

**EVALUASI *TRAFFIC CONTROL* PADA PERSIMPANGAN
JALAN SUTOMO MEDAN TIMUR SUMATRA UTARA**

SKRIPSI

OLEH:

**JEFRIANUS LOI
198110032**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/12/23

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)5/12/23

EVALUASI *TRAFFIC CONTROL* PADA PERSIMPANGAN JALAN SUTOMO MEDAN TIMUR SUMATRA UTARA

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Evaluasi *Traffic Control* Pada Persimpangan Jalan Sutomo
Medan Timur Sumatera Utara
Nama : Jefrianus Loi
NPM : 198110032
Fakultas : Teknik

Disetujui:

Komisi Pembimbing

Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T

Pembimbing

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Prodi Teknik Sipil


Dr. Ramadani S.Kom, M.Kom
Dekan


Tika Ernita Khandari, S.T, M.T
Ketua Prodi Studi

Tanggal Lulus : 4 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

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



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Jefrianus Loi
NPM : 198110032
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : *Evaluasi Traffic Control Pada Persimpangan Jalan Sutomo Medan Timur Sumatra Utara*. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 4 Agustus 2023
Yang menyatakan



Jefrianus Loi

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Hilinamoniha Pada tanggal 13 Januari 2000 dari ayah Solidaritas Loi dan Ibu Feritish Duha . Penulis merupakan putra pertama dari 5 bersaudara. Tahun 2019 penulis Lulus dari SMK Negeri 2 Toma dan Pada Tahun 2019 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di proyek Pembangunan Gedung Swalayan Irian Lantai 4 di Jalan Letda Sujono Medan.

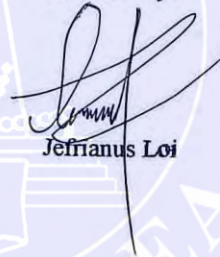


KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas berkat karunia dan rahmat-Nya, Laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tema yang dipilih dalam Skripsi ini adalah *Traffic Control* dengan judul *Evaluasi Traffic Control Pada Persimpangan Jalan Sutomo Medan Timur Sumatra Utara*. Termakasih penulis sampaikan kepada **Ibu Ir.Nuril Mahda Rangkuti, MT**, sebagai Dosen Pembimbing dan **Ibu Tika Ermita Wulandari, ST, MT.**, Selaku Ka Prodi Teknik Sipil Universitas Medan Area yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman – teman yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk membantu menyempurnakan Skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Medan, 4 Agustus 2023

Hormat Saya



Jefrianus Loi

Abstrak

Pengendalian lalu lintas merupakan aspek penting dalam mengelola arus lalu lintas yang terus meningkat, dan dipengaruhi oleh sejumlah faktor, termasuk karakteristik fisik jalan dan lalu lintas. Faktor-faktor ini meliputi lebar lajur, bahu jalan, median, permukaan jalan, kebebasan lateral, trotoar, volume lalu lintas, komposisi lalu lintas, dan gangguan lalu lintas. Pengaturan persimpangan jalan adalah salah satu strategi utama yang diperlukan untuk mengatasi kemacetan lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja persimpangan bersinyal di Jalan Sutomo, dengan fokus mencapai kelancaran, kemudahan, dan keamanan berlalu-lintas sesuai standar Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persimpangan Jalan Sutomo efektif dalam melayani arus lalu lintas, dengan derajat kejenuhan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Penggunaan *Traffic Control*, khususnya sinyal lampu lalu lintas, terbukti mampu meningkatkan kapasitas persimpangan pada jam-jam sibuk, mengurangi tingkat tundaan, serta meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Dalam rangka mengatasi kemacetan lalu lintas, penelitian ini menunjukkan bahwa pengaturan lalu lintas dan pemanfaatan *Traffic Control*, seperti sinyal lampu lalu lintas, sangat efektif di Persimpangan Jalan Sutomo. Temuan ini memberikan pemahaman yang jelas tentang kinerja persimpangan ini berdasarkan standar PKJI 2014, dan menekankan bahwa persimpangan ini mampu memberikan pelayanan yang baik bagi pengguna jalan, menciptakan kondisi yang lebih lancar, nyaman, dan aman. Hal ini menggarisbawahi pentingnya menerapkan strategi pengaturan lalu lintas yang efektif dalam menghadapi tantangan lalu lintas di perkotaan yang terus berkembang.

