:

w = Lebar jalur dalam meter

Rumus tersebut dapat digunakan untuk lebar jalur lebih dari 5,5 m kurang dari 5,5 m hubungan tersebut tidak linear dan arus jenuh dapat diperkirakan dari Tabel 2.3.

Tabel 2.5: Arus jenuh untuk lebar pendekat < 5,5 m (pusat pengembangan bahan ajar fak. teknik sipil univ. mercu buana).

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

1.8.2. Arus Normal

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

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

Dimana:

emp = ekivalen mobil penumpang

LV = kendaraan ringan

HV = kendaraan berat

MC = sepeda motor

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

1.8.3. Waktu Hilang

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

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

Dimana:

N = jumlah fase

WMS = waktu Merah Semua (WAH-WK)

LT = waktu hilang per fase

1.8.4. Rasio Arus Simpang

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

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

Dimana:

q = Arus normal (smp/jam)

s = Arus jenuh (smp/jam)

1.8.5. Waktu Siklus

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

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

Dimana:

C_o = Waktu siklus optimum (detik)

L = Total waktu hilang (detik)

Y_i = Rasio arus simpang i

1.8.6. Pengaturan Sinyal Lampu Hijau

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

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

Dimana:

C_o = Waktu siklus optimum (detik)

L = Total waktu hilang (detik)

Menghitung waktu hijau efektif setiap fase (WHE_i) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana:

Y_i = Rasio arus simpang i

$\sum Y_i$ = Total rasio arus simpang i

WHE = Waktu hijau efektif (detik)

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

$$HWA_i = WHE_i + LT - WK_i \quad (2.8)$$

Dimana:

LT = Waktu hilang (detik)

