

**PENERAPAN MANAJEMEN SISTEM TRANSPORTASI PADA
PERSIMPANGAN MANDALA MEDAN**

Disusun oleh :

Muhammad Arif Mulia Siregar

158110063



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

2022

Document Accepted 27/3/24

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

Access From (repository.uma.ac.id)27/3/24

**PENERAPAN MANAJEMEN SISTEM TRANSPORTASI PADA
PERSIMPANGAN MANDALA MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Disusun oleh : Muhammad Arif

Mulia Siregar

158110063

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 27/3/24

Access From (repository.uma.ac.id)27/3/24



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 27/3/24

Access From (repository.uma.ac.id)27/3/24

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Penerapan Manajemen Sistem Transportasi Pada Persimpangan Mandala Medan

Nama : Muhammad Arif Mulia Siregar

NPM : 158110063

Fakultas : Teknik

Disetujui :

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

(Ir. Hamaluddin, S.T., M.Eng.)

(Ir. Nurul Mahda Rangkat, S.T., M.Eng.)

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Prodi Teknik Sipil

(Dr. Rahmao Syah, K.Kom, M.Kom)

(Tengku Ananda, S.T., MT)

Tanggal Lulus : 21 September 2022

HALAMAN PERNYATAAN

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



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Medan Area:

Nama : Muhammad Arif Mulia Siregar
Nomor Mahasiswa : 158110063
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Tesis/Skripsi


Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area hak bebas royalti noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENERAPAN MANAJEMEN SISTEM TRANSPORTASI PADA PERSIMPANGAN MANDALA MEDAN

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Medan Area hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 21 September 2022
Yang Menyatakan


Muhammad Arif Mulia Siregar
(158110063)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr, Wb.

Puji syukur saya panjatkan pada kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Manajemen Sistem Transportasi pada Persimpangan Mandala Medan” ini hingga selesai.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Dengan adanya penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan wacana dan manfaat khususnya bagi penulis sendiri dan bagi orang lain.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini banyak isi maupun teknik penulisannya masih jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritik maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif dan membangun demi menyempurnakan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi pembaca.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini bisa terselesaikan karena banyaknya bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, .Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.

2. Bapak Dr. Rahmad Syah S.Kom,

Area.

4. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT, Selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang telah meluangkan waktunya dalam menyusun skripsi ini.
6. Serta teman-teman seperjuangan stambuk 2015 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Kedua orang tua saya, Alm. Baringin Siregar dan Tiarina Sibagariang yang telah banyak memberikan kasih sayang dan dukungan moral maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.
8. Seluruh keluarga besar saya yang selalu mendukung untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Dinda Lestari atas dukungan dan doa untuk menyelesaikan skripsi ini.

Medan, 21 September 2022



Muhammad Arif Mulia siregar

(158110063)

ABSTRAK

Persimpangan merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan yang merupakan sebuah titik dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau bersilang. Lancar tidaknya pergerakan dalam suatu jaringan jalan sangat ditentukan oleh pengaturan dan pengendalian pergerakan dipersimpangan. Secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan arus lalu lintas dalam suatu jaringan jalan tersebut, sehingga persimpangan dapat dikatakan sebagai bagian dari suatu jaringan jalan yang merupakan daerah penting/kritis dalam melayani arus lalu lintas. persimpangan jalan Mandala merupakan satu persimpangan yang sangat penting. Karena arus lalu lintas dari Tembung dan Batang Kuis ataupun jalan tol menyebabkan kepadatan yang sangat besar karena alternatif jalan lain belum tersedia. Pada waktu-waktu tertentu pada jam puncak pagi atau sore merupakan waktu yang sangat padat. Sedangkan dari arah jalan Denai menuju simpang Mandala tidak begitu besar hambatannya, karena kondisi jalan yang cukup lebar dan dapat menampung volume kendaraan yang lebih banyak. Sedangkan dari arah simpang Aksara menuju simpang Mandala secara tidak begitu besar kepadatan yang terjadi, di karena masih terdapat jalan alternatif yang dapat mengurai kepadatan yang terjadi di simpang Mandala., maka kepadatan di simpang Aksara masih dapat di kendalikan. Sedangkan persimpangan Unimed menuju simpang Mandala cukup padat volume kendaraan.

Kata Kunci: Analisis Lampu Lalu Lintas, Giometri jalan, Tundaan, Penanganan Simpang, Manajemen Sistem Transportasi

ABSTRACT

Intersection is an important part of the road network system which is a point where two or more road segments meet or cross. The smoothness of movement in a road network is largely determined by the regulation and control of movement at intersections. In general, the capacity of the intersection can be controlled by controlling the traffic flow in a road network, so that the intersection can be said to be part of a road network which is an important/critical area in serving traffic flow. The Mandala crossroads is a very important intersection. This is because the traffic flow from Tembung and Batang Kuis or toll roads causes a very large density because other road alternatives are not yet available. At certain times during the peak hours of the morning or evening is a very busy time. Meanwhile, from the direction of the Denai road to the Mandala intersection, the obstacles are not so big, because the road conditions are quite wide and can accommodate a larger volume of vehicles. Meanwhile, from the direction of the Aksara intersection to the Mandala intersection, the density at the Aksara intersection is not so great, because there are still alternative roads that can break down the density that occurs at the Mandala intersection, the density at the Aksara intersection can still be controlled. Meanwhile, the Unimed intersection towards the Mandala intersection is quite dense in vehicle volume.

Keywords: *Keywords: Traffic Light Analysis, Road Geometry, Delay, Intersection Handling, Transportation System Management*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Perumusan masalah.....	2
1.3. Lingkup penelitian.....	2
1.4. Maksud dan Tujuan.....	2
1.5. Manfaat penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Sistem Transportasi.....	4
2.2. Konsep Pemodelan.....	7
2.3. Model Pemilihan Moda Transportasi.....	10
2.4. Manajemen Lalu Lintas.....	14
2.4.1 Tujuan Manajemen Lalu Lintas.....	14
2.4.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas.....	14
2.5. Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas.....	15
2.6. Persimpangan Lalu Lintas.....	17
2.7. Jenis Jenis Pengaturan Persimpangan.....	18
2.8. Simpang Bersinyal.....	21
2.9. Karakteristik Sinyal Lalu Lintas.....	22
2.10. Efek dari Sinyal Lalu Lintas.....	28
2.11. Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas.....	29
2.12. Pengaturan Waktu Sinyal Lalu Lintas.....	31
2.13. Arus Lalu Lintas.....	33
2.14. Model Dasar.....	34

2.15	Perhitungan Simpang Bersinyal	36
2.15.1	Data Masukan	36
2.15.2	Penentuan Waktu Sinyal.....	37
2.15.2.2	Lebar pendekat efektif	37
2.15.2.3	Arus jenuh dasar (So).....	38
2.15.2.4	Faktor Penyesuaian Arus Jenuh	38
2.15.2.5	Rasio arus /rasio arus jenuh	40
2.15.2.6	Waktu siklus dan waktu hijau	42
2.15.3	Kapasitas	43
2.15.4	Derajat Kejenuhan	46
2.15.5	Panjang Antrian.....	47
2.15.6	Angka Henti	48
2.15.7	Tundaan.....	48
2.15.8	Level of Service (LOS)	49
2.16	Bangkitan Dan Tarikan Pergerakan.....	52
2.16.1	Definisi Dasar.....	53
2.16.2	Klasifikasi Pergerakan	54
2.16.3	Konsep Perencanaan Transportasi	55
2.16.4	Bangkitan dan Tarikan Pergerakan.....	58
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		58
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	58
3.1.2	Waktu Penelitian	60
3.3	Tahap Pengumpulan Data.....	60
3.4	Pengolahan Data.....	61
3.5	Analisis Data.....	63
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		65
4.1.	Data Masukan	65
4.1.1.	Kondisi Geometrik dan Lingkungan Persimpangan	65
4.1.2.	Data Lingkungan dan Geometrik Jalan.....	65
4.1.3.	Kondisi Sinyal atau Fase	66
4.1.4.	Data Volume Lalu Lintas	66
4.2.	Pengolahan Data.....	68
4.2.1.	Lebar Efektif.....	68
4.2.2.	Arus Jenuh Dasar (So)	69
4.2.3.	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)	69

4.2.4.	Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)	69
4.2.5.	Faktor Penyesuaian Parkir (FP).....	70
4.2.6.	Faktor Penyesuain Belok Kanan (FRT).....	70
4.2.7	Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)	70
4.2.8.	Rasio Arus (FR).....	71
4.2.9.	Rasio Fase (PR).....	72
4.3.	Kapasitas dan Derajat Kejenuhan	73
4.3.1	Kapasitas.	73
4.3.2	Derajat Kejenuhan	73
4.3.3	Panjang Antrian (NQ).....	74
4.3.3	Kendaraan Terhenti.....	76
4.3.4	Tundaan.....	77
4.3.5	Simulasi Penerapan Manajemen Pengendalian Simpang.....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		79
DAFTAR PUSTAKA.....		82
LAMPIRAN I.		
LAMPIRAN II.		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.5 Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas (Traffic Managenent, DPU-Dirjen Bina Marga DKI Jakarta.....	15
Tabel 2.9 Waktu Siklus yang Disarankan (Simpang Bersinyal MKJI1997).....	24
Tabel 2.13 Tipe Pendekat (Simpang Bersinyal MKJI,1997).....	33
Tabel 2.15.2.4 Faktor penyesuaian Ukuran Kota pada Simpang Bersinyal (Simpang Bersinyal MKJI1997).....	37
Tabel 2.15.3 Kapasitas Dasar Tergantung Pada Tipe Jalan Dan Jumlah Lajur. (Simpang Bersinyal MKJI1997).....	44
Tabel 2.15.8 Tundaan Simpang Rata-Rata (LOS) (Simpang Bersinyal MKJI1997).....	50
Tabel 2.16.3 Konsep Perencanaan Transportasi (IHT and CTp,1987).....	56
Tabel 4.1.1 Data Lingkungan Simpang Mandala, Medan (Data Survei Lapangan2021.....	65
Tabel 4.1.2 Data Geometrik Simpang Mandala, Medan (Sumber:Data Survei Lapangan2022).....	66
Tabel 4.1.3 Hasil Penelitian Fase Sinyal Simpang Mandala, Medan (Data Survei Lapangan2021.....	66
Tabel 4.1.4 Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Mandala, Medan (Data Survei Lapangan2021).....	67
Tabel 4.2.2 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar Simpang Mandala (Data Survei Lapangan2021).....	69

(Data Survei Lapangan
2021.)

65

Tabel 4.1.2 Data Geometrik Simpang Mandala, Medan

(Sumber: Data Survei Lapangan
2022)

66

Tabel 4.1.3 Hasil Penelitian Fase Sinyal Simpang Mandala, Medan

(Data Survey Lapangan
2021.)

66

Tabel 4.1.4 Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Mandala, Medan

(Data Survey Lapangan
2021.)

67

Tabel 4.2.2 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar Simpang Mandala

(Data Survey Lapangan
2021.)

69

Tabel 4.2.7 Nilai Arus Jenuh simpang Mandala

(Data Survey Lapangan
2021.)

71

Tabel 4.2.8 Hasil Perhitungan Rasio Arus (FR) Simpang Mandala

(Data Survey Lapangan
2021.)

72

Tebel 4.2.9 Hasil Perhitungan Rasio Fase Simpang Mandala

(Sumber: Data Survey Lapangan 2021).....	72
Tabel 4.3.1 Hasil Perhitungan Kapasitas Simpang Mandala (Data Survey Lapangan 2021).....	73
Tabel 4.3.2 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Simpang Mandala (Data Survey Lapangan 2021).....	74
Tabel 4.3.3 Panjang Antrian Simpang Mandala (Data Survey Lapangan 2021).....	75
Tabel 4.3.4 Kendaraan Henti (NSV) Simpang Mandala (Data Survey Lapangan 2021).....	76
Tabel 4.3.5 Tundaan Kendaraan Simpang Mandala (Hasil Perhitungan Peneliti Untuk Waktu Tunda Dengan Kondisi Existing)	77



DAFTAR GAMBAR

2.7 Jenis Pengaturan Simpang (Rekayasa Lalulintas, 2016)	19
2.8 Simpang Bersinyal (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)	22
2.11 Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas (Dasar-dasar Rekayasa Transportasi, 2014)	30
2.12 Pengaturan Waktu Sinya Lalu Lintas (Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, 2002).....	32
2.14 Model Dasar (Simpang Bersinyal MKJI,1997).....	34
2.15 Perhitungan Simpang Bersinyal(Simpang Bersinyal MKJI 1997).....	37
2.16.3 Konsep Perencanaan Transportasi(IHT and Ctp, 1987).....	55
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian(<i>Google Maps</i> , 2022)	58



DAFTAR NOTASI

GR	= Rasio Hijau / Green Ratio
G	= Waktu Hijau / Green Time
C	= Waktu Siklus / Cyece Time
LEV ,LAV	= Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang(m)
IEV	= Panjang kendaraan yang berangkat (m)
VEV , VAV	= Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat danyang datang (m/dt).
IG	= Waktu Antar Hijau / Green Time
LTI	= Waktu Hilang / Lost Time
Q	= Arus Lalu Lintas / Traffic Flow
QRT	= Belok kanan / Turn Right
QLT	= Belok kiri / Trun Left
QST	= Lurus / Straight
PLT	= Kendaraan belok kiri / vehicle Turn Left
PRT	= Kendaraan belok kanan / Right Turn Vehicle
QUM	= Kendaraan tak bermotor / No.-Motorized Vehicle
QMV	= Kendaraan bermotor / Motor Vehicle
C	= Kapasitas / Capacity
P	= Terlindung / Protected
O	= Terlawan / Challenged
WA	= Lebar pendekat / Approach Width
WLTOR	= Lebar pendekat lengan belok kiri langsung / The Width Of The Arn Approach Turn Left DXDirectly
PLTOR	= Rasio kendaraan belok kiri langsung / Direct Left Trun Vehichel Ratio
S0	= Arus jenuh dasar(smp/jam) / Basic Saturation Current
We	= Lebar jalanj efektif(m) / Effective Road
FCS	= Faktor penyesuaian ukuran kota / City Size Adjusment Factor
FP	= Faktor penyesuaian parker
LP	= Jarak antara garis hentgi dan kendaraan yang diparkir pertama (m) panjang dari jalur pendek
FSF	= Faktor penyesuaian hambatan samping / Side Resistance Adjusment Factor
FRT	= Faktor penyesuain belok kanan / Right Turn Adjusment Factor
FLT	= Faktor penyesuaian belok kiri / Left Turn Adjusment Factor
FR	= Rasio arus / Current Ratio
Q	= Arus lalu lintas(smp/jam) / Traffic Flow
S	= Arus jenuh(smp/jam) / Saturated Current
IFR	= Rasio arus simpang / Cross Current Ratio
Frcrit	= Rasion arus kritis / Critical Current Ratio
PR	= Rasio fase
Cua	= Waktu siklus sebelum penyesuain sinyal(det) / Cyclic Time Before Signal Adjusment
Gi	= Tampilan waktu hijau pada fase i(det) / Green Timer Displa
Σg	= Total waktu hijau (det) / Total Green
Qsmp	= Arus total(smp/jam) / Total Current
DS	= Derajat kejenuhan / Degree Of Saturation
NQ1	= Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
NQ2	= Jumlah smp yang datang selama fase merah
Dj	= Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp) / Caverage Delay To Approach

DGj	= Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)/ Mean Geomatrical Delay For Approximation
Psv	= Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat / Vehicle Stop Ratio
PT	= Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat / Vehicle Turning Ratio
MC	= Sepeda Motor / Motorcycle
LV	= Kendaraan ringan / Light Vehicle
HV	= Kendaraan berat / Heavy Vehicle
FG	= Faktor Penyesuaian Gradien Jalan/ Adjusment Factor
Emp	= Ekuivalensi Mobil Penumpang / Passenger Car Equivalence
Smp	= Satuan Mobil Penumpang / Passanger Car Uni



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Penerapan Manajemen Transportasi pada Persimpangan jalan Mandala menjadi sesuatu yang sangat penting. Karena arus lalu lintas dari Tembung dan Batang Kuis ataupun jalan tol menyebabkan kepadatan yang sangat besar karena alternatif jalan lain belum tersedia. Pada waktu-waktu tertentu pada jam puncak pagi atau sore merupakan waktu yang sangat padat. Sedangkan dari arah jalan Denai menuju simpang Mandala tidak begitu besar hambatannya, karena kondisi jalan yang cukup lebar dan dapat menampung volume kendaraan yang lebih banyak. Sedangkan dari arah simpang Aksara menuju simpang Mandala secara tidak begitu besar kepadatan yang terjadi, di karena masih terdapat jalan alternatif yang dapat mengurai kepadatan yang terjadi di simpang Mandala., maka kepadatan di simpang Aksara masih dapat di kendalikan. Sedangkan persimpangan Unimed menuju simpang Mandala cukup padat volume kendaraan, Dimana Geometri jalan dipersimpangan tersebut kecil sehingga menyebabkan kepadatan yang terjadi semakin besar.