Kata Kunci: *Traffic Control*, Persimpangan Jalan Sutomo, PKJI 2014

Abstract

Traffic Control is influenced by various factors, including road and traffic-related factors. These factors include lane width, shoulder width, median, road surface, lateral clearance, sidewalks, traffic volume, traffic composition, and traffic disturbances, all of which play a crucial role in serving traffic flow. Regulating road intersections is one of the necessary approaches to address traffic congestion. This research aims to assess the performance of the signalized intersection at Sutomo Road with the goal of achieving smooth, convenient, and safe traffic flow in accordance with the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) 2014 standards. The research results show that the Sutomo Road Intersection can effectively handle traffic flow, with a degree of saturation that meets the standards. The use of Traffic Control, especially traffic signal lights, increases the intersection's capacity during peak hours, reduces delay, and enhances the comfort and safety of road users. In conclusion, traffic regulation and the use of Traffic Control measures, such as traffic signal lights, are effective in addressing traffic congestion at the Sutomo Road Intersection. This research provides a clear understanding of the intersection's performance based on the 2014 PKJI standards, demonstrating that the intersection can provide good service to road users.

Keywords: *Traffic Control, Sutomo Road Intersection, PKJI 2014*

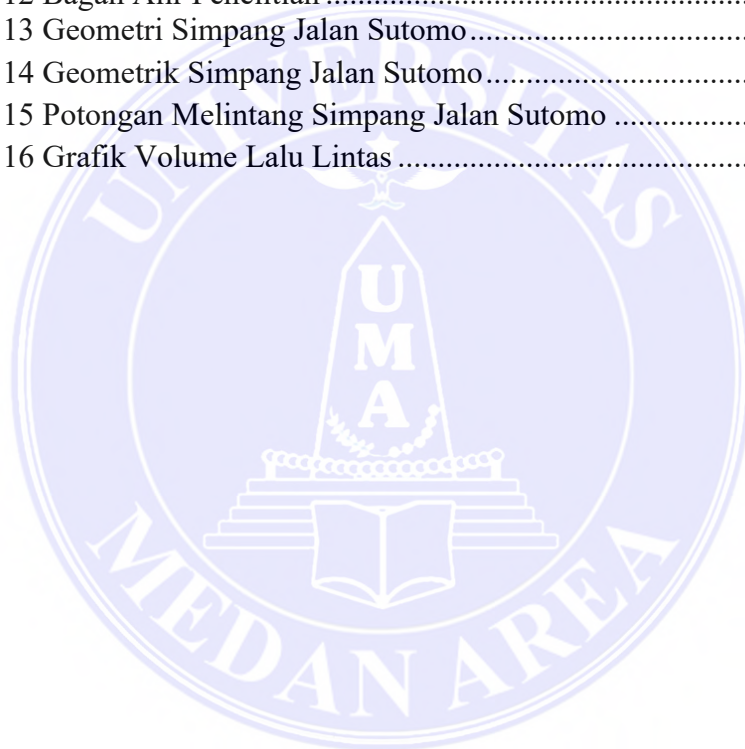
DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Umum	4
2.2 Persimpangan.....	5
2.2.1 Pengertian Persimpangan.....	5
2.2.2 Pengaturan Persimpangan.....	6
2.3 Simpang Bersinyal.....	7
2.3.1 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas	8
2.3.2 Efek dari Sinyal Lalu Lintas	15
2.3.3 Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas	15
2.3.4 Arus Lalu Lintas	17
2.4 Modal Dasar.....	18
2.5 Perencanaan Geometrik Jalan	20
2.6 Titik Konflik pada Simpang.....	21
2.7 Perhitungan Simpang Bersinyal	22
2.7.1 Data masukan.....	22
2.7.2 Penentuan waktu sinyal	23
2.7.3 Kapasitas	28
2.7.4 Derajat kejenuhan	32
2.7.5 Panjang Antrian	33
2.7.6 Angka Henti.....	34
2.7.7 Tundaan	34
2.7.8 Level of service (LOS).....	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1 Pengolahan Data	39
3.1.1 Survei Pendahuluan	39
3.1.2 Persiapan Survei dan Penjelasan Kepada Pengamat.....	39
3.1.3 Alat Penelitian	40
3.1.4 Jadwal Penelitian	40
3.1.5 Pengumpulan Data Lapangan	40
3.2 Analisis Data.....	42
 BAB IV Hasil dan Pembahasan	 44
4.1 Input Data	44
4.1.1 Keadaan lingkungan dan bentuk geometri persimpangan	44
4.1.2 Data Lingkungan dan Geometrik Jalan	44
4.1.3 Kondisi Sinyal atau Fase	46
4.1.4 Data Volume Lalu Lintas.....	47
4.1.5 Volume lalu lintas.....	49
4.2 Pengolahan Data	49
4.2.1 Lebar Efektif (Le).....	49
4.2.2 Arus Jenuh Dasar (So).....	50
4.2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FFVCS)	51
4.2.4 Faktor Penyesuaian Kelandaian (G)	51
4.2.5 Faktor Penyesuaian Parkir (FP).....	51
4.2.6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FFVSF).....	51
4.2.7 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (q_{BKa})	52
4.2.8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (q_{BKl}).....	53
4.2.9 Arus Jenuh (S)	53
4.2.10 Rasio Arus ($R_{q/s}$).....	54
4.2.11 Waktu Hilang (R_H).....	55
4.2.12 Waktu Siklus Pra Penyesuaian (Cua)	55
4.2.13 Rasio Fase (R_F)	55
4.2.14 Waktu Hijau (H)	56
4.3 Kapasitas dan Derajat Ke jenuhan	57
4.3.1 Kapasitas.....	57
4.3.2 Derajat Kejenuhan	57
4.3.3 Panjang Antrian (PA)	58
4.3.4 Kendaraan Terhenti	59
4.3.5 Tundaan	60
4.3.6 Keperluan Untuk Perubahan.....	61
4.4 Pembahasan	63
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
 DAFTAR PUSTAKA	 xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Titik Konflik pada Simpang.....	5
Gambar 2 Jenis-jenis Simpang.....	6
Gambar 3 Konflik Lalu Lintas Persimpangan Bersinyal.....	8
Gambar 4 Peralatan Sistem Pengendali Sinyal Lalu Lintas.....	15
Gambar 5 Lampu Lalu Lintas.....	16
Gambar 6 Arus Jenuh Yang Diamati per Selang Waktu Enam Detik.....	18
Gambar 7 Model Dasar Untuk Arus Jenuh.....	18
Gambar 8 Model Dasar Untuk Arus Jenuh.....	21
Gambar 9 Lengan Simpang Untuk Masing-masing pendekat.....	22
Gambar 10 Peta lokasi Penelitian.....	35
Gambar 11 Denah Lokasi.....	35
Gambar 12 Bagan Alir Penelitian.....	43
Gambar 13 Geometri Simpang Jalan Sutomo.....	44
Gambar 14 Geometrik Simpang Jalan Sutomo.....	45
Gambar 15 Potongan Melintang Simpang Jalan Sutomo.....	46
Gambar 16 Grafik Volume Lalu Lintas.....	48