WHE_i = Waktu hijau efektif setiap fase

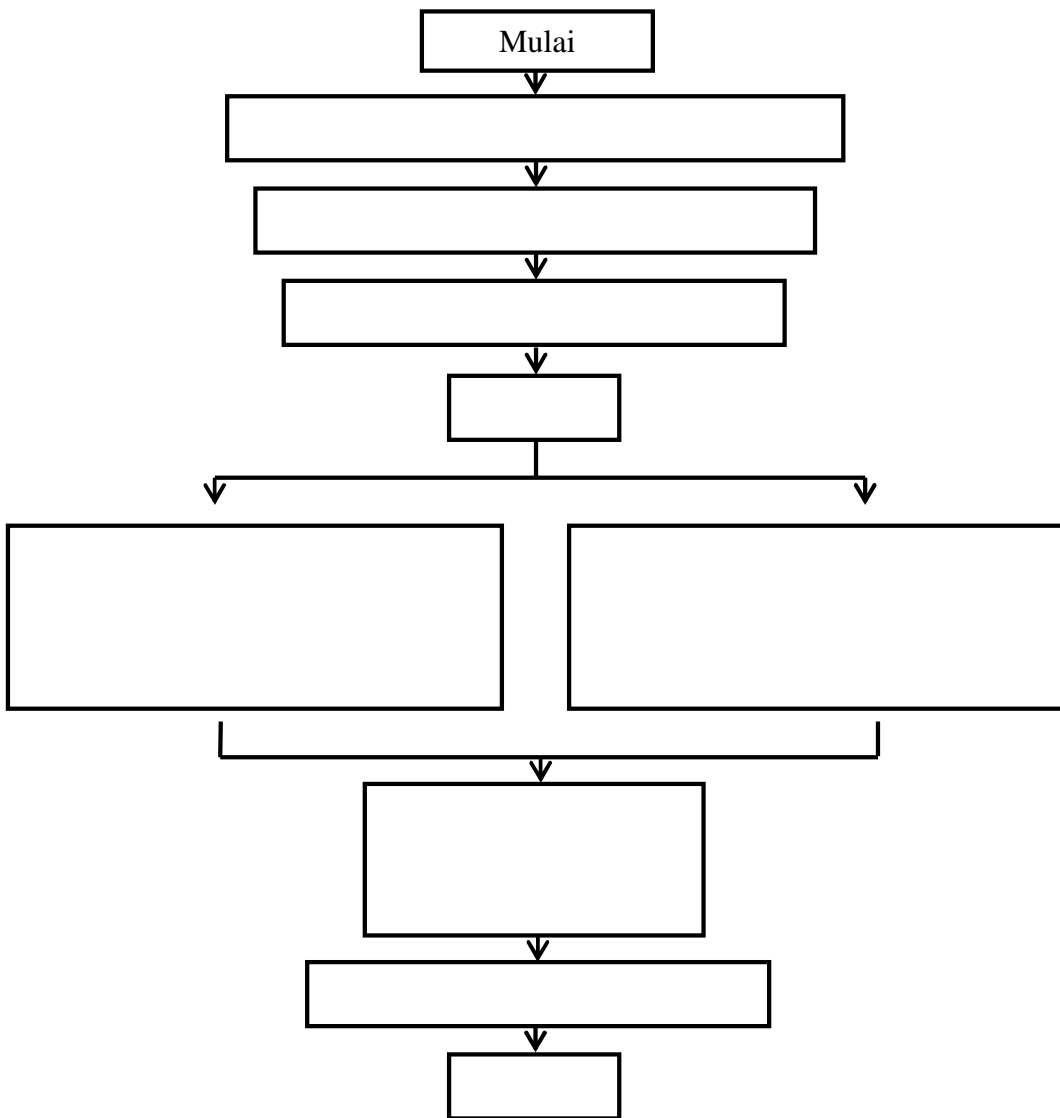
WK_i = Waktu kuning setiap fase

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Dalam melakukan suatu Tugas akhir dibutuhkan metodologi yang akan digunakan agar kegiatan yang dilaksanakan tetap berada pada koridor yang telah direncanakan sejak awal. Secara umum penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan kerja seperti terlihat dalam bagan alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Diagram alir langkah-langkah penelitian.

3.2. Tahapan Persiapan

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

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

3.3. Tahapan Kerja Penelitian

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

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

3. Setelah dilakukan survei lalu lintas di persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai yang diamati, tahap selanjutnya adalah pengolahan data. Desain untuk mengetahui waktu *traffic light* berdasarkan data yang diperoleh.
4. Setelah dilakukan pengolahan data, tahap berikutnya adalah perencanaan *traffic light*. Pada tahap ini ditentukan waktu *traffic light* dengan memperhatikan parameter kinerja yakni geometrik jalan dan volume lalu lintas.
5. Setelah tahap-tahap di atas dilakukan, maka akan diperoleh beberapa kesimpulan terutama mengetahui waktu *traffic light* pada persimpangan tersebut.