Persimpangan merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan yang merupakan sebuah titik dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau bersilang. Lancar tidaknya pergerakan dalam suatu jaringan jalan sangat di tentukan oleh pengaturan dan penerapan di persimpangan. Secara umum kapasitas persimpangan dapat di kontrol dengan mengendalikan arus lalu lintas dalam suatu jaringan jalan tersebut, Sehingga persimpangan dapat di katakan sebagai bagian dari suatu jaringan jalan yang merupakan daerah penting dalam melayani arus lalu lintas. Sedangkan di Persimpang Mandala sangat padat yang dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti kapasitas persimpangan jalan yang kecil, waktu siklus yang lama, Manajemen persimpangannya yang kurang tepat, dan lain sebagainya. Belum lagi hal lain terjadi banjir karena drainase jalan yang tidak bagus di kawasan simpang jalan mandala dan seringnya listrik mati. Berdasarkan latar belakang di atas penulis tertarik meneliti tentang Penerapan Manajemen Sistem Transportasi Pada Persimpangan Mandala Medan.

1.2 Perumusan masalah.

1. Apakah dengan adanya penerapan manajemen sistem transportasi dapat mengontrol arus lalu lintas jalan pada persimpangan?
2. Bagaimanakah solusi kepadatan kendaraan di jalan Selamat Ketaren?
3. Apakah waktu siklus lampu lalu lintas pada persimpangan tersebut dapat meminimalkan besarnya volume arus lalu lintas?
4. Apakah dengan adanya penambahan rambu-rambu lalu lintas dapat membuat pengendara umum lebih tertib dalam berlalu lintas?

1.3 Lingkup penelitian

Mengingat adanya keterbatasan pengetahuan dan waktu yang ada pada penulis masalah ini dibatasi pada:

1. Memperbaiki kenyamanan dan kemudahan Fasilitas Manajemen Sistem Transportasi pada persimpangan mandala.
2. Untuk mencari solusi kepadatan kendaraan di jalan selamat ketaren menuju simpang mandala yang di sebabkan oleh Giometri jalan yang cukup kecil.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor kemacetan pada persimpangan Mandala. Tujuan penelitian ini adalah Untuk dapat menentukan langkah-langkah yang akan di ambil dalam menerapkan manajemen sistem transportasi pada persimpangan Mandala medan.

1.4 Manfaat penelitian

1. Bagi peneliti, diharapkan bermanfaat dalam pengembangan ilmu Teknik

baik dan benar.

2. Bagi akademisi, dapat di jadikan bahan informasi bagi penelitian untuk menanganin masalah manajemen pada sistem transportasi di setiap persimpangan yang ada.
3. Bagi pemerintah, dapat memberikan informasi dan masukan khususnya pada Instansi yang terkait, yaitu Dinas Perhubungan (DISHUB), dan Polisi Lalu Lintas (POLANTAS).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Transportasi

2.1.1 Pengertian Sistem Transportasi

Pengertian sistem transportasi merupakan gabungan dari dua definisi, yaitu sistem dan transportasi. Sistem adalah suatu bentuk keterikatan dan keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lain dalam tatanan yang terstruktur, sedangkan transportasi adalah suatu usaha untuk memindahkan, menggerakkan, mengangkut, atau mengalihkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain.

Menurut Salim (2000) transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam transportasi ada dua unsur yang terpenting yaitu pemindahan/pergerakan (movement) dan secara fisik mengubah tempat dari barang (comoditi) dan penumpang ke tempat lain. Menurut Miro (2005) transportasi dapat diartikan usaha memindahkan, menggerakkan, mengangkut atau mengalihkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain, di mana di tempat lain ini objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu. Sedangkan menurut Nasution (1996) adalah sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan.

Secara umum, penggolongan moda transportasi didasarkan pada empat unsur transportasi berikut (Kamaluddin, 2003: 17-18), yaitu:

1. Jalan Jalan merupakan kebutuhan yang paling penting dalam transportasi. Tanpa adanya jalan tidak mungkin tersedia jasa transportasi bagi pemakainya. Jalan ditujukan dan disediakan sebagai dasar alat angkutan untuk bergerak dari suatu tempat asal ke tempat tujuan. Unsur jalan dapat berupa jalan raya, jalan kereta api, jalan air dan jalan udara.
2. Alat Angkutan Perkembangan dan kemajuan jalan atau alat angkutan merupakan dua unsur yang saling berkaitan satu sama lainnya. Alat

angkutan dapat digolongkan dalam angkutan jalan darat, angkutan jalan air dan angkutan udara.

3. Tenaga Penggerak Tenaga penggerak yang dimaksudkan adalah tenaga atau energi yang dipergunakan untuk menarik, mendorong atau menggerakkan alat angkutan, seperti tenaga manusia, binatang, tenaga uap, batu bara, BBM, tenaga diesel, tenaga listrik, tenaga atom dan tenaga nuklir. Penggunaan tenaga penggerak berkembang sesuai kemajuan dan pemakaian teknologi di daerah bersangkutan.
4. Tempat Pemberhentian Tempat pemberhentian dapat berupa terminal, stasiun, pelabuhan, bandara yaitu tempat dimana suatu perjalanan transportasi dimulai maupun berhenti/berakhir sebagai tempattujuannya.

Berdasarkan unsur-unsur transportasi, transportasi darat (land transport) dapat dibedakan menjadi 2 (dua) (Kamaludin, 2003: 18-19), meliputi :

1. Transportasi jalan raya Dalam transportasi jalan raya, alat transportasi yang digunakan berupa manusia, binatang, sepeda, sepeda motor, becak, bus, truk, dan kendaraan bermotor lainnya. Jalan yang digunakan berupa jalan setapak, jalan tanah, jalan kerikil dan jalan aspal. Tenaga penggerak yang digunakan adalah tenaga manusia, tenaga binatang, tenaga uap, BBM dan diesel.
2. Transportasi jalan rel Dalam transportasi jalan rel, alat angkut yang digunakan berupa kereta api. Jalan yang dipergunakan berupa jalan rel baja. Tenaga penggeraknya adalah berupa tenaga uap, diesel, dan tenaga listrik.

2.1.2. Komponen Sistem Transportasi

Dalam pemenuhan kebutuhannya, transportasi sangat diperlukan manusia karena sumber kebutuhan manusia tidak selalu berada pada satu tempat saja, tetapi banyak tempat. Menurut Sukarto (2006: 93) terdapat lima unsur pokok transportasi yaitu:

1. Manusia, yang membutuhkan transportasi
2. Barang, yang diperlukan manusia
3. Kendaraan, sebagai sarana transportasi
4. Jalan, sebagai prasarana transportasi
5. Organisasi, sebagai pengelola transportasi

Pada dasarnya, kelima unsur di atas saling terkait untuk terlaksananya transportasi, yaitu terjaminnya penumpang atau barang yang diangkut akan sampai ke tempat tujuan dalam keadaan baik seperti pada saat awal diangkut. Sehingga perlu diketahui terlebih dulu ciri penumpang dan barang, kondisi sarana dan konstruksi prasarana, serta pelaksanaan transportasi.

Adapun beberapa komponen sistem transportasi yang sangat penting sebagai elemen dasar dalam perencanaan sistem transportasi (Miro, 2005) adalah sebagai berikut :

1. Fasilitas fisik, meliputi jalan raya, jalan rel, bandara, dermaga, saluran.
2. Armada angkutan, galangan kapal.
3. Fasilitas operasional, meliputi fasilitas pemeliharaan angkutan, ruang kantor.
4. Lembaga, terdiri dari 2 jenis, yaitu lembaga fasilitas orientasi dan lembaga pengoperasian.
 - Lembaga fasilitas orientasi adalah dasar utama dalam perencanaan, perancangan, struktur, pemeliharaan, dan fasilitas pengoperasian.
 - Lembaga pengoperasian adalah dasar keterkaitan dengan pengoperasian armada dalam pelayanan transportasi yang meliputi perusahaan kereta api, perusahaan penerbangan, perusahaan kapal, perusahaan truk-truk, dan lain-lain.
5. Strategi pengoperasian, meliputi rute kendaraan, jadwal, dan pengontrol lalu lintas.

2.1.3. Peranan Transportasi

Transportasi memiliki peranan penting dan strategi dalam pembangunan nasional mengingat transportasi merupakan sarana untuk memperlancar roda perekonomian, memperkuat persatuan dan kesatuan serta mempengaruhi hampir semua aspek kehidupan. Transportasi bukanlah tujuan akhir, melainkan sekadar alat untuk melawan jarak karena kemajuan teknologi memunculkan berbagai macam alat transportasi untuk memenuhi berbagai keperluan. Transportasi harus digunakan seefisien mungkin, karena ketidakefisienan sistem transportasi merupakan pembosoran besar. Akan banyak materi yang terbuang percuma dan sia-sia (Tamin, 2000).

Pentingnya transportasi sebagai urat nadi kehidupan ekonomi, sosial ekonomi, politik, dan pertahanan keamanan memiliki dua fungsi ganda yaitu sebagai unsur penunjang dan sebagai unsur pendorong. Sebagai unsur penunjang, transportasi berfungsi menyediakan jasa transportasi yang efektif untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor dan menggerakkan pembangunan nasional. Sebagai unsur pendorong, transportasi berfungsi menyediakan jasa transportasi yang efektif untuk membuka daerah-daerah yang terisolasi, melayani daerah terpencil, merangsang pertumbuhan daerah tertinggal dan terbelakang (Tamin, 2000).

Transportasi memegang peranan yang sangat penting bagi karena berperan dalam menunjang pertumbuhan ekonomi nasional, mendorong terciptanya pemerataan pembangunan wilayah dan stabilitas nasional, serta meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat. Adanya sarana transportasi dapat mempersingkat dan mempercepat dalam menyelesaikan pembangunan.

2.2. Konsep Pemodelan

2.2.1. Pemodelan Transportasi

Model merupakan alat bantu atau media yang dapat digunakan untuk mencerminkan dan menyederhanakan suatu realita (dunia sebenarnya) secara terukur atau penyederhanaan realita untuk mendapatkan tujuan tertentu, yaitu penjelasan dan pengertian yang lebih mendalam serta untuk kepentingan

peramalan. Semakin mirip suatu model dengan realitanya, semakin sulit membuat model tersebut. Jadi, pemodelan adalah pendekatan kuantitatif yang dilakukan untuk mendapatkan penjelasan atau gambaran yang lebih jelas serta terukur mengenai sistem transportasi. Permodelan transportasi terdiri dari beberapa jenis (Tamin, 2000), diantaranya :

1. Model fisik, yaitu model yang memperlihatkan dan menjelaskan suatu objek yang sama dengan skala yang lebih kecil sehingga didapatkan gambaran yang lebih jelas dan rinci serta terukur mengenai perilaku objek tersebut jika dibangun dalam skala sebenarnya. Misalnya :
 - Model arsitek (model rumah, perumahan, mall, dan lain-lain)
 - Model teknik (model pengembangan wilayah, kota, kawasan, dan lain- lain)
2. Model peta dan diagram, yaitu model yang menggunakan garis (lurus dan lengkung), gambar, warna, dan bentuk sebagai media penyampaian informasi yang memperlihatkan realita objek tersebut. Misalnya, kontur ketinggian, kemiringan tanah, lokasi sungai dan jembatan, gunung, batas administrasi pemerintah, dan lain-lain.
3. Model statistik dan matematik, yaitu model yang menggambarkan keadaan yang ada dalam bentuk persamaan-persamaan dan fungsi matematis sebagai media dalam usaha mencerminkan realita. Misalnya, menerangkan aspek fisik, sosial-ekonomi, dan model transportasi. Keuntungan pemakaian model matematis dalam perencanaan transportasi adalah bahwasewaktu pembuatan formulasi, kalibrasi serta penggunaannya, para perencana dapat belajar banyak melalui eksperimen, tentang kelakuan dan mekanisme internal dari sistem yang sedang dianalisis.
4. Model deskriptif dan normatif, dimana model deskriptif adalah model yang berusaha menerangkan perilaku sistem yang ada, sedangkan model normatif adalah model yang berusaha menerangkan perilaku sistem yang ideal menurut keinginan si pembuat model.

2.2.2. Konsep Perencanaan Transportasi

Terdapat beberapa konsep perencanaan transportasi yang telah berkembang hingga saat ini dan yang paling populer adalah Model Perencanaan transportasi Empat Tahap (Four Step Models). Tahapan model perencanaan transportasi menurut Tamin (2000), antara lain:

1. Model Bangkitan Pergerakan (Trip Generation Models), yaitu pemodelan transportasi yang berfungsi untuk memperkirakan dan meramalkan jumlah (banyaknya) perjalanan yang berasal (meninggalkan) dari suatu zona/kawasan/petak lahan dan jumlah (banyaknya) perjalanan yang datang/tertarik (menuju) ke suatu zona/kawasan/petak lahan pada masa yang akan datang (tahun rencana) per satuan waktu.
2. Model Sebaran Pergerakan (Trip Distribution Models), yaitu pemodelan yang memperlihatkan jumlah (banyaknya) perjalanan/yang bermula dari dari suatu zona asal yang menyebar ke banyak zona tujuan atau sebaliknya jumlah (banyaknya) perjalanan/yang datang mengumpul ke suatu zonatujuan yang tadinya berasal dari sejumlah zona asal.
3. Model Pemilihan Moda Transportasi (Mode Choice models), yaitu pemodelan atau tahapan proses perencanaan angkutan yang berfungsi untuk menentukan pembebanan perjalanan atau mengetahui jumlah (dalam arti proporsi) orang dan barang yang akan menggunakan atau memilih berbagai moda transportasi yang tersedia untuk melayani suatu titik asal tujuan tertentu, demi beberapa maksud perjalanan tertentu pula.
4. Model Pemilihan Rute (Trip Assignment Models), yaitu pemodelan yang memperlihatkan dan memprediksi pelaku perjalanan yang memilih berbagai rute dan lalu lintas yang menghubungkan jaringan transportasi tersebut.

2.3. Model Pemilihan Moda Transportasi

Pemilihan moda merupakan suatu tahapan proses perencanaan angkutan yang bertugas untuk menentukan pembebanan perjalanan atau mengetahui jumlah (dalam arti proporsi) orang dan barang yang akan menggunakan atau memilih berbagai moda transportasi yang tersedia untuk melayani suatu titik asal-tujuan tertentu, demi beberapa maksud perjalanan tertentu pula. Tahap pemilihan moda transportasi ini merupakan pengembangan dari tahap model asal-tujuan (sebaran perjalanan) dan bangkitan perjalanan, karena pada tahap sebaran perjalanan kita menentukan jumlah perjalanan ke masing-masing zona asal dan tujuan (Tamin, 2000).