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Waktu Siklus yang Disarankan	10
Tabel 2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau.....	12
Tabel 3 Tipe Pendekat.....	17
Tabel 4 Penyesuaian Arus Lalu Lintas dengan Lebar Pendekat	20
Tabel 5 Faktor penyesuaian Ukuran Kota pada Simpang Bersinyal.....	23
Tabel 6 Kapasitas Dasar Tergantung Pada Tipe Jalan Dan Jumlah Lajur	28
Tabel 7 Tundaan Simpang Rata-Rata (LOS)	34
Tabel 8 Data Lingkungan Simpang Sutomo.....	45
Tabel 9 Data Gometrik Simpang Sutomo	45
Tabel 10 Hasil Penelitian Fase Sinyal.....	47
Tabel 11 Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Sutomo, Medan	48
Tabel 12 Data Volume Lalu Lintas Dalam Satuan Skr/Jam	49
Tabel 13 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar	50
Tabel 14 Hasil Penelitian Factor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)	52
Tabel 15 Nilai Arus Jenuh.....	54
Tabel 16 Hasil Perhitungan Rasio Arus (FR)	54
Tabel 17 Hasil Perhitungan Rasio Fase	56
Tabel 18 Hasil Perhitungan Waktu Hijau (g).....	56
Tabel 19 Hasil Perhitungan Kapasitas	57
Tabel 20 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS).....	57
Tabel 21 Panjang Antrian.....	59
Tabel 22 Kendaraan Henti (NSV).....	60
Tabel 23 Tundaan Kendaraan	61
Tabel 24 Nilai Waktu Hilang (LTI) Simulasi	62
Tabel 25 Nilai Waktu Hijau (g) Simulasi	63
Tabel 26 Nilai Derajat Kejenuhan (Ds) Simulasi	64
Tabel 27 Hasil Alternatif Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Sutomo	64
Tabel 28 Kesimpulan Hasil Akhir dari Peneltian	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan adalah factor jalan seperti lebar lajur, bahu jalan, keberadaan median, permukaan jalan, kebebasan lateral, dan trotoar, dan faktor lalu lintasnya seperti volume, komposisi lalu lintas, gangguan lalu lintas, gangguan samping, dan lain sebagainya, factor-faktor tersebut berperan penting dalam melayani arus lalu-lintas. Salah satu penanganan yang diperlukan untuk mengatasi kemacetan tersebut adalah dengan dilakukannya pengaturan/pengendalian pada persimpangan tersebut. Cara pengaturan/pengendalian persimpangan adalah suatu upaya yang dipandang paling mudah dan paling ekonomis untuk mengatasi permasalahan tersebut (Lili Anggraini, Hamzani, Zulfhazli 2015).