3.4. Perancangan Survei Lalu Lintas

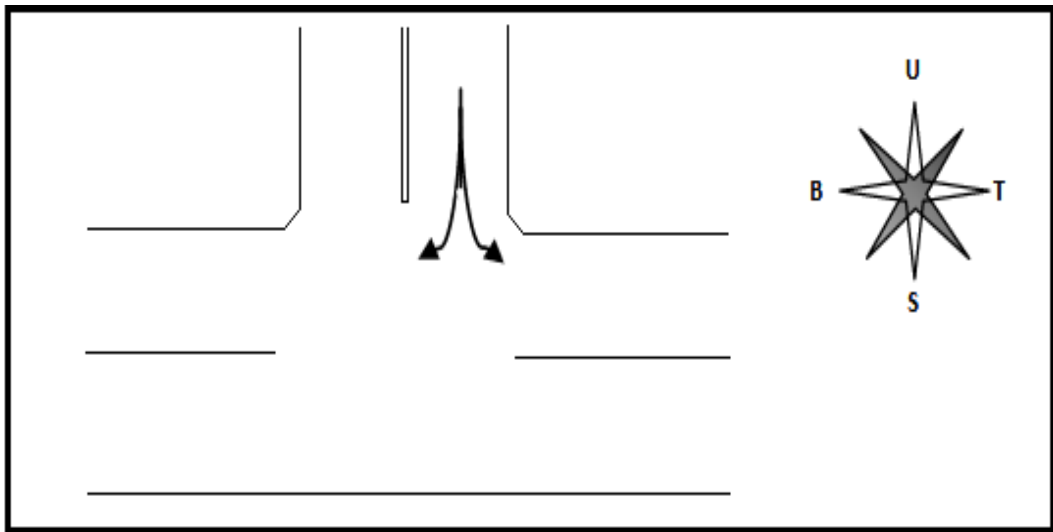
3.4.1 Waktu pelaksanaan

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

1.4.2. Penentuan Fase Simpang

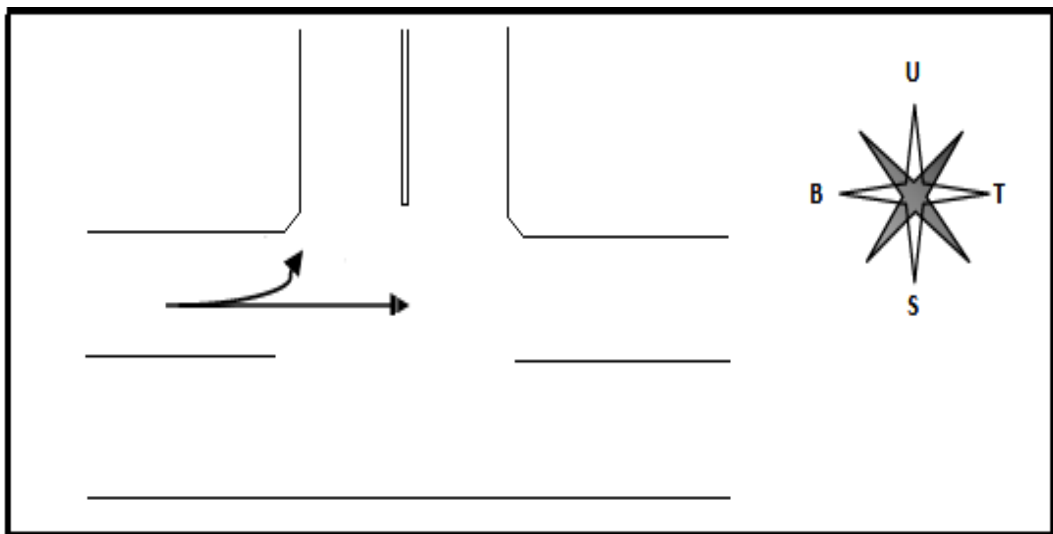
Survei sistem sinyal dilakukan untuk memperoleh data waktu/sistem operasi yang mengatur pergantian pergerakan kendaraan yang masuk simpang. Data yang dikumpulkan adalah jumlah fase, bentuk fase, urutan fase dan durasi waktu siklus yang terdiri dari 3 (tiga) aspek yaitu hijau, kuning, dan merah. Dari survei lapangan diperoleh pembagian fase, waktu sinyal dan siklus tiap fase. Memperhatikan kondisi di lapangan, maka fase yang diperoleh meliputi arah utara fase 1 (Jalan Orde Baru Km 12 Binjai), fase 2 arah Barat (Jalan Medan-Binjai menuju Binjai), fase 3 arah Timur (Jalan Medan-Binjai menuju Medan).

a. Fase 1



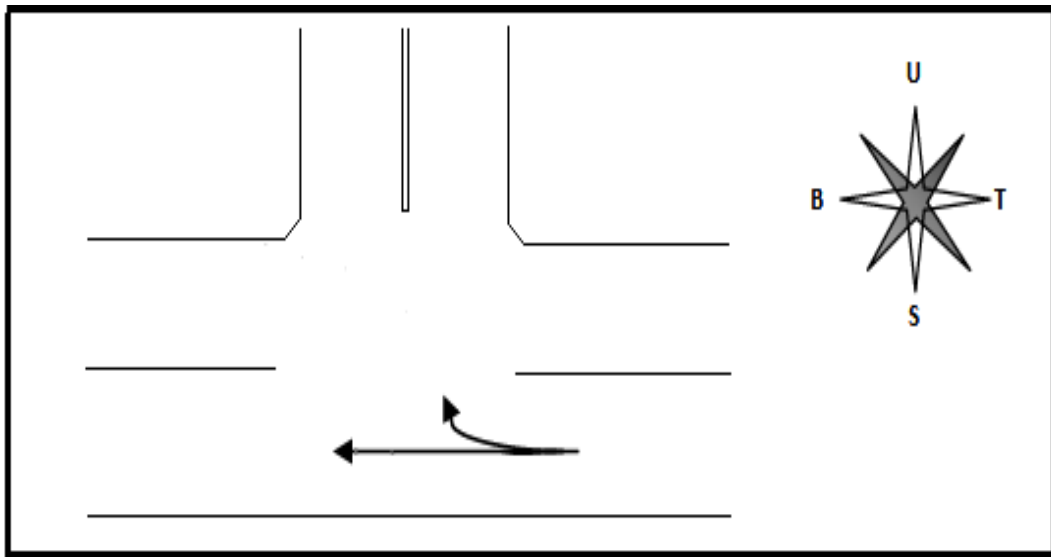
Gambar 3.2: Fase 1 meliputi arah Utara (Jalan Orde Baru Km 12 Binjai).

b. Fase 2



Gambar 3.3: Fase 2 arah Barat (Jalan Medan-Binjai menuju Binjai)

c. Fase 3



Gambar 3.4: Fase 3 arah Timur (Jalan Medan-Binjai menuju Medan).