Pemilihan moda transportasi dianggap sebagai tahap terpenting dalam perencanaan transportasi, dan sekaligus juga merupakan tahap tersulit karena pada tahap inilah ditemui berbagai kendala/hambatan berupa sulit dan rumitnya memodelkan realita yang terjadi di dunia nyata sebagai akibat dari sulitnya peneliti untuk membaca perilaku orang banyak, terutama masyarakat pengguna Bangkitan Pergerakan (Trip Generation) Sebaran Pergerakan (Trip Distribution) Pemilihan Moda (Mode Choice) Pemilihan Rute (Trip Assignment) jasa transportasi, dan di pihak lain di dunia nyata tersebut pun banyak tersedia bentuk-bentuk pelayanan transportasi baik dari segi jarak geografis, teknik, ukuran, kecepatan, ekonomis, dan lain-lain yang kesemuanya menawarkan karakteristik layanan yang tidak sama antara satu dengan lainnya sehingga timbulah masalah pada para peneliti/perencana transportasi berupa kesulitan untuk mengkuantifikasikannya, memodelkannya, menganalisisnya serta mengidentifikasi berbagai faktor yang mempengaruhinya (Tamin, 2000).

Hasil dari analisa tahap pemilihan moda transportasi sangat bermanfaat sebagai masukan bagi pihak penyedia jasa transportasi (transport supplier), supaya ada perbaikan kedepannya. Hasil analisa tersebut nantinya bisa dijadikan sebagai

dasar pertimbangan untuk memperkirakan jumlah kendaraan atau armada yang harus mereka sediakan pada masa yang akan datang untuk melayani masyarakat dari tempat asal menuju tempat tujuan.

2.3.1. Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Moda

Model pemilihan moda bertujuan untuk mengetahui proporsi orang yang akan menggunakan setiap moda. Proses ini dilakukan dengan maksud untuk mengkalibrasikan model pemilihan moda pada tahun dasar dengan mengetahui perubahan atribut yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut. Setelah dilakukan proses kalibrasi, model dapat digunakan untuk meramalkan pemilihan moda dengan menggunakan nilai peubah atribut untuk masa mendatang (Tamin, 2000).

Menurut Miro (2005), terdapat 4 (empat) kelompok faktor yang dianggap kuat pengaruhnya terhadap perilaku perjalanan atau calon pengguna (trip maker behavior). Masing-masing faktor ini terbagi lagi menjadi beberapa variabel yang dapat diidentifikasi. Variabel-variabel ini dapat dinilai secara kuantitatif dan kualitatif. Faktor-faktor atau variabel-variabel tersebut adalah :

1. Kelompok factor karakteristik perjalanan (travel characteristics factor), meliputi variabel:
 - a. Tujuan perjalanan (trip purpose), seperti pergi bekerja, sekolah, belanja, dan lain-lain.
 - b. Waktu perjalanan (time of trip made), seperti pagi hari, siang, sore, malam, hari libur, dan seterusnya.
 - c. Panjang perjalanan (trip length), merupakan jarak fisik antara asal dengan tujuan, termasuk panjang rute/ruas, waktu perbandingan kalau menggunakan moda-moda lain.
2. Kelompok factor karakteristik si pelaku perjalanan (traveler characteristics factor). Pada kelompok faktor ini, seluruh variabel ikut serta berkontribusi mempengaruhi perilaku si pelaku perjalanan dalam memilih modatransportasi. Variabel tersebut adalah:
 - a. Pendapatan (income), berupa daya beli si pelaku perjalanan untuk membiayai perjalanannya, baik dengan mobil pribadi atau angkutan umum.

- b. Kepemilikan kendaraan (car ownership), berupa tersedianya kendaraan pribadi sebagai sarana melakukan perjalanan.
 - c. Kondisi kendaraan pribadi (tua, jelek, baru, dan lain-lain).
 - d. Kepadatan pemukiman (density of residential development).
 - e. Sosial-ekonomi, seperti struktur dan ukuran keluarga (pasangan muda, punya anak, pensiunan atau bujangan), usia, jenis kelamin, jenis pekerjaan, lokasi pekerjaan, punya lisensi mengemudi (SIM) atau tidak.
3. Kelompok factor karakteristik system transportasi (transportation system characteristics factor). Semua variabel yang berpengaruh terhadap perilaku si pelaku perjalanan berhubungan dengan kinerja pelayanan sistem transportasi seperti variabel:
- a. Waktu relative (lama) perjalanan (relative travel time) mulai dari lamanya waktu menunggu kendaraan di pemberhentian, waktu jalan ke terminal (walk to terminal time), dan waktu di atas kendaraan.
 - b. Biaya relatif perjalanan (relative travel cost), yaitu seluruh biaya yang timbul akibat melakukan perjalanan dari asal ke tujuan untuk semua moda yang berkompetisi seperti tarif tiket, bahan bakar, dan lain-lain.
 - c. Tingkat pelayanan relative (relative level of service), yaitu variabel yang cukup bervariasi dan sulit diukur, contohnya adalah variabel kenyamanan dan kesenangan, yang membuat orang mudah gontaganti moda transportasi.
 - d. Tingkat akses/indeks daya hubung/kemudahan pencapaian tempat tujuan.
 - e. Tingkat kehandalan angkutan umum dari segi waktu (tepat waktu/reliability), ketersediaan ruang parkir dan tarif. Ketiga variabel terakhir ini (3, 4, dan 5) merupakan kelompok variabel yang sangat subjektif sehingga sulit diukur (dikuantifikasikan) dan masuk kelompok variabel kualitatif

(difficult to quantify).

4. Kelompok factor karakteristik kota dan zona (special characteristics factor), meliputi:
 - a. Variabel jarak kediaman dengan tempat kegiatan.
 - b. Variabel kepadatan penduduk (population density)

2.3.2. Pemilihan Moda Transportasi

Dalam memodelkan pergerakan, pemilihan moda transportasi sangat tergantung oleh beberapa hal, misalnya tergantung pada pelaku perjalanan (trip maker) dan moda transportasi yang digunakan baik kendaraan pribadi maupun angkutan umum. Pemilihan moda transportasi tersebut dapat dikelompokkan dalam 2 (dua) kelompok (Tamin, 2000), yaitu :

1. Pengguna Jasa Transportasi/Pelaku Perjalanan (Trip maker)
 - a. Golongan captive, yaitu golongan masyarakat yang terpaksa menggunakan angkutan umum karena ketiadaan mobil pribadi. Mereka adalah golongan masyarakat lapisan menengah ke bawah.
 - b. Golongan choice, yaitu golongan masyarakat yang mempunyai kemudahan (akses) ke kendaraan pribadi dan dapat memilih untuk menggunakan angkutan umum atau angkutan pribadi.
2. Bentuk Alat (Moda) Transportasi/Jenis Pelayanan Transportasi
 - a. Kendaraan pribadi (private transportation), yaitu moda transportasi yang dikhususkan untuk pribadi seseorang yang bebas menggunakannya kemana aja, kapan saja, dan dimana saja yang diinginkan atau tidak menggunakannya sama sekali.
 - b. Kendaraan umum (public transportation), yaitu moda transportasi yang diperuntukkan untuk kepentingan bersama (banyak orang), menerima pelayanan bersama, mempunyai arah dan titik tujuan yang sama, serta terikat dengan peraturan trayek yang sudah ditentukan.

2.4 MANAJEMEN LALU LINTAS

Manajemen lalu lintas adalah pengelolaan dan pengendalian arus lalu lintas dengan melakukan optimasi penggunaan prasarana yang ada untuk memberikan kemudahan kepada lalu lintas secara efisien dalam penggunaan ruang jalan serta memperlancar sistem pergerakan. Hal ini berhubungan dengan kondisi arus lalu lintas dan sarana penunjangnya pada saat sekarang dan bagaimana mengorganisasikannya untuk mendapatkan penampilan yang terbaik.

2.4.1 Tujuan Manajemen Lalu Lintas

Tujuan dilaksanakannya Manajemen Lalu Lintas adalah :

1. Mendapatkan tingkat efisiensi dari pergerakan lalu lintas secara menyeluruh dengan tingkat aksesibilitas (ukuran kenyamanan) yang tinggi dengan menyeimbangkan permintaan pergerakan dengan saranapenunjang yang ada.
2. Meningkatkan tingkat keselamatan dari pengguna yang dapat diterima oleh semua pihak dan memperbaiki tingkat keselamatan tersebut sebaik mungkin.
3. Melindungi dan memperbaiki keadaan kondisi lingkungan dimana arus lalu lintas tersebut berada.
4. Mempromosikan penggunaan energi secara efisien.

2.4.2 Sasaran Manajemen Lalu Lintas

Sasaran manajemen lalu lintas sesuai dengan tujuan diatas adalah :

1. Mengatur dan menyederhanakan arus lalu lintas dengan melakukan manajemen terhadap tipe, kecepatan dan pemakai jalan yang berbeda untuk meminimumkan gangguan untuk melancarkan arus lalu lintas.
2. Mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas dengan menambah kapasitas atau mengurangi volume lalu lintas pada suatu jalan. Melakukan optimasi ruas jalan dengan menentukan fungsi dari jalan dan terkontrolnya aktifitas-aktifitas yang tidak cocok dengan fungsi jalan tersebut.

2.5 Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas

Terdapat tiga strategi manajemen lalu lintas secara umum yang dapat dikombinasikan sebagai bagian dari rencana manajemen lalu lintas. Teknik-teknik tersebut adalah :

Tabel 2. 1 Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas

Strategi	Teknik
Manajemen Kapasitas	1) Perbaikan persimpangan 2) Manajemen ruas jalan : <ul style="list-style-type: none"> – Pemisahan tipe kendaraan – Kontrol “<i>on-street parking</i>” (tempat, waktu) – Pelebaran jalan 3) <i>Area traffic control</i> : <ul style="list-style-type: none"> – Batasan tempat membelok – Sistem jalan satu arah – Koordinasi lampu lalu lintas
Manajemen Prioritas	Prioritas bus, misal jalur khusus bus Akses angkutan barang, bongkar dan muat Daerah pejalan kaki Rute sepeda Control daerah parkir
Manajemen <i>Demand (restraint)</i>	Kebijakan parkir Penutupan jalan <i>Area and cordon licensing</i> Batasan fisik

Sumber : Traffic Management, DPU-Dirjen Bina Marga DKI Jakarta

2.5.2.1 Manajemen Kapasitas, terutama dalam pengorganisasian ruang jalan.

Langkah pertama dalam manajemen lalu lintas adalah membuat penggunaan kapasitas dan ruas jalan seefektif mungkin, sehingga pergerakan lalu lintasyang lancar merupakan syarat utama. Arus di persimpangan harus di *survai* untuk meyakinkan penggunaan kontrol dan geometrik yang optimum. *Right of Way* harus diorganisasikan sedemikian rupa sehingga setiap bagian mempunyai fungsi sendiri, misal parkir, jalur pejalan kaki, kapasitas

jalan. Penggunaan ruang jalan sepanjang ruas jalan harus dikoordinasikan secara baik.

Jika akses dan parkir diperlukan, *survai* dapat dengan mudah menentukan *demandnya*. Perlunya fasilitas pejalan kaki dapat dengan mudah *disurvai*. Oleh sebab itu, manajemen kapasitas adalah hal yang termudah dan teknik manajemen lalu lintas yang paling efektif untuk diterapkan.

2.5.2.2 Manajemen Prioritas

Terdapat beberapa ukuran yang dapat dipakai untuk menentukan prioritas pemilihan moda transportasi, terutama kendaraan penumpang (bus dan taksi) :

2.5.2.2.1 Jalur khusus bus

2.5.2.2.2 Prioritas persimpangan

Karena bus bergerak dengan jumlah penumpang yang banyak setiap ukuran, untuk memperbaiki kecepatannya walaupun dengan jumlah sedikit akan menguntungkan orang banyak. Juga sering ditemui taksi yang mendapat prioritas.

Kendaraan barang tidak perlu prioritas kecuali pada waktu mengantar barang. Metode utama adalah dengan mengizinkan parkir (*short term*) untuk pengantaran pada lokasi dimana kendaraan lain tidak diperbolehkan berhenti.

2.5.2.3 Manajemen Demand

Manajemen *demand* terdiri dari :

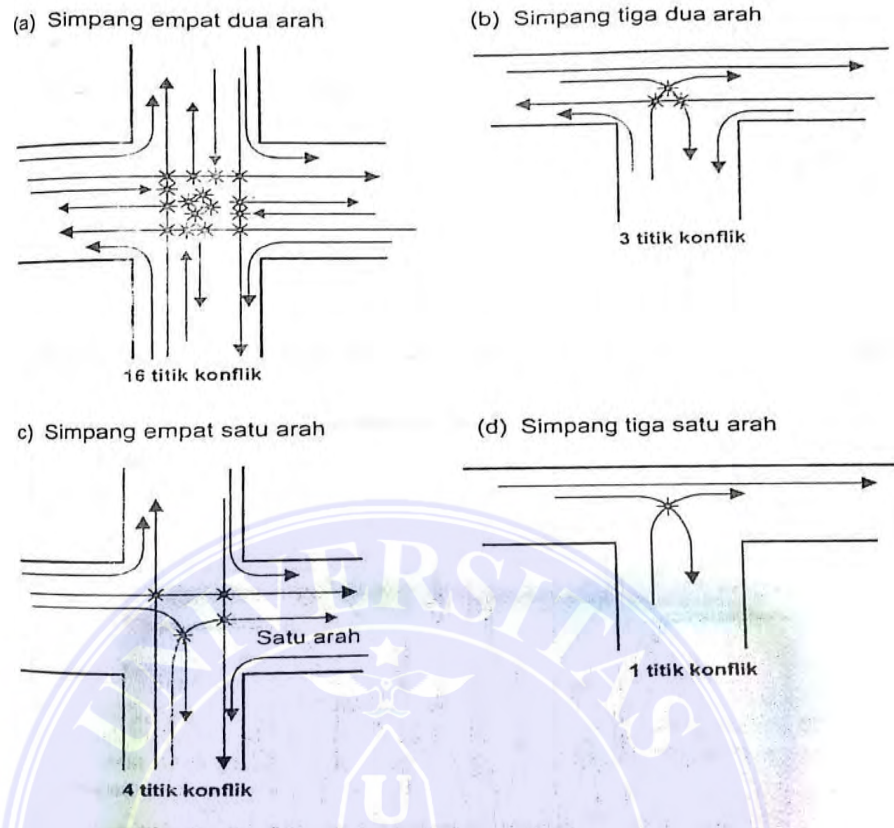
- a) Merubah rute kendaraan pada jaringan dengan tujuan untuk memindahkan kendaraan dari daerah macet ke daerah tidak macet.
- b) Merubah moda perjalanan, terutama dari kendaraan pribadi ke angkutan umum pada jam sibuk. Hal ini berarti penyediaan prioritas ke angkutan umum.
- c) Yang menyebabkan adanya keputusan perlunya pergerakan apa tidak, dengan tujuan mengurangi arus lalu lintas dan juga kemacetan.

d) Kontrol pengembangan tata guna tanah.