Persimpangan dapat dipengaruhi kemampuan (*Capability*) jalan dalam melayani volume kendaraan dan volume pejalan kaki sebab “gangguan” kepada lalu lintas sering terjadi di persimpangan sehingga persimpangan harus dirancang sedemikian rupa, baik dari pengaturan geometriknya maupun dari pengaturan/pengendalian *Traffic Light* sehingga pergerakan arus lalu lintas pada persimpangan dapat terkendali aman dan nyaman (Ningsih Farida Manalu, Medis S. Surbakti, MT).

Penerapan operasional sinyal lampu dinamis sebagai pengatur pengendalian waktu siklus (traffic light), maka akan meningkatkan kapasitas simpang untuk melayani kebutuhan lalu lintas terutama pada jam-jam sibuk (*peak hour*), dan juga menjadikan waktu perjalanan yang lebih pendek,

penurunan tingkat resiko kecelakaan, serta memberikan kenyamanan dan keselamatan yang lebih tinggi bagi pejalan kaki dan para pengguna jalan. Pengaturan lalu lintas meliputi penetapan kebijakan lalu lintas pada jaringan atau ruas jalan tertentu, berupa perintah, anjuran, dan larangan yang masing-masing mengandung konsekuensi hukum (Suwardjoko P. Warpani, 2002).

Traffic light pada jalan Sutomo memiliki berbagai kendala yang dimana arus lalu lintasnya sangatlah padat terutama pada saat *peak hour* (jam puncak) yang disebabkan oleh berbagai hal, seperti kapasitas persimpangan jalan, waktu siklus, manajemen persimpangan yang kurang tepat dan ada beberapa faktor seperti, mobil yang parkir di badan jalan dan angkot yang berhenti sembarang.

Berdasarkan latar belakang di atas saya melakukan penelitian dengan judul evaluasi *Traffic Control* pada persimpangan Jalan Sutomo, Medan Timur, Sumatera Utara (PKJI 2014).

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi *Traffic Control* Pada Persimpangan Jalan Sutomo Medan Timur Sumatera Utara.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja persimpangan bersinyal pada jalan Sutomo tersebut, sehingga diharapkan dapat tercapai kelancaran, kemudahan, dan keamanan dalam berlalu-lintas sesuai ketentuan (PKJI) 201

1.3 Rumusan Masalah

Masalah – masalah yang timbul dari penelitian ini saya lampirkan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh penggunaan *Traffic Control* terhadap arus lalu lintas jalan pada persimpangan jalan Sutomo?
2. Apakah penggunaan *Traffic Control* dapat mengatasi kemacetan lalu lintas pada persimpangan Sutomo?
3. Bagaimanakah tingkat kinerja persimpangan bersinyal jalan Sutomo tersebut setelah adanya *Traffic Control*?

1.4 Batasan Masalah

Mengingat adanya keterbatasan waktu yang ada pada kami sebagai penulis. Adapun batasan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Penelitian ini dilakukan di Persimpangan Sutomo, Bambu, Sutomo Ujung, kota Medan.
2. Pengamatan dilakukan pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari.
3. Waktu siklus lampu *Traffic Control* pada masing-masing ruas jalan.
4. Kendaraan yang menerobos lampu merah diabaikan.

1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai referensi dalam melakukan penelitian lanjutan mengenai analisis *Traffic Control* pada persimpangan jalan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

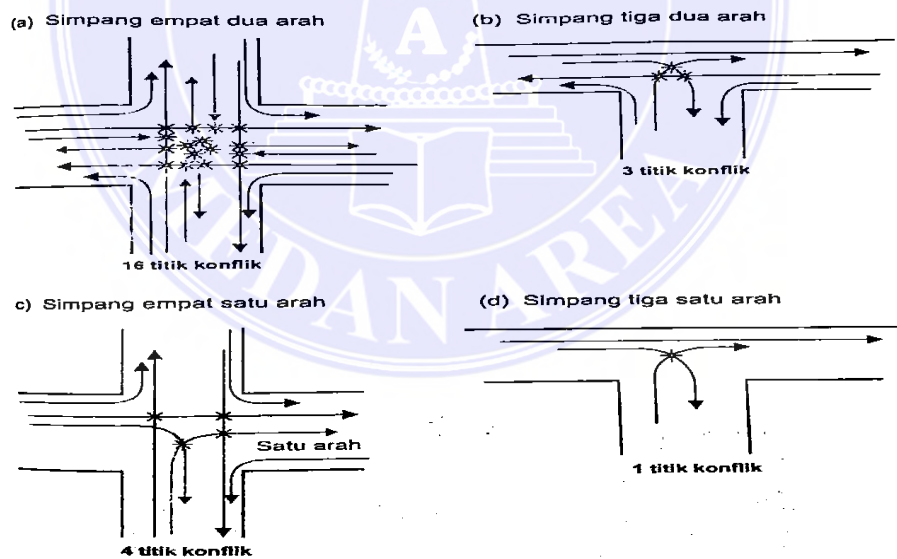
Suatu persimpangan jalan yang sebidang merupakan bagian yang sukar dan rumit dari suatu sistem jalan raya. Di sinilah terjadi sebagian besar pertemuan kendaraan dan pejalan kaki, yang selalu menyebabkan keterlambatan, kecelakaan dan kemacetan. Persimpangan sebidang (maksudnya terletak dalam satu daratan,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