3.4.3. Prosedur Pelaksanaan Perhitungan Arus Lalu Lintas Aktual

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

Formulir data yang dibuat akan berisikan hal sebagai berikut:

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

3.4.4. Tenaga dan Peralatan

a. Tenaga (*Surveyor*)

Survey yang dilakukan untuk mengambil data-data volume lalu lintas yang digunakan untuk perhitungan MKJI 1997, masing-masing tim ditujukan

untuk melakukan pengamatan simpang yang. Jumlah anggota dalam satu tim tergantung situasi simpang yang akan dihitung volume lalu lintasnya. Hal pertama yang harus dilakukan adalah survey pendahuluan yang bertujuan untuk mengetahui mengenai data-data awal mengenai pola arus lalu lintas, lokasi survey yang akan dipilih dan jam-jam sibuk/puncak (*peak hour*) dan juga kondisi lingkungan disekitar simpang. Adapun hal- hal yang berfungsi diadakan survey ini yaitu:

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

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

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

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

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

3.4.5 Penempatan Surveyor

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

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

3.5. Metode Survei

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

3.5.1 Pengumpulan Data

3.5.1.1 Penentuan Lokasi

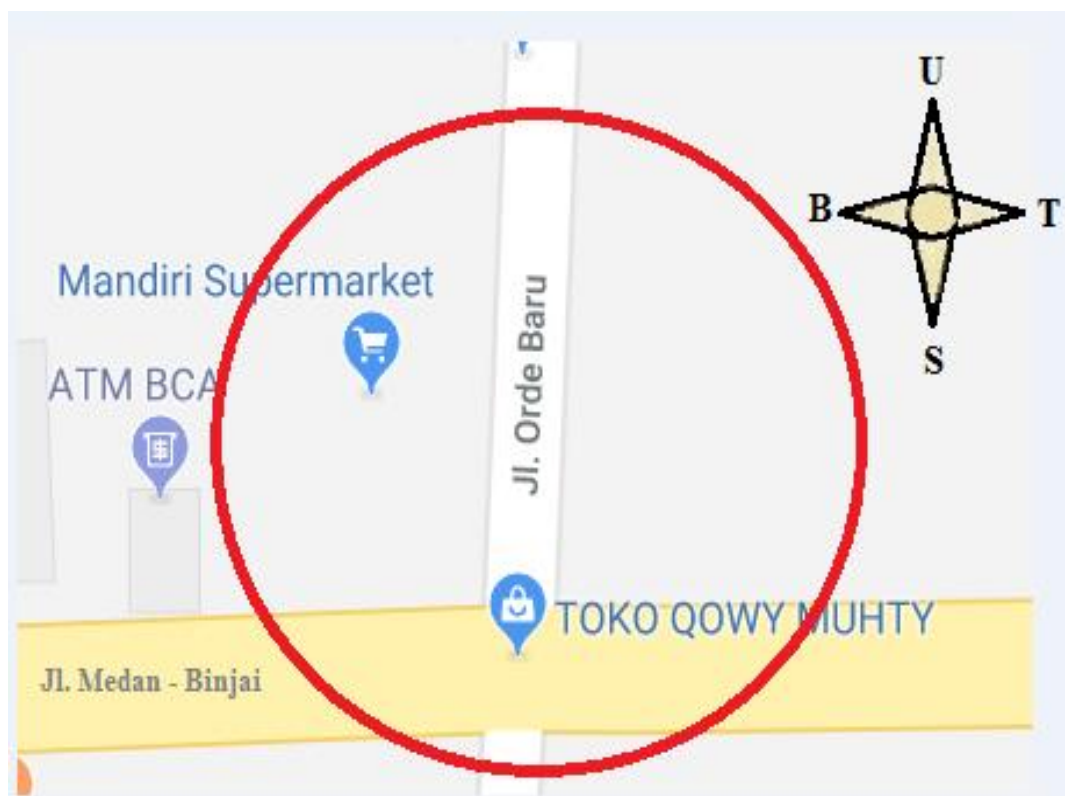
Sesuai dengan tujuan tugas akhir yaitu untuk menentukan waktu *traffic light* pada persimpangan maka untuk pemilihan lokasi persimpangan yang dipilih adalah persimpangan didasarkan pada kendala kemacetan, antrian yang pada masing-masing lengan terutama yang terjadi pada jam-jam sibuk (*peak hour*). Hal tersebut memungkinkan terjadinya kondisi arus lalu lintas menjadi jenuh pada persimpangan.