2.6 Persimpangan Lalu Lintas

2.6.1 Pengertian Persimpangan

Simpang jalan mempunyai peranan yang sangat penting untuk memperlancar arus lalu lintas dalam suatu proses transportasi. Simpang jalan merupakan suatu titik tempat bertemunya berbagai pergerakan yang tidak sama arahnya, baik pergerakan yang dilakukan orang dengan kendaraan atau pun yang tanpa kendaraan (pedestrian). (Hidayati, 2000) Persimpangan jalan adalah suatu daerah umum di mana dua atau lebih ruas jalan saling bertemu atau berpotongan yang mencakup fasilitas jalur jalan dan tepi jalan dimana lalu lintas dapat bergerak didalamnya. Persimpangan adalah bagian terpenting dari system jaringan jalan, yang secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam system jaringan tersebut. Untuk mengendalikan arus lalu lintas, maka ditetapkan aturan lalu lintas yang menetapkan siapa yang mempunyai hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan. Hak pada persimpangan merupakan ketentuan berlalu lintas yang diberlakukan dipersimpangan. (Alik Ansyori Alamsyah, 2018:89) Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya, ataupun kendaraan dengan pejalan kaki. Oleh karena itu, upaya memperlancar arus lalu lintas adalah dengan 'meniadakan' titik konflik ini, misalnya dengan membangun 'pulau lalu lintas' atau bundaran, menerapkan 'arus searah', menerapkan 'larangan belok kanan' maka titik konflik tinggal 4 buah, dan dengan simpang susun titik konflik secara teori ditiadakan. (Suwardjoko R. Warpani, 2002:86)



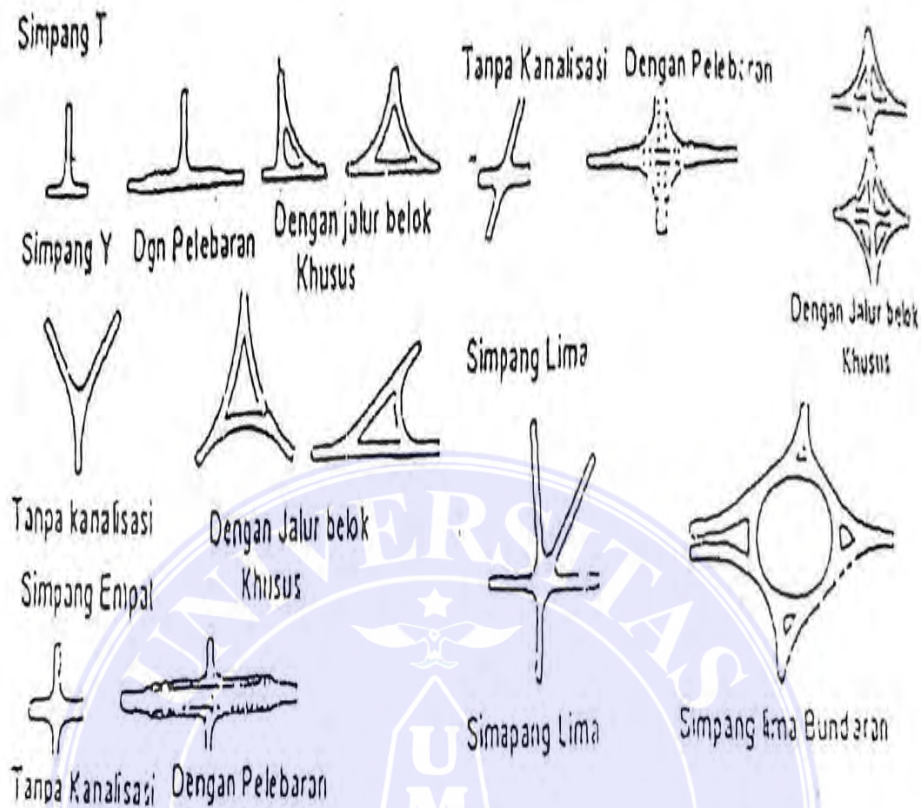
Gambar 2.1 Titik Konflik pada Simbang Sumber: PengelolaanLalu-lintas dan Angkutan Jalan,2002

2.7 Jenis Jenis Pengaturan Persimpangan

Ada beberapa jenis pengaturan simpang, yaitu:

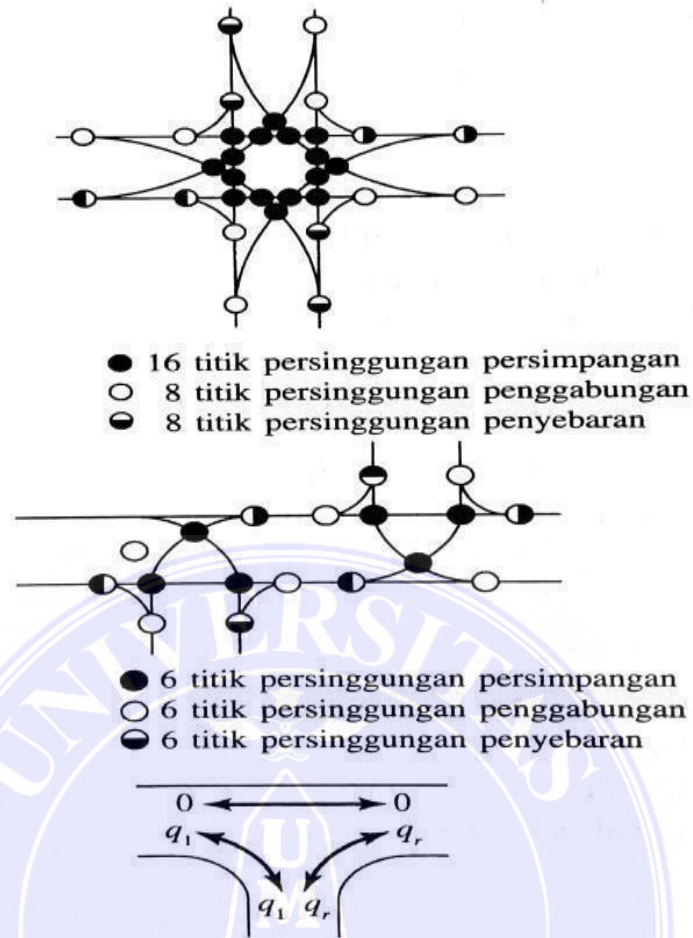
- Pengaturan simpang tanpa lampu lalu lintas, dan
- Pengaturan simpang dengan lampu lalu lintas. (Alik Ansyori Alamsyah,2018:94)

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



Gambar 2.2 Jenis-jenis Simpang Sumber: Rekayasa Lalulintas, 2016

Terdapat paling tidak enam cara utama untuk mengendalikan lalu lintas di persimpangan, bergantung pada jenis persimpangan dan volume lalu-lintas pada tiap aliran kendaraan. Berdasarkan urutan tingkat pengendalian, dari kecil ke tinggi, dipersimpangan, keenamnya adalah: tanpa kendali, kanalisasi, rambu pengendali kecepatan atau rambu berhenti, bundaran, dan lampu lalu-lintas (C. Jotin Khisty, B. Kent Lall, 2003:278).



Gambar 2.3 Aliran Kendaraan dan Laju Penggabungan, Penyebaran, dan Persimpangan (Salter, 1974)

Sumber: Dasar Dasar Rekayasa Transportasi, 2014

Ada beberapa tujuan pengaturan simpang, namun secara umum tujuan pengaturansimpang dapat dijelaskan sebagai berikut:

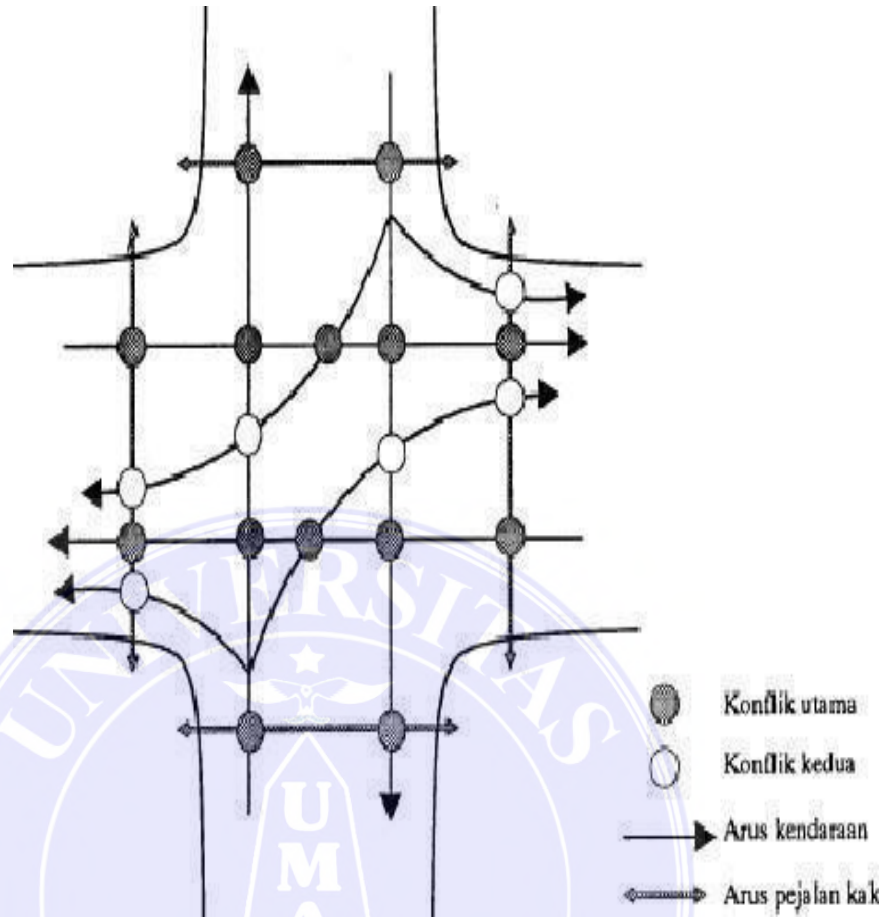
1. Untuk mengurangikecelakaan.
2. Untuk meningkatkankapasitas.
3. Meminimalkan tundaan atau antrian. (Buono, 2016)

2.8 Simpang Bersinyal

Simpang Bersinyal merupakan tata cara menentukan waktu sinyal, kapasitas dan perilaku lalu lintas (tundaan, panjang antrian, dan rasio kendaraan terhenti) pada simpang di daerah perkotaan dan semi perkotaan). Simpang Bersinyal adalah dimana pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoprasian sinyal lalu lintas, jadi pemakai jalannya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya. Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut (MKJI 1997:2-2):

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

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



Gambar 2.4 Konflik Lalu Lintas Persimpangan Bersinyal Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Tujuan dari pemasangan lampu lalu lintas yaitu:

- 1) Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak,
- 2) Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama, dan,
- 3) Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan. (MKJI, 1997:2-2)

2.9 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas

Sinyal lalu lintas adalah alat kontrol elektrik untuk lalu lintas di persimpangan jalan yang berfungsi untuk memisahkan arus kendaraan berdasarkan waktu, yaitu dengan memberikan kesempatan berjalan secara bergiliran kepada kendaraan dari masing-masing kaki simpang/pendekat dengan

menggunakan isyarat dari lampu lalu lintas. Fungsi pemisahan arus ini menjadi sangat penting karena pertemuan arus kendaraan terutama dalam volume yang cukup besar akan membahayakan kendaraan yang melalui simpang dan dapat mengacaukan sistem lalu lintas dipersimpangan. (Amir Sanjaya, Eti Sulandari, Said Basalim, 2016).

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

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

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

Dalam pengaturan dan pengoprasian sinyal lampu lalu lintas ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Fase sinyal, yaitu bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas,
2. Waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya keadaan rata-rata. Jika nilai rasio arus (FR) mendekati atau lebih dari satu

maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan waktu siklus yang sangat tinggi atau negatif. Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang lebih dari batas yang disarankan, maka hal ini menunjukkan bahwa kapasitas dari simpang tidak mencukupi. (MKJI, 1997), Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Waktu Siklus yang Disarankan

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

Sumber: Simpang Bersinyal MKJI 1997

3. Waktu hijau (g), yaitu waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (detik). Waktu hijau dibedakan menjadi 2 macam yaitu:
 - a). Waktu hijau maksimum (gmax) adalah waktu hijau maksimal yang diijinkan dalam suatu fase untuk kendali lalu lintas aktuasi kendaraan (detik) dan,
 - b). Waktu hijau minimum (g min) adalah waktu hijau minimum yang diperlukan (contoh: adanya penyeberangan pejalan kaki).

4. Rasio hijau (green ratio), yaitu perbandingan antara waktu hijau dengan waktu siklus dalam suatu pendekat ($GR=g/c$) (1)
5. Waktu merah semua, yaitu waktu di mana sinyal merah menyala bersama dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (detik),
6. Waktu hilang, yaitu jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (detik). Waktu antar hijau sebaiknya ditentukan dengan menggunakan metodologi yang sesuai sehingga lama nyala hijau dapat disesuaikan dengan lebar jalan yang dapat menjadikan nyala hijau yang efektif (tidak terlalu lama), (MKJI, 1997)
7. Waktu kuning, yaitu waktu di mana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam suatu pendekat.

Ada beberapa pertimbangan pengaturan sinyal lalu lintas antara lain sebagai berikut:

1. Pengaturan waktu tetap umumnya dipilih bila simpang tersebut merupakan bagian dari sistem sinyal lalu lintas terkoordinasi.
2. Pengaturan sinyal aktuasi (detektor hanya dipasang pada jalan minor atau tombol penyeberangan pejalan kaki) umumnya simpang tersebut terisolir dan terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan pejalan kaki dan berpotongan dengan jalan arteri. Pada keadaan ini sinyal selalu hijau untuk jalan utama bila tidak ada kebutuhan dari jalan minor.

3. Pengaturan sinyal aktuasi penuh adalah model pengaturan yang paling efisien untuk simpang terisolir di antara jalan-jalan dengan kepentingan dan kebutuhan lalu lintas yang sama atau hampir sama.
4. Pengaturan sinyal terkoordinasi umumnya diperlukan bila jarak antara simpang bersinyal berdekatan adalah kecil (kurang dari 200 m). (MKJI, 1997:2-33)

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

Tabel 2.2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

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

Sumber: Simpang Bersinyal MKJI 1997

Perhitungan waktu merah semua yang diperlukan antara pengosongan pada akhir setiap fase harus memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama di fase berikutnya (melewati garis henti sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi, merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang (dari garis henti sampai ke titik konflik) dan panjang dari kendaraan yang berangkat.

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

$$MERAH\ SEMUA\ (i) = \frac{L_{EV} + L_{AV}}{V_{EV} + V_{AV}} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

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

L_{EV} : Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} : Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/dt).

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

$$LTI = \sum (MERAHSEMUA + KUNING) = \sum G_i \dots\dots\dots (3)$$

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

Lampu lalu lintas dapat dikoordinasikan dalam bebrapa cara, tetapi tiga teknik yang paling banyak dilakukan adalah system simultan, system alternatif, dan system progresif fleksibel. (C. Jotin Khisty, B. Kent Lall, 2003:315).

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

2.10 Efek dari Sinyal Lalu Lintas

Penerapan sinyal lampu lalu lintas dari simpang diharapkan dapat memberikan efek-efek:

- a) Peningkatan keselamatan Lalu Lintas.
- b) Pemberian fasilitas kepada penyeberangan pejalan kaki.
- c) Peningkatan kapasitas dari simpang antara dua jalan yang sibuk.

- d) Pengaturan distribusi dari kapasitas berbagi arah arus lalu lintas atau kategori arus lalu lintas (kendaraan umum, bis, dll).

Operasi perencanaan yang buruk atau kurangnya pemeliharaan sinyal lampu lalu lintas dapat menyebabkan.