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

2.2 Persimpangan

2.2.1 Pengertian Persimpangan

Persimpangan adalah bagian terpenting dari system jaringan jalan, yang secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam sistem jaringan tersebut (Alik Ansyori Alamsyah, 2005:89). Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya, ataupun kendaraan dengan pejalan kaki. Oleh karena itu, menurut Suwardjoko R. Warpani, (2002:86) upaya memperlancar arus lalu lintas adalah dengan ‘meniadakan’ titik konflik ini, misalnya dengan membangun ‘pulau lalu lintas’ atau bundaran, menerapkan ‘ arus searah’, menerapkan ‘larangan belok kanan’ maka titik konflik tinggal 4 buah, dan dengan simpang susun titik konflik secara teori ditiadakan.

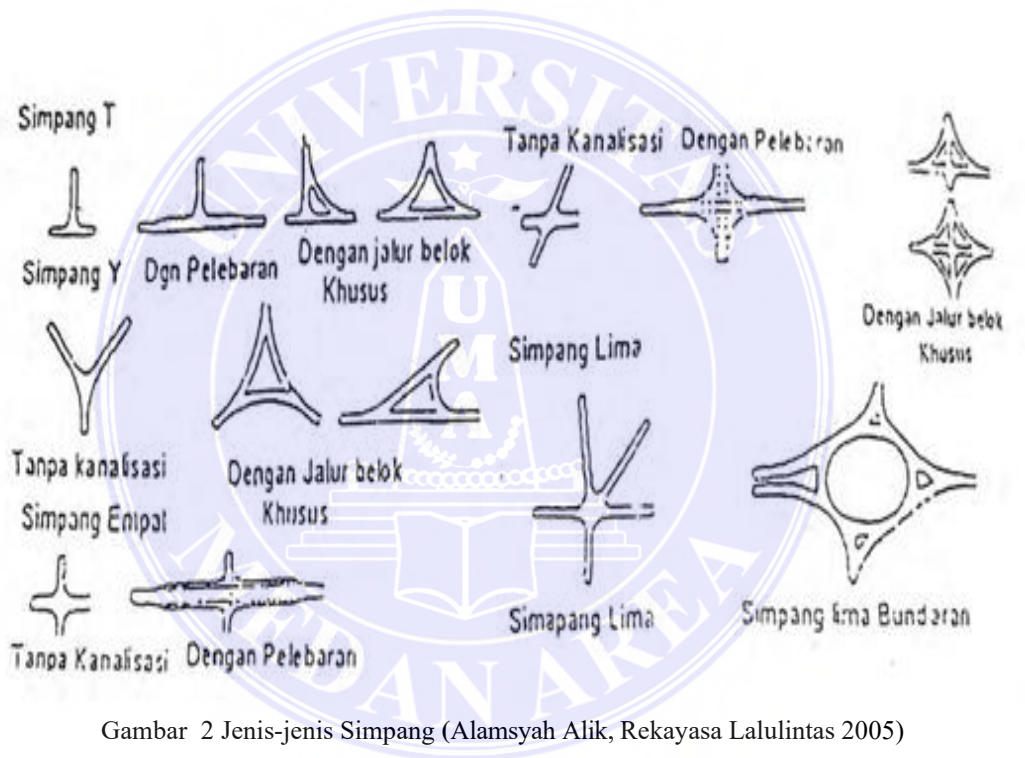


Gambar 1 Titik Konflik pada Simpang (Prasetyanto dan Dwi, Rekayasa Lalu Lintas dan Keselamatan Jalan, 2019)

2.2.2 Pengaturan Persimpangan

Ada beberapa jenis pengaturan persimpangan (*Alik Ansyori Alamsyah, 2005:94*), yaitu: Pengaturan persimpangan tanpa lampu lalu lintas, dan Pengaturan persimpangan dengan lampu lalu lintas.