Pada saat lampu merah menyala arus lalu lintas pada satu kelompok lajurkan berhenti lalu diperlukan suatu waktu keamanan bagi setiap lengan persimpangan yang disebut jarak kehilangan (*clearance lost time*). Saat ini tidak satupun arus

lalu lintas yang dapat melintasi persimpangan dan kemudian barulah arus lalu lintas dari arah yang lain dapat melintasi persimpangan tersebut. Di lapangan sinyal lalu lintas menyediakan interval perubahan yang berupa indikasi kuning dan atau semuanya merah bagi jarak kehilangan waktu ini.

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

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



Gambar 3.5: Peta lokasi survei simpang Jalan Orde Baru km 12 Binjai.

3.5.1.2 Periode Survei

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

Survey untuk memperoleh volume lalu lintas dilakukan selama satu hari sejak pagi pukul 07.00 wib sampai dengan sore pukul 18.00 wib. Arus lalu lintas yang melewati persimpangan dilakukan pengelompokkan berdasarkan jenis kendaraan dan distribusi arah kendaraan yakni kendaraan dari arah utara, kendaraan dari arah barat, dan kendaraan dari arah timur.

3.5.1.3 Pengumpulan Data Volume Lalulintas

Adapun hasil survei volume lalu lintas dikumpulkan selama satu minggu, jenis kendaraan yang di hitung seperti sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV). Untuk menggambarkan kondisi lalu lintas pada jam-jam puncak, maka survei dilakukan pada jam-jam sibuk seperti pagi hari mulai pukul 07.00 s/d 09.00 WIB, pada siang hari pukul 12.00 s/d 14.00 WIB, dan sore hari dilakukan pada pukul 16.00 s/d 18.00 WIB, sehingga diperoleh data puncak padatnya kendaraan pada hari senin dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Data volume lalu lintas pada persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai pada jam sibuk hari senin jam 07.00-18.00.

pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah utara, fase 1 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	7	332	1248
08.00-09.00	19	377	1301
12.00-13.00	9	311	1151
13.00-14.00	6	279	1234
16.00-17.00	15	355	1399
17.00-18.00	28	380	1418

Tabel 3.1: *lanjutan*

pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah barat, fase 2 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	9	517	1553
08.00-09.00	22	513	1666
12.00-13.00	24	475	1816
13.00-14.00	27	447	1612
16.00-17.00	37	560	1859
17.00-18.00	82	593	2062
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah timur, fase 3 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	21	464	1636
08.00-09.00	28	460	1539
12.00-13.00	12	444	1692
13.00-14.00	17	507	1820
16.00-17.00	31	554	1575
17.00-18.00	77	572	2016

1.5.1.4 Pengambilan Data Geometrik

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

Table 3.2. Data Geometrik Simpang

Nama Jalan	Lebar Jalan (m)	Tipe Jalan	Lebar Lajur (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Median (m)
Jl. Orede Baru (Utara)	15,5	(4/2 D)	3.5	7	1,5
Jl. Medan–Binjai (Timur)	14	(4/2 UD)	3.5	7	-
Jl. Medan–Binjai (Barat)	14	(4/2 UD)	3.5	7	-

BAB 4

ANALISA DATA

4.1. Volume Lalu Lintas

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

Tabel 4.1: Data Arus Lalu Lintas pada persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai pada jam sibuk (17.00-18.00).

Tipe Kendaraan	Jumlah Arus Lalu Lintas (Kendaraan/Jam)		
	Utara (fase 1)	Barat (fase 2)	Timur (fase 3)
HV	28	82	77
LV	380	593	572
MC	1418	2062	2016

4.2. Arus Jenuh (S)

Arus jenuh (s) dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam tanpa lalu lintas dan tanpa kendaraan parkir menggunakan metode Webster.

$$S = 525 \times W$$

$$S \text{ Utara (fase 1) } = 525 \times 7 = 3675$$

$$S \text{ Barat (fase 2) } = 525 \times 7 = 3675$$

$$S \text{ Timur (fase 3) } = 525 \times 7 = 3675$$

4.3. Arus Normal (q)

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

$$q = q_{LV} \text{emp}_{LV} + q_{HV} \text{emp}_{HV} + q_{MC} \text{emp}_{MC}$$
$$q \text{ Utara (fase 1)} = 380 \times 1 + 28 \times 1,3 + 1418 \times 0,2$$
$$= 700 \text{ (smp/jam)}$$
$$q \text{ Barat (fase 2)} = 593 \times 1 + 82 \times 1,3 + 2062 \times 0,2$$
$$= 1112 \text{ (smp/jam)}$$
$$q \text{ Timur (fase 3)} = 572 \times 1 + 77 \times 1,3 + 2016 \times 0,2$$
$$= 1075$$