- a. Meningkatkan frekuensi kecelakaan
- b. Mengakibatkan tundaan
- c. Kemungkinan sinyal tidak ditaati
- d. Perjalanan menumpuk pada alternative. (Alik Ansyori Alamsyah, 20018:113)

2.11 Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas

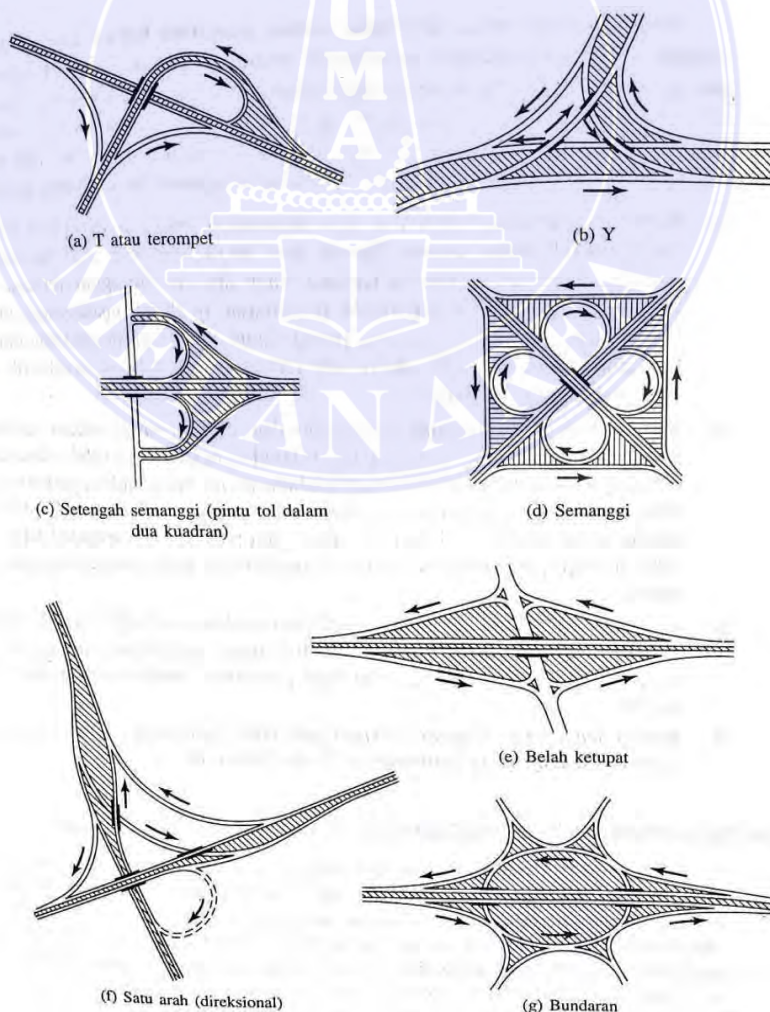
Peralatan pengendali lalu lintas meliputi rambu, penghalang yang dapat dipindahkan, dan lampu lalu lintas. Sistem pengendalian sinyal lalu lintas terdiri dari peralatan-peralatan sebagai berikut:

- a. Kepala tiang,
- b. Detector untuk lalu lintas (bila otomatis),
- c. Pengendali local untuk menyalakan lampu sinyal pada persimpangan,
- d. Pengendali induk untuk mengkoordinasi beberapa pengatur lokal bila ATC,
- e. Sistem transmisi untuk menghubungkan sinyal detector pengendali lokal dan pengendali induk.

Seluruh alat tersebut dapat digunakan secara terpisah atau digabungkan bila perlu. Kesemuanya adalah sarana utama pengaturan, peringatan, atau pemanduan lalu lintas, di seluruh jalan dan jalan raya. Alat pengendalian lalu lintas berfungsi menjamin keamanan dan keefisienan persimpangan dengan cara memisahkan aliran kendaraan yang saling bersinggungan pada waktu yang tepat. (C. Jotin Khisty dan B. Kent Lall, 2003:275).

Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) FHWA, 2000 menetapkan prinsip-prinsip yang mengatur desain dan penggunaan alat pengendali lalu-lintas untuk seluruh jalan dan jalan raya yang terbuka untuk umum, terlepas dari jenis kelas atau instansi pemerintah yang memiliki kewenangan. Secara khusus, rambu lalu-lintas dan marka jalan memenuhi tujuan berikut ini: peraturan lalu-lintas (misalnya batas kecepatan), larangan memutar, member peringatan kepada pengemudi dan pejalan kaki mengenai kondisi jalan, dan memandu lalu-lintas agar tetap pada rute yang benar untuk mencapai tujuan melalui rambu dan marka jalan.

Gambar 2.5 Jenis-jenis Interchange Sumber:Dasar-dasar Rekayasa Transportasi, 2014



Tujuan ini berlaku untuk semua alat pengendali, mencakup lampu lalu lintas, marka jalan dan kanalisasi. Biasanya, supaya efektif, alat pengendali harus memenuhi persyaratan dasar berikut:

1. Memenuhi suatu kebutuhan
2. Menarik perhatian
3. Memberikan pesan yang jelas dan sederhana
4. Menghormati pengguna jalan
5. Memberikan waktu yang memadai untuk memberikan respon yang sesuai

2.12 Pengaturan Waktu Sinyal Lalu Lintas

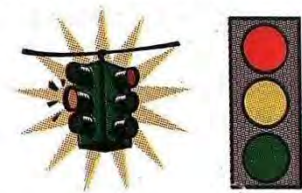
Pengaturan waktu dari persimpangan dengan sinyal secara individu mencakup penentuan dari parameter-parameter utama sebagai berikut:

- a. Periode intergreen antara phase,
- b. Waktu siklus (cycle time)
- c. Pembagian waktu hijau ke masing-masing phase.

Alat pemberi isyarat lalu lintas berfungsi untuk mengatur lalu lintas kendaraan atau pejalan, Alat ini terdiri dari:

- 1) Lampu tiga warna, untuk mengatur kendaraan,
- 2) Lampu dua warna, untuk mengatur kendaraan atau pejalan kaki,
- 3) Lampu satu warna, untuk member peringatan bahaya kepadapenggnajalan. (Suwardjoko R. Warpani, 2002:97).

(a) Lampu tiga warna



Banyaknya lampu dan penempatannya dibuat sedemikian rupa sehingga mudah dilihat

(b) Lampu kedip



Pada beberapa tempat yang dianggap perlu, dapat dipasang lampu warna kuning yang terus-menerus berkedip, dengan tujuan memberi isyarat kepada para pengguna jalan untuk tetap waspada.

Gambar 2.6 Lampu Lalu Lintas

Sumber: Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, 2002

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

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

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

2.13 Arus Lalu Lintas

Perhitungan arus lalu lintas dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri (QLT), lurus (QST) dan belok kanan (QRT)) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing- masing pendekat terlindung dan terlawan. (MKJI, 1997:2-10).

Tabel 2.3 Tipe Pendekat

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

Sumber: Simpang Bersinyal MKJI,1997

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

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

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

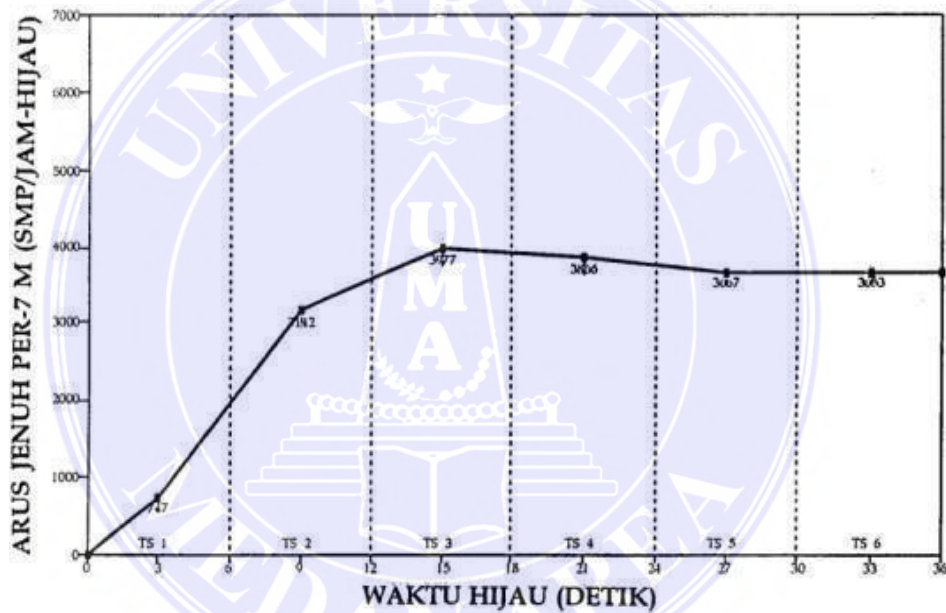
Untuk rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor (QUM) kend/jam dengan arus kendaraan bermotor (QMV) kend/jam didapatkan dengan rumus berikut:

$$\frac{PUM}{/QM} \dots \dots \dots = \dots \dots \dots (6)$$

2.14 Model Dasar

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut:

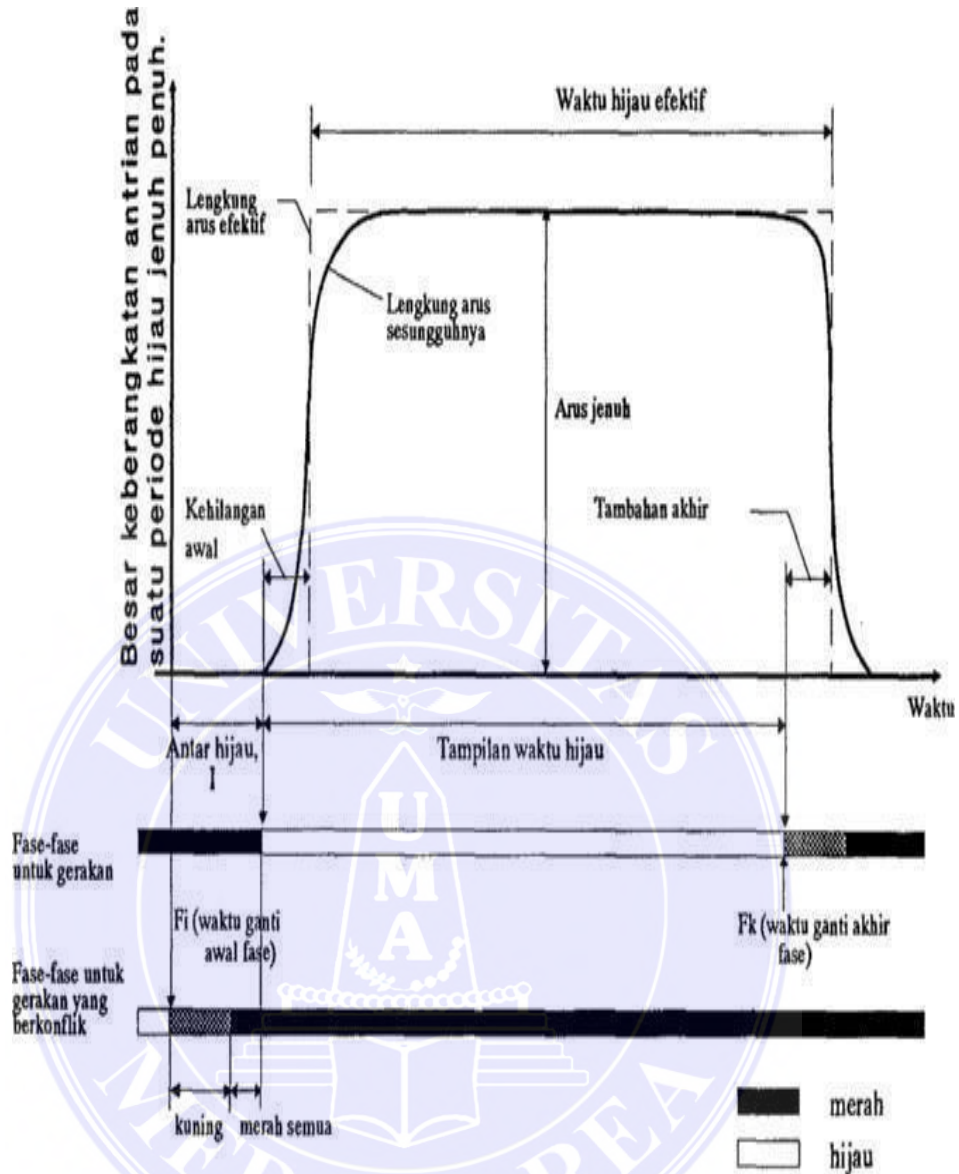
$$C = S \times \dots \dots \dots (7)$$



Gambar 2.7 Arus Jenuh Yang Diamati per Selang Waktu Enam Detik Sumber: Simpang Bersinyal MKJI, 1997

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang tersebut sebagai ‘Kehilangan awal’ dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu ‘Tambahan akhir’ dari waktu hijau efektif. Jadi besarnya waktu hijau efektif, yaitu lamanya waktu hijau di mana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S, dapat kemudian dihitung sebagai berikut:

$$Waktu\ Hijau\ Efektif = Tampilan\ Waktu\ Hijau - Kehilangan\ Awal + Tambahan\ Akhir$$



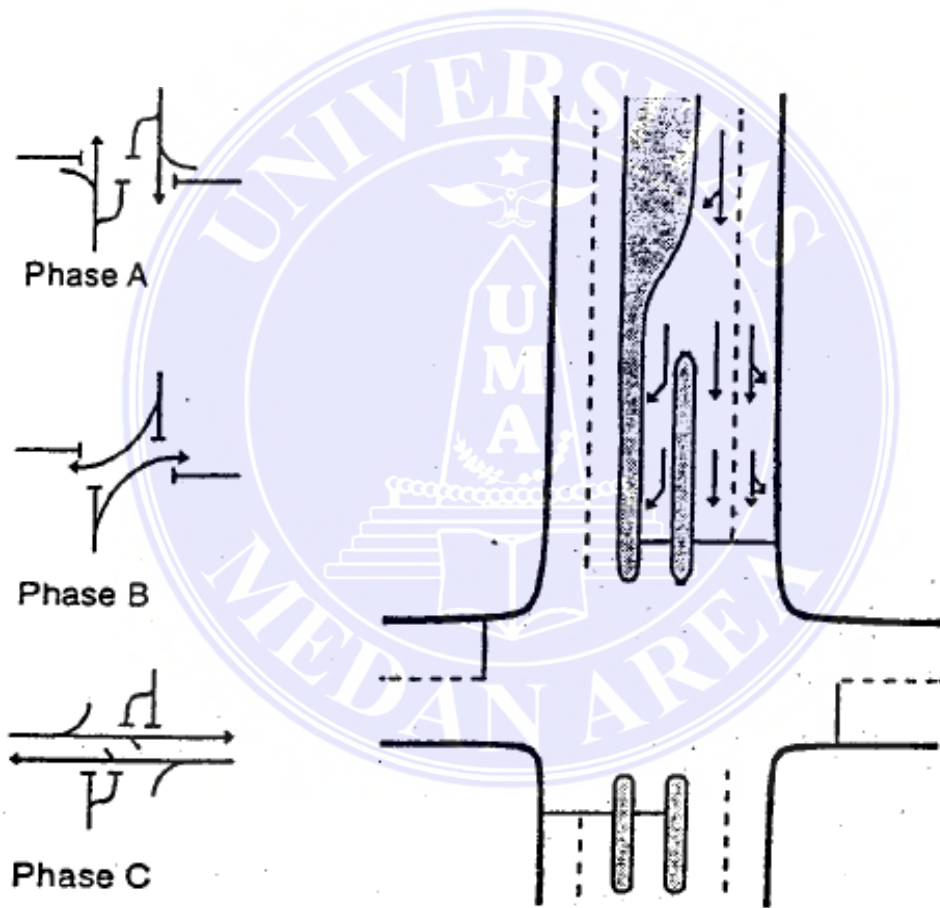
Gambar 2.8 Model Dasar Untuk Arus Jenuh Sumber: Simpang Bersinyal MKJI, 1997

Arus jenuh dapat dinyatakan sebagai Hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan factor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dan kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.

2.15 Perhitungan Simpang Bersinyal

2.15.1 Data Masukan

Kondisi geometrik pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan perhitungannya dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekatan. Satu lengan Simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekatan, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub pendekatan. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan dan/atau belok kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu-lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau- pulau lalu-lintas dalam pendekatan. (MKJI, 1997:2-10)



Gambar 2.9 Lengan Simpang Untuk Masing-masing pendekatan Sumber: Simpang Bersinyal MKJI 1997

2.15.2 Penentuan Waktu Sinyal

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

2.15.2.1 Tipe pendekat (*approach*)

Pendekat merupakan daerah dari suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Apabila gerakan lalu-lintas kekiri atau kekanan dipisahkan dengan pulau lalu-lintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat yaitu pendekat terlindung (P) atau terlawan (O).

2.15.2.2 Lebar pendekat efektif

Lebar efektif merupakan lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas, yaitu dengan pertimbangan terhadap WA, Wmasuk dan Wkeluar dan gerakan lalu-lintas membelok.

Untuk pendekat tipe O (Terlawan).

Jika $WLTOR > 2.0$ meter, maka $We = WA - WLTOR$

Jika $WLTOR < 2.0$ meter, maka $We = WA \times (1 + PLTOR) - WTOR$

Keterangan:

WA : Lebar pendekat

WLTOR : Lebar pendekat lengan

belok kiri langsung Untuk pendekat tipe P (Terlindung)

Jika $Wkeluar < We \times (1 - PRT -$

$PLTOR)$ Keterangan:

PRT : Rasio kendaraan belok kanan

PLTOR : Rasio kendaraan belok kirilangsung.