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



Gambar 2 Jenis-jenis Simpang (Alamsyah Alik, Rekayasa Lalulintas 2005)

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

1. Untuk mengurangi kecelakaan.
2. Untuk meningkatkan kapasitas.
3. Meminimalkan tundaan atau antrian.

2.3 Simpang Bersinyal

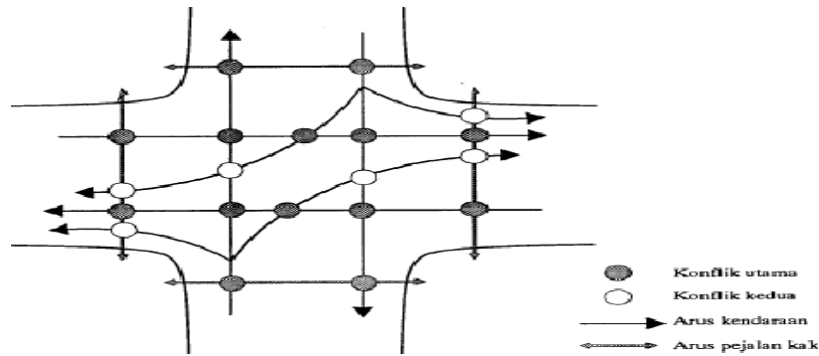
Menurut PKJI (2014) simpang bersinyal merupakan tata cara menentukan waktu sinyal, kapasitas dan perilaku lalu lintas (tundaan, panjang antrian, dan rasio kendaraan terhenti) pada simpang di daerah perkotaan dan semi perkotaan). Simpang bersinyal adalah dimana pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoprasian sinyal lalu lintas, jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya.

Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut (PKJI, 2014) :

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-kendaraan dari arah yang bertentangan.

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

Hal ini merupakan kebutuhan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan yang merupakan konflik-konflik utama.



Gambar 3 Konflik Lalu Lintas Persimpangan Bersinyal (Anonimus, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014) ada beberapa tujuan dari pemasangan lampu lalu lintas yaitu :

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama konsisi lalulintas 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.

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

lalu lintas dipersimpangan.

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

1. Lampu lalu lintas terpisah (*isolated traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana dalam perencanaannya hanya didasarkan pertimbangan pada satu tempat persimpangan saja tanpa pertimbangan simpang lain yang terdekat.
2. 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.
3. Lampu lalu lintas jaringan (*networking traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana dalam perancangannya mempertimbangkan cakupan beberapa simpang yang terdapat dalam suatu jaringan jalan dalam suatu kawasan.

Menurut PKJI 2014, dalam pengaturan dan pengoperasian sinyal lampu lalu lintas ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

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

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

siklus yang lebih dari batas yang disarankan, maka hal ini menunjukkan bahwa kapasitas dari simpang tidak mencukupi. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Waktu Siklus yang Disarankan (Anonimus, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014)

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

1. Waktu hijau (*g*), yaitu waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (detik).

Waktu hijau dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

- a. Waktu hijau maksimum (*g_{max}*) adalah waktu hijau maksimal yang di ijinakan 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).

2. Rasio hijau (*green ratio*), yaitu perbandingan antara waktu hijau dengan waktusiklus dalam suatu pendekat

$$(GR=g/c).....(1)$$

Dimana :

GR = Rasio hijau,

c = Waktu siklus (detik)

g = Waktu Hijau (detik).

3. Waktu merah semua, yaitu waktu di mana sinyal merah menyala bersama dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal

yang berurutan (detik),

4. Waktu hilang, yaitu jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (detik). Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) 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), dan,
5. Waktu kuning, yaitu waktu di mana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam suatu pendekat.

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2014), 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).

Menurut Ahmad Munawar (2004), pengendalian lalu lintas mencakup

aspek-aspek berikut:

1. Peningkatan efisiensi penggunaan lampu lalu lintas.
2. Instalasi dan pemindahan lampu lalu lintas.
3. Memberikan prioritas kepada bus kota di persimpangan dengan lampu lalu lintas, di mana bus kota dilengkapi dengan antena pemancar sehingga jika mendekati lampu lalu lintas, lampu akan selalu menunjukkan warna hijau.
4. Koordinasi antara lampu lalu lintas untuk memungkinkan sebagian besar kendaraan melintas beberapa persimpangan tanpa harus berhenti. Pengaturan lampu lalu lintas dapat dilakukan dengan dua cara:
 - a. Pengaturan waktu tetap, di mana durasi lampu hijau dan merah pada suatu lampu lalu lintas tetap konstan.
 - b. Pengaturan berdasarkan waktu atau beban lalu lintas, di mana durasi lampu hijau dan merah pada suatu lampu lalu lintas berubah-ubah sesuai dengan volume lalu lintas yang ada.

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).

Tabel 2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014)

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

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:

$$MERAH\ SEMUA\ (i) = \frac{(LEV+IEV)}{V_{EV}} - \frac{LAV}{V_{AV}} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

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)

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:

$$LTI = \Sigma(MERAH\ SEMUA + KUNING) i = \Sigma IG_i \dots\dots\dots(3)$$

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

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

1. System simultan

Di 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

Di 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.

- a. Dalam system progresif yang sederhana, berbagai muka sinyal yang mengendalikan suatu jalan, menampilkan warna hijau sesuai dengan jadwal waktu untuk tetap menjaga agar iring-iringan kendaraan tetap dapat bergerak pada kecepatan yang telah direncanakan.
- b. 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 akan memberikan efisiensi maksimum.