4.4. Rasio Arus Simpang (Y)

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

$$Y_i = q_i / s_i$$

$$Y_1 \text{ Utara (fase 1)} = \frac{700}{3675} = 0,1904$$

$$Y_2 \text{ Barat (fase 2)} = \frac{1112}{3675} = 0,3026$$

$$Y_3 \text{ Timur (fase 3)} = \frac{1075}{3675} = 0,2925$$

$$\begin{aligned} \sum Y_i &= Y \text{ Utara (fase 1)} + Y \text{ Barat (fase 2)} + Y \text{ Timur (fase 3)} \\ &= 0,7855 \end{aligned}$$

$$\sum Y_i < 0,8 = \text{OK!}, \text{ Sehingga tidak perlu ada pelebaran jalan}$$

4.5. Total Waktu Hilang (L)

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

$$L = N (WMS + LT)$$
$$= 3 (4 + 4)$$
$$= 24 \text{ detik}$$

4.6. Waktu Siklus Optimum (Co)

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

$$\begin{aligned} C_o &= \frac{1,5L+5}{1-\sum Y_i} \\ &= \frac{(1,5 \times 24)+5}{1-0,7855} \\ &= 191 \text{ detik} \end{aligned}$$

4.7. Pengaturan Sinyal Lampu

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

$$\begin{aligned} WHE &= C_o - L \\ &= 191 - 24 \\ &= 167 \text{ detik} \end{aligned}$$

Menghitung waktu hijau efektif setiap fase (WHE_i) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

$$\begin{aligned} WHE_1 \text{ fase 1 utara} &= \frac{Y_1}{\sum Y_i} \times WHE \\ &= \frac{0,1904}{0,7855} \times 167 \\ &= 41 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} WHE_2 \text{ fase 2 barat} &= \frac{Y_2}{\sum Y_i} \times WHE \\ &= \frac{0,3026}{0,7855} \times 167 \\ &= 64 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WHE3 fase 3 barat} &= \frac{Y_3}{\sum Y_i} \times \text{WHE} \\ &= \frac{0,2925}{0,855} \times 167 \\ &= 62 \text{ detik} \end{aligned}$$

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

$$\text{WHA}_i = \text{WHE}_i + \text{LT} - \text{WK}_i$$

$$\begin{aligned} \text{WHA1 fase 1 utara} &= \text{WHE1} + \text{LT} - \text{WK1} \\ &= 41 + 4 - 3 \\ &= 42 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WHA2 fase 2 barat} &= \text{WHE2} + \text{LT} - \text{WK2} \\ &= 44 + 4 - 3 \\ &= 65 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WHA3 fase 3 timur} &= \text{WHE3} + \text{LT} - \text{WK3} \\ &= 62 + 4 - 3 \\ &= 63 \text{ detik} \end{aligned}$$

Maka Waktu Merah Aktual setiap fase (WMA_i) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

$$\begin{aligned} \text{WMA1 fase 1 utara} &= \text{WHA2} + \text{WK} \quad \text{WHA3} \\ &= 65 + 3 + 63 \\ &= 131 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WMA2 fase 2 barat} &= \text{WHA1} + \text{WK} \quad \text{WHA3} \\ &= 42 + 3 + 63 \\ &= 108 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WMA3 fase 3 timur} &= \text{WHA1} + \text{WK} \quad \text{WHA2} \\ &= 42 + 3 + 65 \\ &= 110 \text{ detik} \end{aligned}$$

Sedangkan panjang waktu kuning per fase (WK_i) pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia sudah ditentukan yaitu sebesar 3,0 detik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. Kesimpulan

Dari hasil perencanaan waktu *Traffic Light* pada persimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai dapat disimpulkan seperti dibawah ini:

1. Dari hasil perhitungan waktu *traffic light* diperoleh data sebagai berikut:
 - Utara (Jalan Orde Baru)
Sinyal merah: 131 detik, sinyal kuning: 3 detik, sinyal hijau = 42 detik, waktu siklus = 176 detik.
 - Barat Jalan Medan-Binjai (Arah Binjai)
Sinyal merah: 108 detik, sinyal kuning: 3 detik, sinyal hijau = 65 detik, waktu siklus = 176 detik.
 - Timur Jalan Medan-Binjai (Arah Medan)
Sinyal merah: 110 detik, sinyal kuning: 3 detik, sinyal hijau = 63 detik, waktu siklus = 176 detik.
2. Lebar jalan yang ada pada simpang Jl. Orde Baru – Jl. Medan-binjai cukup dalam mengalirkan lalu lintas yang ada, sehingga tidak perlu adanya pelebaran simpang, karena $\frac{L}{W} > \frac{V}{S}$