2.15.2.3 Arus jenuh dasar (So)

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

$$S0 = 600 \times We$$

smp/jam..... (8)

Keterangan:

- S0 = Arus jenuh dasar (smp/jam)
- We = Lebar jalan efektif (m)

2.15.2.4 Faktor Penyesuaian Arus Jenuh

- a. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Ditentukan berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik pada kota yang ditinjau. Faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat padaTabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Faktor penyesuaian Ukuran Kota pada Simpang

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

Sumber: Simpang Bersinyal MKJI 1997

- b. Faktor penyesuaian kelandaian,
- c. Faktor penyesuaian parkir (FP) dapat dihitung dengan persamaanberikut:

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

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

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

2.15.2.5 Rasio arus /rasio arus jenuh

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

$$FR = QS \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan:

FR = Rasio arus

Q = Arus lalu-lintas (smp/jam) S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

Untuk rasio arus Simpang (IFR) dihitung dengan rumus:

$$IFR = \sum (FR_{crit})$$

Keterangan:

IFR = Rasio arus Simpang FRcrit = Rasio arus kritis

Hitung Rasio Fase (IFR) masing-masing fase sebagai rasio antara FRCRIT dan IFR. Untuk arus kritis dihitung dengan rumus:

$$PR = FR_{crit} / IFR \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan:

PR = Rasio fase

FRcrit = Rasio arus kritis IFR = Rasio arus Simpang

2.15.2.6 Waktu siklus dan waktu hijau

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

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

Keterangan:

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det)

IFR = Rasio arus Simpang (FRCRIT)

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

$$gi = (Cua - LTI) \times Pri \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan:

gi = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus

Pri = Rasio fase FRCRIT / Σ (FRCRIT)

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

untuk menyeberang jalan.

$$\frac{c}{LTI} = \Sigma g +$$

.....
(16)

Keterangan:

c = Waktu siklus (det)

Σg = Total waktu hijau (det) LTI = Waktu hilang (det)



2.15.3 Kapasitas

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

Definisi kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan atau orang yang dapat melintasi suatu titik pada lajur jalan pada periode waktu tertentu dalam kondisi jalan tertentu atau merupakan arus maksimum yang bisa dilewatkan pada suatu ruas jalan. Dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam (MKJI 1997).

Kapasitas satu ruas jalan dalam satu sistem jalan raya adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut, baik satu maupun dua arah dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi jalan dan lalu lintas yang umum.

Ada beberapa jenis kapasitas jalan yaitu sebagai berikut:

a. Kapasitas Dasar (Basic Capacity)

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

Tabel 2.5 Kapasitas Dasar Tergantung Pada Tipe Jalan Dan Jumlah Lajur.

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

Sumber: Simpang Bersinyal MKJI 1997

b. Kapasitas Rencana (Design Capacity)

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

c. Kapasitas yang Mungkin (Possible Capacity).

Merupakan jumlah kendaraan atau orang maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan tertentu selama satu jam pada kondisi jalan dan lalu lintas yang sedang berlaku (pada saat itu).

Kapasitas yang mungkin harus lebih kecil dari kapasitas rencana.

Factor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan adalah sebagai berikut:

1. Kondisi fisik dan operasi

a. Lebar jalan pada persimpangan

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

b. Kondisi parkir

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

c. Jalan satu arah versus Jalan dua arah

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

2. Lingkungan

a. Faktor beban

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

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

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

3. Karakteristik Lingkungan

a. Gerakan membelok

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

b. Truk dan bis berjalan lurus

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

c. Bis angkutan lokal

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

4. Tolak ukur pengendalian

Adalah Kepadatan lalu lintas (traffic density) yaitu jumlah kendaraan rata-rata yang menempati jalan sepanjang 1 mil pada satu periode.

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

$$C = \frac{S}{g/c} \times x$$

(17)

Keterangan:

g = Waktu hijau (det).

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

C = Kapasitas untuk lengan atau kelompok lajur (smp/jam).

c = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama) (det).

2.15.4 Derajat Kejenuhan

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

- a) Jenis jalan, seperti jalan luar kota, atau jalan bebas hambatan.
- b) Tipe alinyemen, seperti medan datar, berbukit atau, pegunungan, dan
- c) Volume jalan Berdasarkan defenisi derajat kejenuhan, maka persamaan untuk menaribesarnya kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$\frac{DS}{C} = \frac{Q_{smp}}{C}$$

.....

(18)

Keterangan:

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

= Derajat kejenuhan

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

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

2.15.5 Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1), ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ2):

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

.....

(19)

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

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

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{DS} \times Q_{3600}$$

$$\frac{1-GR}{DS}$$

Dimana:

NQ1: Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

- NQ2: Jumlah smp yang datang selama fase merah
- GR: Rasio hijau
- c: Waktu siklus (det) C: Kapasitas(smp/jam)
- Q: Arus lalu lintas pada pendekat tersebut

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yangdipergunakan per smp (20 m2) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{MAX} \times 20 / W_{MASUK}$$

.....
(20)

2.15.6 Angka Henti

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

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots \dots \dots (21)$$

Dimana c adalah waktu siklus (det) dan Q adalah arus lalu-lintas (smp/jam) daripendekat yang ditinjau.

2.15.7 Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal:

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

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai:

$$D_j = \frac{DT_j}{DG_j} + \dots$$

(22)

Dimana: D_j = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

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

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

Tundaan lalu-lintas rata-rata untuk suatu pendekat j dapat ditentukan dari rumusberikut (didasarkan pada Akcelik 1988):

$$DT = \frac{c \times 0.5 \times \frac{NQ1}{3600} \times (1-GR)^2}{(1-GR)^2} + \frac{C}{4} \dots (23)$$

(1-GRXDS)

Tundaan deometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat diperkirakan sebagaiberikut:

$$DG = \frac{(1 - P_{sv}) \times PT \times 6}{4} + (P_{sv} \times \dots)$$

(24)

Dimana: P_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

PT = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

2.15.8 Level of Service (LOS)

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

(Suwardjoko R. Warpani, 2002)



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

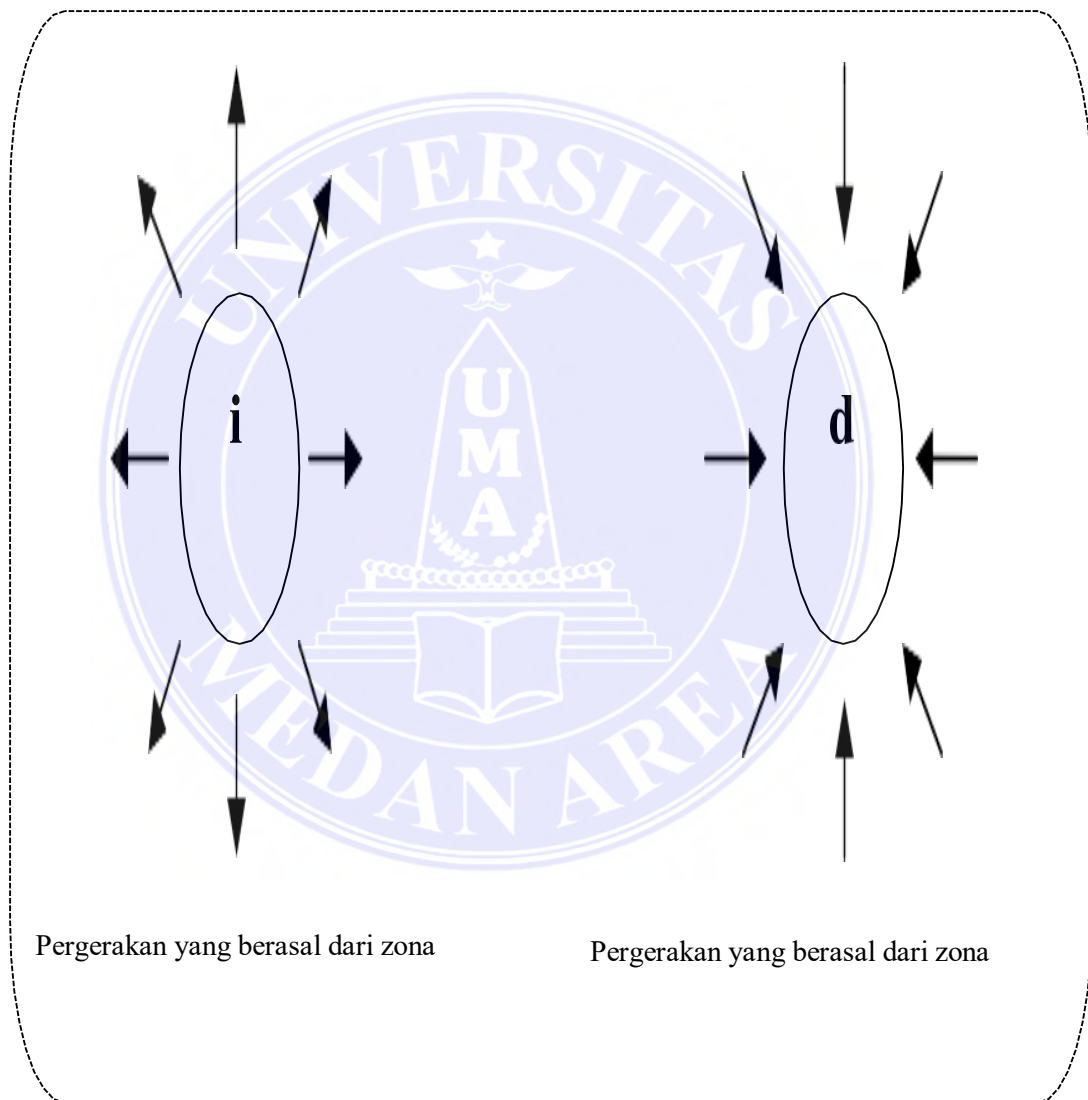
Tabel 2.6 Tundaan Simpang Rata-Rata (LOS)

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

Sumber: Simpang
Bersinyal MKJI 1997

2.16 Bangkitan Dan Tarikan Pergerakan

Tarikan pergerakan adalah jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona tarikan pergerakan (Tamin, Perencanaan dan Permodelan Transportasi, 2000). Pergerakan lalu lintas merupakan fungsi tata guna lahan yang menghasilkan arus lalu lintas. Hasil dari perhitungan tarikan lalu lintas berupa jumlah kendaraan, orang atau angkutan barang per satuan waktu.



Gambar 2.10 Trip Generation

Bangkitan dan tarikan lalu lintas tergantung pada dua aspek tata guna lahan :

- a. Jenis tata guna lahan (jenis penggunaanlahan)
- b. Jumlah aktivitas dan intensitas pada tata guna lahan tersebut.

Jenis tata guna lahan yang berbeda (pemukiman, pendidikan, dan komersial) mempunyai ciri bangkitan lalu lintas yang berbeda, yaitu

- a. Jumlah arus lalu lintas
- b. Jenis lalu lintas (pejalan kaki, truk ataumobil)
- c. Lalu lintas pada waktu tertentu (kantor menghasilkan lalu lintas pada pagi dan sore, pertokoan menghasilkan arus lalu lintas sepanjang hari)

2.16.1 Definisi Dasar

Menurut Tamin (2000) beberapa definisi mengenai model bangkitan pergerakan sebagai berikut :

2.16.1.1 Perjalanan

Pergerakan satu arah dari zona asal ke zona tujuan, termasuk pergerakan berjalan kaki. Berhenti secara kebetulan tidak dianggap sebagai tujuan perjalanan, meskipun perubahan rute terpaksa dilakukan.

2.16.1.2 Tarikan perjalanan

Suatu perjalanan berbasis rumah yang tempat asal dan/tujuan adalah rumah atau pergerakan yang dibangkitkan oleh pergerakan berbasis bukan rumah.

2.16.1.3 Pergerakan berbasis rumah

Pergerakan yang salah satu atau kedua zona (asal dan/atau tujuan) perjalan tersebut adalah rumah.

2.16.1.4 Pergerakan berbasis bukan rumah

Pergerakan yang baik asal maupun tujuan pergerakan adalah bukan rumah.

2.16.1.5 Tahapan bangkitan pergerakan

Menetapkan besarnya bangkitan perjalanan yang dihasilkan oleh rumah tangga (baik untuk perjalanan berbasis bukan rumah) pada selang waktu tertentu (perjam perhari).

2.16.2 Klasifikasi Pergerakan

Menurut Hutchinson (1974) membagi dua kelompok pergerakanyaitu yang berbasis rumah dan pergerakan yang berbasis bukan rumah.

2.16.2.1 Pergerakan yang berbasis rumah

Merupakan perjalanan yang berasal dari rumah ketempat tujuan yangdiinginkan, misalnya belanja, bekerja dan sekolah.

2.16.2.2 Pergerakan yang berbasis bukan rumah

Merupakan perjalanan yang berasal dari tempat selain rumah, misalnya tempat kerja, toko maupun pergerakan bisnis antara dua tempat kerja.

Sedangkan menurut Tamin (2000) :

a. Berdasarkan tujuan pergerakan

Pada prakteknya sering dijumpai bahwa model tarikan pergerakan yang lebih baik biasa didapatkan dengan memodelkan secara terpisah pergerakan yang mempunyai tujuan berbeda. Dalam kasus pergerakan berbasis rumah, ada lima kategori tujuan pergerakan yang sering digunakan yaitu :

1. Pergerakan ke tempat kerja
2. Pergerakan ke sekolah atau universitas (tujuan pendidikan)
3. Pergerakan ke tempat belanja
4. Pergerakan untuk kepentingan sosial dan rekreasi

Dua tujuan pergerakan yang pertama (bekerja dan pendidikan) disebut tujuan pergerakan utama yang merupakan keharusan untuk dilakukan oleh setiap

orang disetiap hari, sedangkan tujuan pergerakan lainnya sifatnya hanya pilihan dan tidak rutin dilakukan, pergerakan berbasis bukan rumah tidak selalu harus dipisahkan karena jumlahnya kecil.

b. Berdasarkan waktu

Pergerakan umumnya dikelompokkan menjadi pergerakan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk. Proporsi pergerakan yang dilakukan oleh setiap tujuan pergerakan sangat bervariasi sepanjang hari.

c. Berdasarkan jenis orang

Merupakan salah satu jenis pengelompokan yang penting karena perilaku pergerakan individu sangat dipengaruhi oleh atribut sosial ekonomi, yaitu :

1. Tingkat pendapatan, biasanya terdapat tiga tingkatan pendapatan di Indonesia yaitu pendapatan tinggi, pendapatan menengah dan pendapatan rendah.
2. Tingkat kepemilikan kendaraan, biasanya terdapat empat tingkat : 0, 1, 2 dan lebih dari 2(2+) kendaraan per rumah tangga.
3. Ukuran dan struktur rumah tangga.

2.16.3 Konsep Perencanaan Transportasi

Menurut Tamin (2000), model perencanaan empat tahap merupakan gabungan beberapa sub model yaitu :

2.16.3.1 Aksesibilitas

Merupakan konsep yang menggabungkan sistem pengaturan tata guna lahan secara geografis dengan sistem jaringan yang menghubungkannya. Menurut Black (1981), aksesibilitas adalah suatu ukuran kenyamanan atau kemudahan mengenai cara lokasi tata guna lahan berinteraksi satu sama lain dan “mudah” atau “susah” nya lokasi tersebut dicapai melalui sistem jaringan transportasi.

2.16.3.2 Bangkitan dan tarikan pergerakan

Bangkitan pergerakan adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona atau tata guna lahan dan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona.

2.16.3.3 Sebaran pergerakan

Pola sebaran arus lalu lintas antara zona asal I ke zona tujuan adalah hasil dari dua hal yang terjadi bersamaan yaitu lokasi dan identitas tata guna lahan yang akan menghasilkan arus lalu lintas dan pemisahan ruang. Interaksi antara dua tata guna lahan akan menghasilkan pergerakan manusia dan barang.