2.3.2 Efek dari Sinyal Lalu Lintas

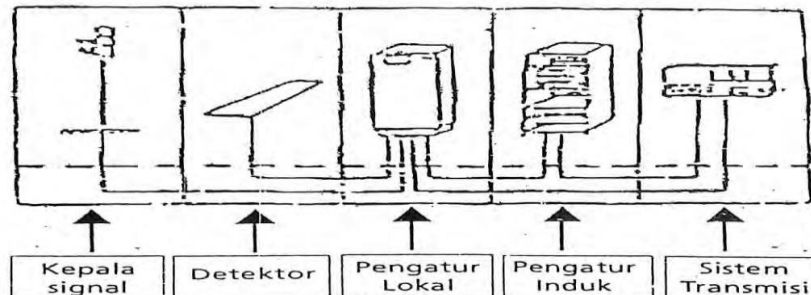
Penerapan sinyal lampu lalu lintas dari simpang diharapkan dapat memberikan efek-efek :

1. Peningkatan keselamatan Lalu Lintas.
2. Pemberian fasilitas kepada penyeberangan pejalan kaki.
3. Peningkatan kapasitas dari simpang antara dua jalan yang sibuk.
4. Pengaturan distribusi dari kapasitas berbagi arah arus lalu lintas atau kategori arus lalu lintas (kendaraan umum, bis, dll)

2.3.3 Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas

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

1. Kepala tiang,
2. Detector untuk lalu lintas (bila otomatis),
3. Pengendali local untuk menyalakan lampu sinyal pada persimpangan,
4. Pengendali induk untuk mengkoordinasi beberapa pengatur lokal bila ATC,
5. Sistem transmisi untuk menghubungkan sinyal detector pengendali lokal dan pengendali induk.



Gambar 4 Peralatan Sistem Pengendali Sinyal Lalu Lintas (Alamsyah Alik, Rekayasa Lalulintas 2005)

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

1. Periode intergreen antara phase,
2. Waktu siklus (*cycle time*)'
3. Pembagian waktu hijau ke masing-masing phase.

Menurut Suwardjoko R. Warpani (2002:97), alat pemberi isyarat lalu lintas berfungsi untuk mengatur lalu lintas kendaraan dan 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 kepada pengguna jalan.

(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 5 Lampu Lalu Lintas (Anonimous, Simpang Bersinyal PKJI 2014)

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.

2.3.4 Arus Lalu Lintas

Dalam PKJI (2014), 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)) dikonversidari kendaraan per jam menjadi satuan penumpang (skr) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

Tabel 3 Tipe Pendekat (Anonimous, Simpang Bersinyal PKJI 2014)

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

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

$$P_{LT} = \frac{LT(skr/jam)}{Total(smp/jam)} \dots\dots\dots(4)$$

$$P_{RT} = \frac{RT(skr/jam)}{Total(smp/jam)} \dots\dots\dots(5)$$

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 :

$$P_{UM} = Q_{UM}/Q_M \dots\dots\dots(6)$$

Qlt = arus kendaraan belok kiri (skr/jam)

Qrt = arus kendaraan belok kanan (skr/jam)

Qmi = arus kendaraan pada jalan minor (skr/jam)

Qtot = arus kendaraan total pada persimpangan (skr/jam)