5.2. Saran

Pengamatan dilakukan pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya di persimpangan Orde Baru Km 12 Binjai perlu adanya *traffic light* agar tidak terjadinya kemacetan, dan untuk mengurangi kecelakaan di persimpangan tersebut.
2. Untuk menambah tingkat pelayanan pada persimpangan tersebut maka perlu dipasang rambu-rambu yang berfungsi sebagai tambahan alat pengatur selain lampu lalu lintas, misalnya rambu dilarang berhenti disepanjang lengan persimpangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa, Delis. 2015. Penerapan metode webster untuk sistem pengaturan lampu lalu lintas di simpang empat semplak bogor. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Atho'ur, Rohman, M. Kartikasari, D. 2016. Analisa Kemacetan Lalu Lintas Pada Pasar Tradisional Di Ruas Jalan Sekaran-Maduran. Universitas Islam Lamongan: Lamongan.
- Azwansyah, Heri. 2017. Perencanaan Sinyal Lalu Lintas Persimpangan Tiga Lengan Pada JL. Imam Bonjol – JL. Abdul Rahman Saleh Kota Pontianak. Universitas Tanjungpura Pontianak: Pontianak.
- Azwansyah, Heri. Juniardi Ferry. 2015. Perencanaan Sinyal Lampu Lalu Lintas Persimpangan Tiga Lengan Pada Jl.Tanjung Raya II – Jl. Panglima Aim Kota Pontianak: Pontianak.
- Depertemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Dirjen Bina Marga.
- Kurniawan, Septyanto. 2016. Analisa Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan Raya. Universitas Muhammadiyah Metro: Lampung.
- Lubis, M, I, P. 2017. Analisa Traffic Light (Apill) Pada Persimpangan Jalan Tritura (Jalan Bajak) Medan Dengan Menggunakan Metode Mkji & Webster. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara: Medan.
- Republik Indonesia. 2013. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2013 Tentang Jaringan Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. Jakarta: Dirjen Bina Marga.
- Roess, R, P. McShane, W, R. 1987. *Changing Concepts of Level of Service in the 1985 Highway Capacity Manual*. United States of America: National Research Council.
- Sari, Y, P, N. Herianto, D. Putra, S. 2016. Analisis Penyebab Kemacetan Jalan di Pusat Kota Bandar Lampung Studi Kasus Jalan Kota Raja – Jalan Raden Intan. Universitas Lampung: Lampung.
- Zefri, Ricky. 2011. Pengaruh Pembangunan Fly Over Terhadap Kinerja Persimpangan Amplas. Universitas Sumatera Utara: Medan

LAMPIRAN

Tabel L1: Jumlah kendaraan hari Selasa pukul 07.00 s/d 18.00 WIB

pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah utara, fase 1 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	5	301	1250
08.00-09.00	13	289	973
12.00-13.00	10	322	1091
13.00-14.00	7	293	1134
16.00-17.00	14	344	1011
17.00-18.00	21	378	1221
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah barat, fase 2 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	11	537	1789
08.00-09.00	19	421	1624
12.00-13.00	23	503	1876
13.00-14.00	33	423	1901
16.00-17.00	35	552	2011
17.00-18.00	74	578	2073
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah timur, fase 3 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	19	523	1563
08.00-09.00	31	451	1324
12.00-13.00	18	489	1876
13.00-14.00	15	476	1454
16.00-17.00	30	507	1789
17.00-18.00	81	511	2003

Tabel L2: Jumlah kendaraan hari Rabu pukul 07.00 s/d 18.00 WIB

pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah utara, fase 1 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	9	323	1187
08.00-09.00	17	301	1008
12.00-13.00	11	298	1246
13.00-14.00	13	271	1198
16.00-17.00	19	359	1153
17.00-18.00	24	375	1365
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah barat, fase 2 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	15	529	1499
08.00-09.00	21	475	1321
12.00-13.00	28	511	1574
13.00-14.00	34	413	1843
16.00-17.00	42	509	1946
17.00-18.00	69	556	2012
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah timur, fase 3 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	24	516	1602
08.00-09.00	26	398	1411
12.00-13.00	16	431	1783
13.00-14.00	21	482	1830
16.00-17.00	37	517	1943
17.00-18.00	101	532	1985