2.16.3.4 Pemilihan moda

Jika terjadi interaksi antara dua tata guna lahan maka akan terjadi pergerakan lalu lintas antara kedua tata guna lahan tersebut. Salah satu hal yang berpengaruh adalah pemilihan alat angkut (moda).

2.16.3.5 Pemilihan moda

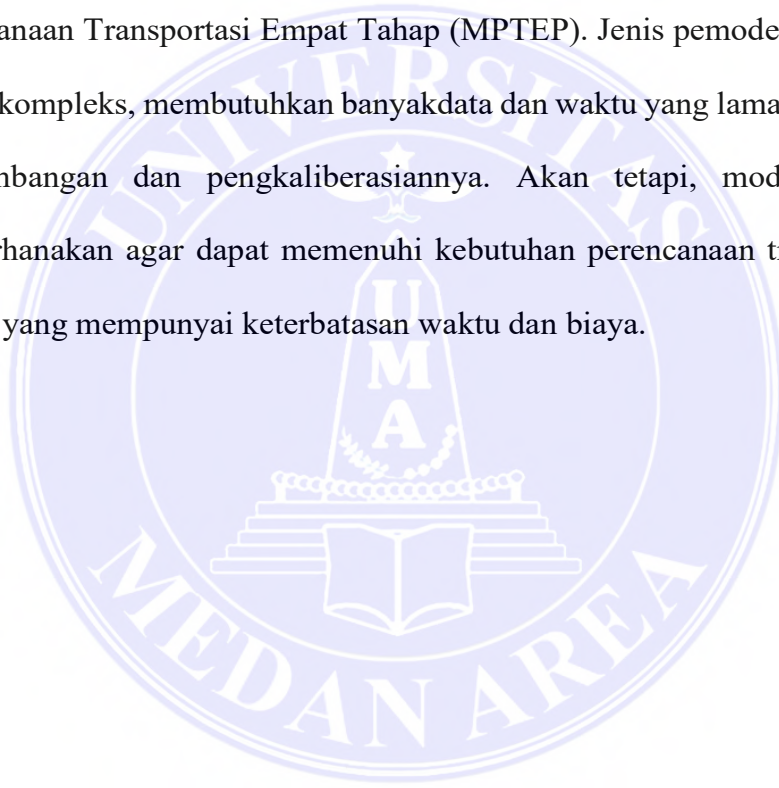
Jika terjadi interaksi antara dua tata guna lahan maka akan terjadi pergerakan lalu lintas antara kedua tata guna lahan tersebut. Salah satu hal yang berpengaruh adalah pemilihan alat angkut (moda).

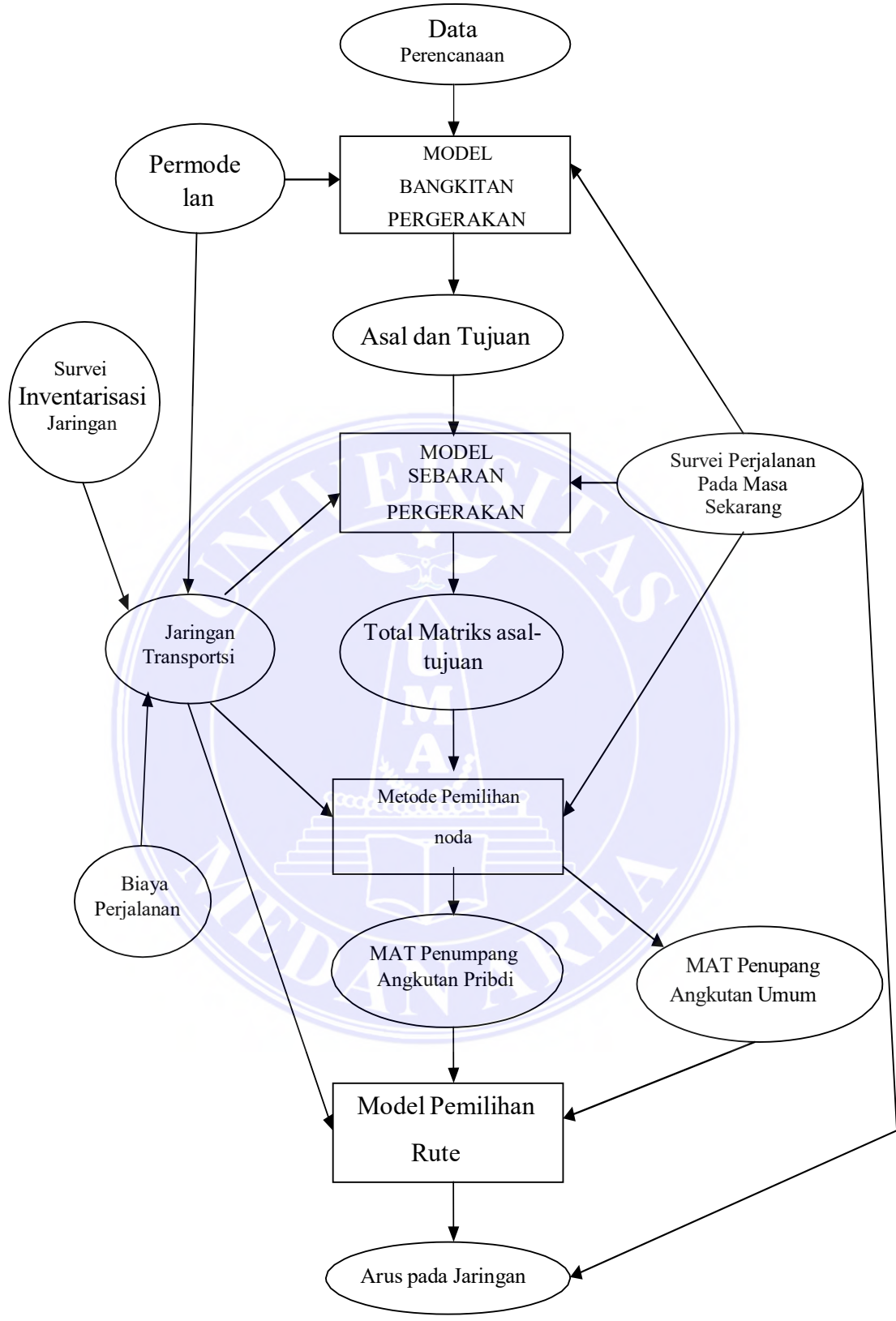
2.16.3.6 Pemilihan rute

Pemilihan rute juga tergantung pada moda transportasi. Pemilihan moda dan pemilihan rute dilakukan bersama dan tergantung alternatif pendek, tercepat dan termurah.

Empat langkah berurutan dalam model perencanaan yaitu bangkitan perjalanan, pemilihan moda, dan pemilihan rute, sering disebut sebagai model agregat karena menerangkan perjalanan dari kelompok orang atau barang.

Pada **Gambar 2.3** berikut ini memperlihatkan garis besar semua proses yang terdapat dalam konsep perencanaan transportasi. Karena model ini merupakan proses permodelan yang berurutan sering disebut Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap (MPTEP). Jenis pemodelan seperti ini sangat kompleks, membutuhkan banyak data dan waktu yang lama dalam proses pengembangan dan pengkaliberasiannya. Akan tetapi, model ini dapat disederhanakan agar dapat memenuhi kebutuhan perencanaan transportasi di daerah yang mempunyai keterbatasan waktu dan biaya.





Gambar. 2.11. Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap (MPTEP)

(Sumber: IHT and CTp, 1987)

2.16.4 Bangkitan dan Tarikan Pergerakan

1. Bangkitan pergerakan

Menurut Tamin (2000), faktor-faktor yang mempengaruhi bangkitan pergerakan seperti pendapatan, pemilikan kendaraan, struktur rumah tangga, ukuran rumah tangga yang biasa digunakan untuk kajian bangkitan pergerakan, sedangkan nilai lahan dan kepadatan daerah pemukiman untuk kajian zona.

Menurut Hutchinson (1974), bangkitan pergerakan tergantung tipe perjalanan bekerja dan belanja yang meloiputi jumlah pekerja dalam rumah tangga dan pendapatan perumahan.

2. Tarikan pergerakan

Menurut Tamin (2000), faktor-faktor yang mempengaruhi tarikan pergerakan adalah luas lantai untuk kegiatan industri, komersial, perkantoran, pelayanan lainnya, lapangan kerja, dan aksesibilitas.

Menurut Hutchinson (1974), tarikan perjalanan kendaraan untuk daerah pengembangan industri akan mempengaruhi perkembangan tata guna lahan daerah sekitar

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

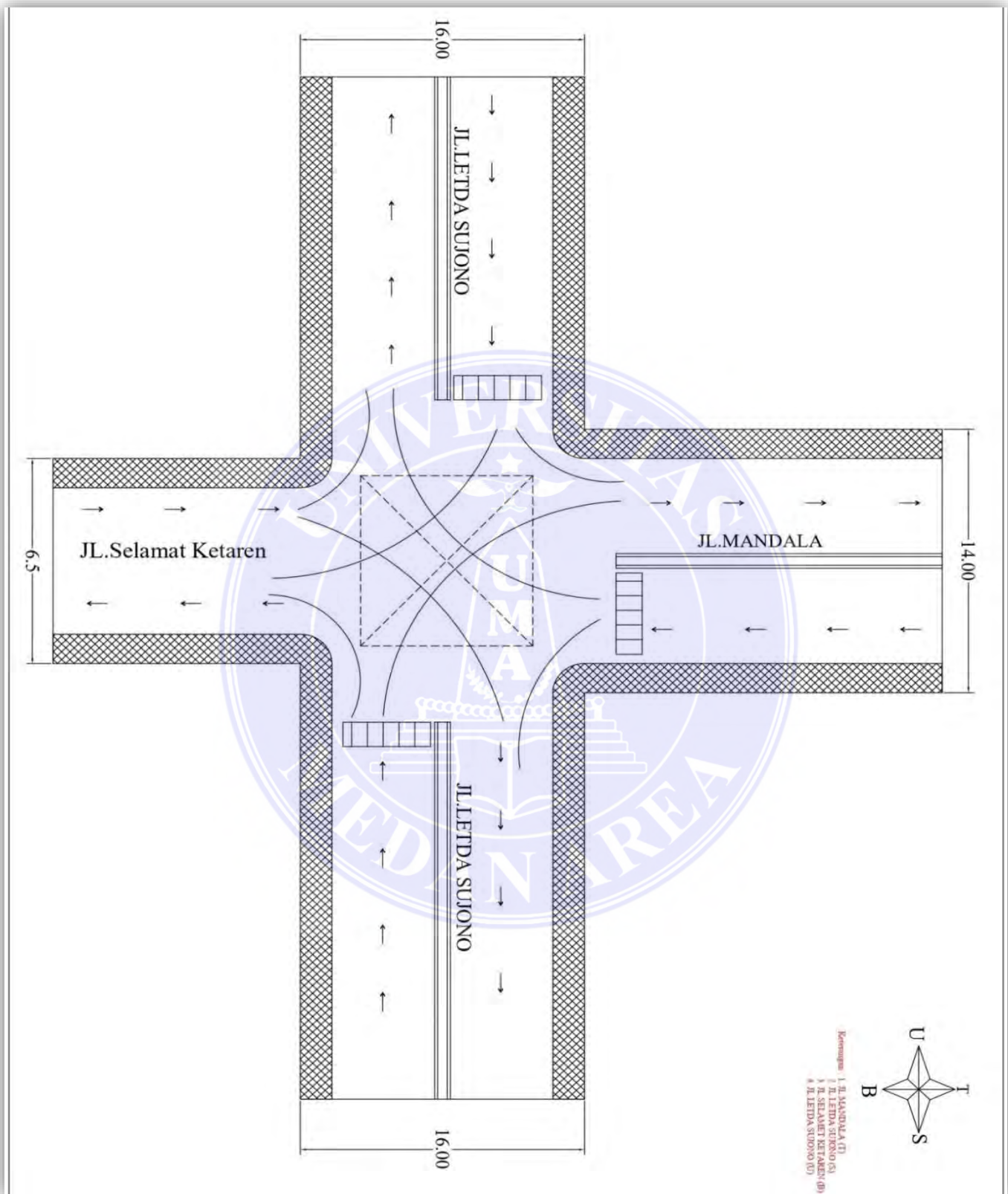
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini, lokasi survey dilakukan pada persimpang Mandala kota Medan. Dimana bagian utara adalah jalan Letda Sujojno, bagian Selatan jalan Letda Sujono, bagian Timur Jalan Mandala, bagian Barat Jalan Selamat Ketaren.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Sumber: *Google Maps*, 2022



Gambar 3.2 Denah Lokasi Penelitian

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan selama 3 (tiga) hari yaitu Senin (15 November 2021), Kamis (18 November 2021), dan Sabtu 20 November 2021). Pengambilan data dilakukan pada jam-jam puncak yaitu pagi antara pukul 07.00 WIB sampai pukul 09.00 WIB, siang antara pukul 12.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB, dan sore antara pukul 17.00 WIB sampai pukul 19.00 WIB.

3.2 Tahapan Penelitian Tahapan Persiapan

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

- a. Studi pustaka terhadap materi terkait dengan penelitian yang dilakukan ;
- b. Menentukan kebutuhan data;c.
- c. Mendata instansi/ institusi yang dapat dijadikan sumber data

3.3 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan langkah awal setelah tahap persiapan dalam proses penelitian. Ada pun beberapa metode yang dilakukan yaituantara lain

3.3.1 Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil survei yang dilakukan langsung dilapangan. Data yang diperlukan sebagai bahan analisis perhitungan

lampu lalu lintas meliputi:

1. Data geometrik simpang
2. Data volume lalu lintas
3. Kemacetan

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari dinas terkait, seperti dinas, kantor, danlainnya. Data sekunder yaitu data kependudukan dan peta jaringan jalan. Pengumpulan data sekunder yaitu dengan cara meminta kepada dinas/ kantor terkait.

3.4 Pengolahan Data

3.4.1 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan ini bertujuan untuk mengetahui data awal mengenai kemacetan lalu lintas, lokasi survei yang akan dipilih dan jam puncak (peak hour) dan juga kondisi lingkungan di sekitar simpang.

Ada pun hal-hal yang perlu diperhatikan dari survei ini adalah :

- a. Penempatan tempat atau titik lokasi survei yang memudahkan pengamat,
- b. Penentuan arah lalu lintas dan jenis kendaraan yang disurvei,
- c. Membiasakan para pensurvei dalam menggunakan alat yang akan digunakan untuk survei, dan
- d. Memahami kesulitan yang memungkinkan muncul pada saat pelaksanaan survei dan melakukan revisi sesuai dengan keadaan lapangan serta kondisi yang mungkin dihadapi.

3.4.2 Persiapan Survei dan Penjelasan Kepada Pengamat

Tahapan ini dilakukan agar pelaksanaan survei dapat berjalan dengan baik. Kegiatan yang disiapkan antara lain: membuat formulir penelitian (untuk pencacahan kemacetan lalu lintas) dan pengujian efektif dari formulir yang digunakan, mengumpulkan sejumlah pengamat, pemberian informasi kepada pengamat tentang kegiatan yang akan dilakukan dan cara mengisi formulir, menentukan survei dan periode pengamatan, dan mempersiapkan alat-alat yang

digunakan untuk penelitian.

3.4.3 Pengumpulan Data Lapangan

Untuk memperoleh tujuan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya maka dilakukan pengumpulan data. Pengumpulan data tersebut digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil dari lapangan meliputi kondisi geometrik, kondisi lingkungan, hambatan samping, dan kemacetan lalu lintas. Untuk data sekunder adalah data yang didapat dari sumber lain, sumber ini didapat dari instansi swasta dan instansi pemerintah antara lain dapat berupa laporan penelitian, laporan sensus, peta, dan foto.