Tabel L3: Jumlah kendaraan hari Kamis pukul 07.00 s/d 18.00 WIB

pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah utara, fase 1 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	8	312	1328
08.00-09.00	18	287	1020
12.00-13.00	15	231	1168
13.00-14.00	9	296	1297
16.00-17.00	20	307	1302
17.00-18.00	22	348	1415
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah barat, fase 2 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	10	501	1427
08.00-09.00	26	436	1233
12.00-13.00	23	411	1265
13.00-14.00	29	512	1579
16.00-17.00	31	523	1741
17.00-18.00	54	547	1991
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah timur, fase 3 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	18	455	1476
08.00-09.00	24	353	1277
12.00-13.00	20	422	1499
13.00-14.00	15	493	1534
16.00-17.00	28	502	1621
17.00-18.00	67	564	1835

Tabel L4: Jumlah kendaraan hari Jumat pukul 07.00 s/d 18.00 WIB

pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah utara, fase 1 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	12	304	1304
08.00-09.00	15	269	994
12.00-13.00	7	216	1152
13.00-14.00	5	287	1276
16.00-17.00	22	287	1265
17.00-18.00	23	326	1314
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah barat, fase 2 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	7	491	1420
08.00-09.00	23	410	1210
12.00-13.00	34	388	1231
13.00-14.00	30	483	1549
16.00-17.00	39	492	1702
17.00-18.00	71	493	1920
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah timur, fase 3 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	20	448	1467
08.00-09.00	27	334	1255
12.00-13.00	13	413	1475
13.00-14.00	19	487	1507
16.00-17.00	35	489	1584
17.00-18.00	53	536	1753

Tabel L5: Jumlah kendaraan hari Sabtu pukul 07.00 s/d 18.00 WIB

pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah utara, fase 1 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	5	292	1299
08.00-09.00	9	254	985
12.00-13.00	7	209	1145
13.00-14.00	17	282	1259
16.00-17.00	24	265	1241
17.00-18.00	26	303	1288
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah barat, fase 2 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	12	484	1400
08.00-09.00	18	387	1183
12.00-13.00	29	354	1218
13.00-14.00	33	453	1530
16.00-17.00	35	453	1667
17.00-18.00	57	485	1867
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah timur, fase 3 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	16	492	1456
08.00-09.00	21	372	1236
12.00-13.00	14	415	1452
13.00-14.00	15	461	1474
16.00-17.00	29	480	1549
17.00-18.00	51	498	1679

Tabel L6: Jumlah kendaraan hari Minggu pukul 07.00 s/d 18.00 WIB

pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah utara, fase 1 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	6	272	1275
08.00-09.00	11	227	959
12.00-13.00	4	196	1129
13.00-14.00	15	263	1238
16.00-17.00	18	230	1204
17.00-18.00	25	250	1187
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah barat, fase 2 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	8	472	1384
08.00-09.00	17	369	1162
12.00-13.00	21	325	1204
13.00-14.00	29	420	1515
16.00-17.00	32	418	1638
17.00-18.00	44	461	1786
pukul 07.00 s/d 18.00 WIB	Jumlah kendaraan dari arah timur, fase 3 (Kendaraan/Jam)		
	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)
07.00-08.00	15	437	1441
08.00-09.00	23	329	1215
12.00-13.00	18	402	1321
13.00-14.00	17	478	1424
16.00-17.00	22	474	1440
17.00-18.00	43	481	1507



Gambar L1: Perimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai



Gambar L2: Perimpangan Jalan Orde Baru Km 12 Binjai



Gambar L3: Jalan Medan-Binjai Km 12



Gambar L4: Jalan Orde Baru Km 12 Binjai



Gambar L5: Menghitung Geometrik Jalan.



Gambar L6: Survei Volume Lalu Lintas

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI

Nama : Muhammad Fadlan Ridwan Matondang
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, Sumatera Utara, 27 Februari 1998
Agama : Islam
Alamat : Jl. Makmur, Gg. Dahlia 35 No 2, Pasar VII, Tembung.
No. HP : 0812-4255-2705
Email : fadlan.11.ridwan@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 15072101097
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

NO	TINGKAT PENDIDIKAN	LOKASI	TAHUN KELULUSAN
1	MIN Peanornor	Tapanuli Utara	2009
2	MTsN Peanornor	Tapanuli Utara	2012
3	SMA Cerdas Murni	Deli Serdang	2015
4	Melanjutkan Studi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 Sampai Selesai		