- a. Pengamatan geometrik simpang dan pengukuran geometrik simpang dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 1. Mencatat jumlah lajur dan arah.
 2. Menentukan kode untuk masing-masing pendekat (Utara, Selatan, dan Barat) dan tipe pendekat (P = terlindung, O = terlawan).
 3. Menentukan ada tidaknya median jalan.
 4. Menentukan kelandaian jalan.
 5. Mengukur lebar pendekat, lebar masuk, dan lebar keluar.
- b. Pengamatan kondisi lingkungan adalah dengan menentukan simpang tersebut sebagai lahan komersial, permukiman, atau daerah dengan akses terbatas
- c. Survei lalu lintas dilakukan dengan mempertimbangkan faktor- faktor jumlah kendaraan, arah gerakan waktu pengamatan dan periode jam sibuk. Setiap pengamat mencatat semua kendaraan yang melewati pendekat (Kendaraan ringan, Kendaraan berat,

dan Sepeda motor) baik untuk gerakan lurus, belok kiri, dan belok kanan, serta memasukkan data tersebut kedalam formulir pencacahan yang telah diberikan. Pengumpulan data kemacetan lalu lintas pada simpang dilakukan dengan mencatat semua kendaraan yang lewatpadadua buah titik pengamatan atau garis pengamatan pada ruas jalan dan simpang yang diamati oleh surveyor, kendaraan digolongkan kedalam tiga kategori yaitu :

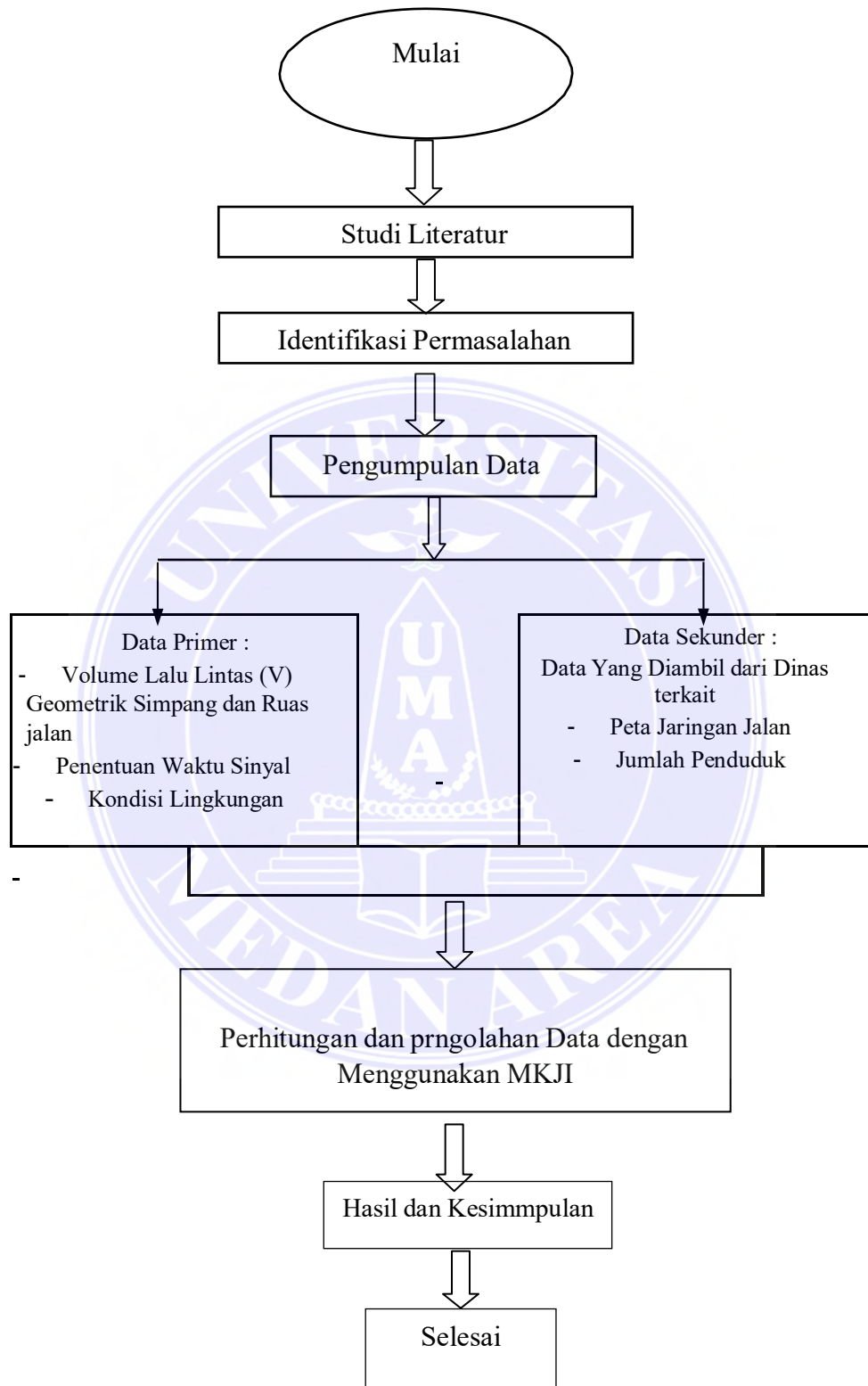
- a. Sepeda Motor / Motorcycle (MC)
- b. Kendaraanringan / Light Vehicle(LV)
- c. Kendaraanberat / Heavy Vehicle(HV)

3.5 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengolahan data yang diperoleh baik dari data sekunder maupun data primer yang diperoleh dari survey langsung kelapangan maupun yang didapat dari instansi terkait. Data yang dikumpulkan akan diolah sesuai dengan keperluan analisis data yang terdapatpada MKJI sebagai pembanding, antara lain :

1. Kondisi – kondisi geometrik, dan pengendalian lalu lintas dan lingkungan
2. Data arus lalu lintas
3. Hasil perhitungan arus jenuh

Berikut ini adalah diagram alur (flowchart) urutan kerja penelitian yang akan dilakukan :



Gambar : 3.3 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil hitungan yang diperoleh di lapangan kapasitas yang terjadi di simpang Mandala pada hari Senin (1/12/2021) pukul 17.00 – 19.00 WIB untuk masing-masing pendekatan utara sebesar 1863,93 smp/jam, barat sebesar 3901,51 smp/jam, selatan sebesar 3278,67 smp/jam, dan timur sebesar 1720,55 smp/jam. Data tersebut masih sesuai dengan MKJI 1997 dimana nilai arus tertulis di MKJI 1997 sebesar 2500-5400 smp/jam.
2. Derajat kejenuhan (DS) yang terjadi di simpang Mandala derajat kejenuhan yang terjadi adalah 1,93 berarti lebih besar dari 0,85 dimana tingkat pelayanan jalannya F. Nilaitersebut tidak sesuai dengan nilai MKJI 1997 untuk nilai derajat kejenuhan yang disarankan karena lebih dari 0,85. Data tersebut diambil pada pengambilan survey paling puncak selama survey 3 hari di lapangan.
3. Dari hasil perhitungan di lapangan di dapat waktu siklus (c) pada Simpang Mandala sebesar 105 detik $>$ 80 detik. Nilai tersebut tidak sesuai dengan MKJI 1997 untuk waktu siklus yang di sarankan karena waktu lebih dari 80 detik.
4. Nilai waktu sikus (c) tidak sesuai dengan MKJI 1997 untuk waktu siklus yang disarankan.

Maka mengakibatkan arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang, kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume sama dengan kapasitas jalan, serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama dan dalam keadaan antrian, kecepatan maupun arus turun sampai 0. Maka solusi penanganan untuk kinerja simpang Mandala adalah dengan diberikan alternatif desain geometrik jalan disertai dengan perubahan waktu hijau.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran atau usulan sebagai berikut:

1. Meningkatkan kapasitas simpang dengan memperlebar mulut simpang yang terkhususnya simpang Mandala menuju jalan Selamat Ketaren.
2. Pengalihan rute angkutan barang ataupun angkutan transportasi (HV) yang tidak diperbolehkan melintas di jalan Selamat Ketaren.
3. Pembuatan marka jalan dan rambu-rambu lalu lintas. Marka jalan menjadi begitu penting agar pengguna kendaraan khususnya kendaraan bermotor mengetahui simpang itu merupakan prioritas dan tidak seenaknya melanggar lalu lintas. Seringkali perilaku pengendara yang egois melanggar menerobos lampu lalu lintas dan menyebabkan terjadinya kemacetan dan dapat membahayakan pengendara lainnya.

4. Ketika jam puncak perlu adanbya penegakan hukum oleh petugas lalu



lintas, dikarenakan banyaknya pengendara melakukan pelanggaran yang bisa mengakibatkan kemacetan.

5. Melakukan penelitian-penelitian lainnya yang masih berhubungan dengan kinerja jaringan jalan, hal ini diharapkan dapat menunjang dan mendukung serta mempunyai suatu tindak lanjut terhadap kelancaran arus lalu lintas pada persimpangan seperti pada penelitian yang sudah ada.



DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2017. Rekayasa Lalu Lintas, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Cetakan Pertama, Jakarta

Anonim, 2015. Tata Cara Pelaksanaan Survei Perhitungan Lalu Lintas Cara Manual, Januari 2015, Dirjen Bina Marga Dierktorat Pembinaan Jalan Kota, Jakarta

Anonim, 2017. Manual Kapasitas Jalan Indonesia, February 1997, Dirjen Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Khisty, J.C dan Lall, B.K, 2016. Dasar Dasar Rekayasa Transportasi. Diterjemahkan oleh Fidel Miro. Jakarta : Erlangga

Oglesby R, H. Clarkson dan Gary Hick. 2015. Teknik Jalan Raya. Edisi 4, Yogyakarta
Putranto, S. Leksmono. 2016. Rekayasa Lalu Lintas. Edisi 2, Jakarta

Shirley L. Hendarsin. 2018, Perencanaan Teknik Jalan Raya, Penuntun Praktis, Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil. Bandung.

Sukirman, Silvia. 2018. Dasar Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Wels, G.R.2016. Rekayasa Lalu-Lintas. Bhratara, Jakarta.

WK, Sulung. 2019. Analisis Dan Evaluasi Kinerja Bundaran SMP Negeri 1 Pontianak. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Tanjungpura. Pontianak.

LAMPIRAN I



Sumber : Hasil Penelitian
Gambar: Bahu Jalan



Sumber: Hasil Penelitian
Gambar: Parit Jalan



Gambar: Pengukuran Lebar Jalan
Sumber: Hasil Penelitian



Gambar:
Pengukuran
Median
Jalan
Sumber:
Hasil
Penelitian



Sumber: Hasil Penelitian
Gambar: Kondisi Lampu Hijau



Sumber: Hasil Penelitian

Gambar: Kondisi Lampu Merah



Gambar: Pemantauan Jalan
Sumber: Hasil Penelitian

LAMPIRAN II

Simpang Mandala Senin, 15 November 2021
Pagi pukul 07:00 WIB Sampai 09:00 WIB
Pendekatan (Ked/Jam)

Tipe	Letda Sujono 16m (Utara)			Letda Sujono 16m (Selatan)			Mandala 14m (Timur)			Selamet Ketaren 6,5m (Barat)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	8	360	128	336	384	96	96	240	8	352	144	440
HV	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
MC	72	1296	704	2528	944	176	240	1624	56	960	1456	2088
Q	2568			4480			2264			5440		

Sumber: Data Survey Lapangan 2020

Simpang Mandala Senin, 15 November 2021
Siang pukul 12:00 WIB Sampai 14:00 WIB
Pendekatan (Ked/Jam)

Tipe	Letda Sujono 16m (Utara)			Letda Sujono 16m (Selatan)			Mandala 14m (Timur)			Selamet Ketaren 6,5m (Barat)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	32	384	80	496	504	168	160	464	32	344	336	600
HV	0	8	24	16	24	8	0	8	0	24	56	48
MC	104	1056	312	1400	864	232	248	728	48	992	1008	1120
Q	2000			3712			1688			4528		

Sumber: Data Survey Lapangan 2020
Simpang Mandala Senin, 15 November 2021

Tipe	Letda Sujono 16m (Utara)			Letda Sujono 16m (Selatan)			Mandala 14m (Timur)			Selamet Ketaren 6,5m (Barat)			Sore pukul 17:00 WIB Sampai 19:00 WIB
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	
LV	72	496	184	344	752	308	256	264	64	408	536	744	Sumber: Data Survey Lapangan 2020
HV	8	7	9	7	5	-	8	24	-	24	72	56	
MC	160	1552	744	3456	1296	328	464	1968	104	1136	1664	2496	
Q	3232			6496			3152			7136			Simpang Mandala Kamis, 18 November 2021

Pagi Pukul 07:00 WIB Sampai 09:00 WIB

Pendekatan (Ked/Jam)												
Tipe	Letda Sujono 16m (Utara)			Letda Sujono 16m (Selatan)			Mandala 14m (Timur)			Selamet Ketaren 6,5m (Barat)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	24	328	88	312	376	64	104	256	24	304	160	376
HV	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	8
MC	56	1256	624	2368	816	136	192	1424	40	824	1016	1920
Q	2376			4096			2040			4608		

Sumber: Data Survey Lapangan 2020

Simpang Mandala Kamis, 18 November 2021
Siang Pukul 12:00 WIB Sampai 14:00 WIB

Pendekatan (Ked/Jam)

Tipe	Letda Sujono 16m (Utara)			Letda Sujono 16m (Selatan)			Mandala 14m (Timur)			Selamet Ketaren 6,5m (Barat)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	56	320	88	472	504	136	144	480	40	312	344	504
HV	0	0	0	16	0	0	0	16	0	0	0	24
MC	128	936	248	1312	648	136	232	744	336	952	816	984
Q	1776			3224			1992			3936		

Sumber: Data Survey Lapangan 2020

Simpang Mandala Kamis, 18 November 2021
Sore Pukul 17:00 WIB Sampai 19:00 WIB

Pendekatan (Ked/Jam)

Tipe	Letda Sujono 16m (Utara)			Letda Sujono 16m (Selatan)			Mandala 14m (Timur)			Selamet Ketaren 6,5m (Barat)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	56	504	160	568	664	248	232	288	32	336	456	720
HV	0	16	32	40	8	0	0	0	0	8	24	16
MC	200	1464	752	3224	1256	344	480	1888	88	1104	1680	2408
Q	3184			6352			3008			6752		

Sumber: Data Survey Lapangan 2020

Simpang Mandala Sabtu, 20 November 2021
Pagi Pukul 07:00 WIB Sampai 09:00 WIB



Pendekatan (Ked/Jam)												
Tipe	Letda Sujono 16m (Utara)			Letda Sujono 16m (Selatan)			Mandala 14m (Timur)			Selamet Ketaren 6,5m (Barat)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	32	360	112	232	320	56	88	224	40	240	152	384
HV	0	8	0	32	8	0	0	8	0	8	8	16
MC	72	1176	632	2208	776	136	152	1304	48	896	920	1768
Q	2392			3768			1864			4392		

Sumber: Data Survey Lapangan 2020

Sumber: Data Survey Lapangan 2020

Simpang Mandala Sabtu, 20 November 2021
Siang Pukul 12:00 WIB Sampai 14:00 WIB

Pendekatan (Ked/Jam)												
Tipe	Letda Sujono 16m (Utara)			Letda Sujono 16m (Selatan)			Mandala 14m (Timur)			Selamet Ketaren 6,5m (Barat)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	56	328	56	408	528	120	112	488	24	248	344	400
HV	0	8	0	8	0	0	8	8	0	8	8	8
MC	120	776	288	1152	576	128	176	648	248	824	888	880
Q	1632			2920			1712			3608		

Sumber: Data Survey Lapangan 2020

Simpang Mandala Sabtu, 20 November 2021

Pendekatan (Ked/Jam)

Tipe	Letda Sujono 16m (Utara)			Letda Sujono 16m (Selatan)			Mandala 14m (Timur)			Selamet Ketaren 6,5m (Barat)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	78	488	104	488	624	216	168	288	16	304	392	536
HV	0	0	8	24	0	0	0	0	0	8	16	8
MC	168	1360	664	3048	1067	328	456	1728	64	968	1584	2344
Q	2870			5792			2720			6160		

Sore Pukul
17:00 WIB
Sampai
19:00 WIB
Sumber:
Data
Survey
Lapangan
2020