Blt, Clt, Dlt menunjukkan arus lalulintas belok kiri

Brt,Crt,Drt menunjukkan arus lalulintas belok kanan

PRT = rasio belok kanan

PLt = rasio belok kiri

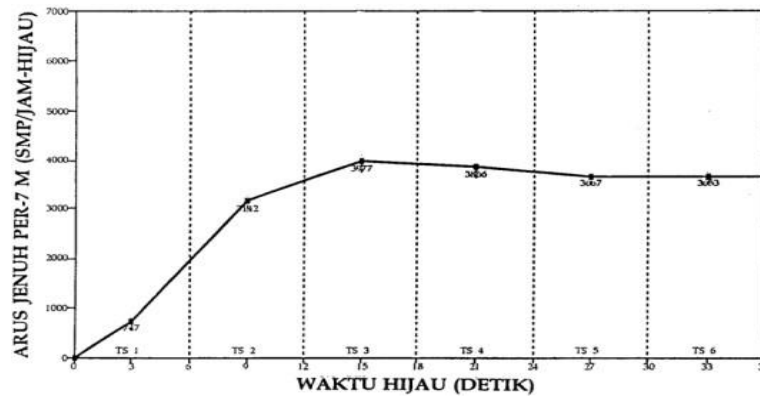
Pmi = rasio arus jalan minor

Pum = rasio kendaraan tak bermotor dengan kendaraan bermotor

2.4 Modal Dasar

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

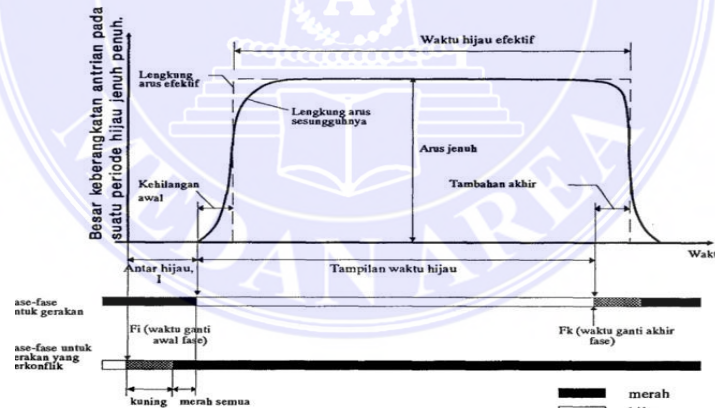
$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(7)$$



Gambar 6 Arus Jenuh Yang Diamati per Selang Waktu Enam Detik (Anonimous, Simpang Bersinyal PKJI 2014)

sebagai ‘Kehilangan awal’ dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu ‘Tambahkan 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 :

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



Gambar 7 Model Dasar Untuk Arus Jenuh (Anonimous, Simpang Bersinyal PKJI 2014)

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.

2.5 Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometric jalan terdapat beberapa parameter yaitu sebagai berikut:

1. Kendaraan Rencana

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

2. Kecepatan

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

Menurut PKJI 2014, lebar-lebar pendekat sewajarnya harus disesuaikan menurut ketidakseimbangan dalam rasio arus antara jalan yang berpotongan dan pendekat-pendekatnya. Untuk analisa simpang bersinyal pada tingkat perencanaan dan perancangan maka lebar pendekat dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 4 Penyesuaian Arus Lalu Lintas dengan Lebar Pendekat (Anonimous, Simpang Bersinyal PKJI 2014)

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

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

1. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD).
2. Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD) dan atau terbagi(4/2D).
3. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).
4. Jalan satu arah dan lajur bebas hambatan.

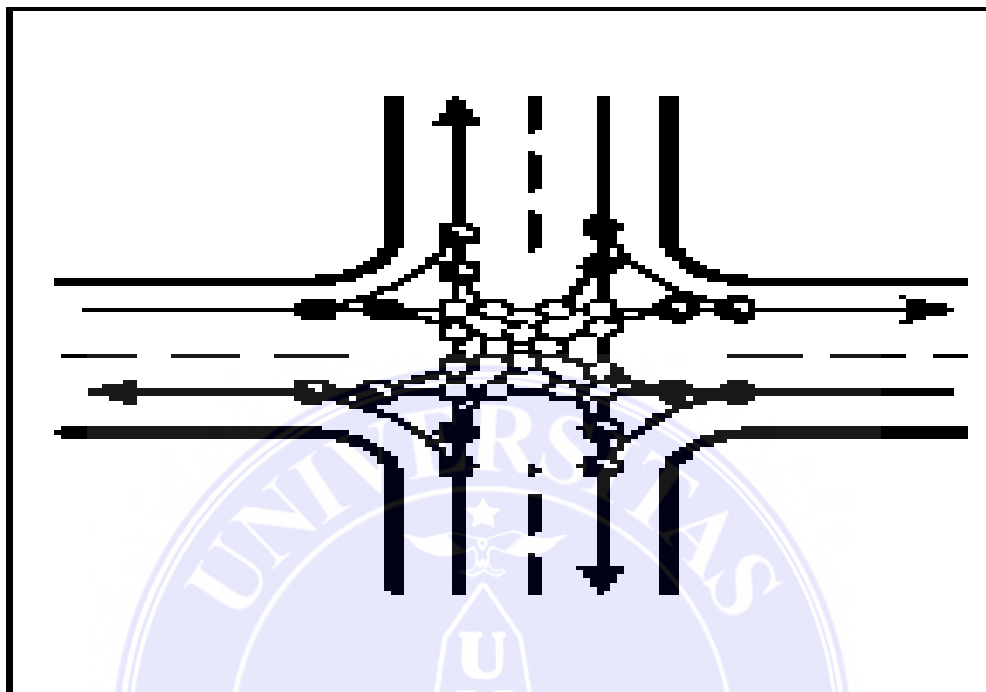
2.6 Titik Konflik pada Simpang

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

Menurut PKJI (2014), berdasarkan sifatnya konflik yang ditimbulkan oleh manuver kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan 2 tipe, yaitu :

1. Konflik primer yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan dan,
2. Konflik sekunder yaitu konflik yang terjadi karena gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang.

Adapun titik konflik yang terjadi pada persimpangan salah satunya dapat dilihat pada gambar berikut ini:

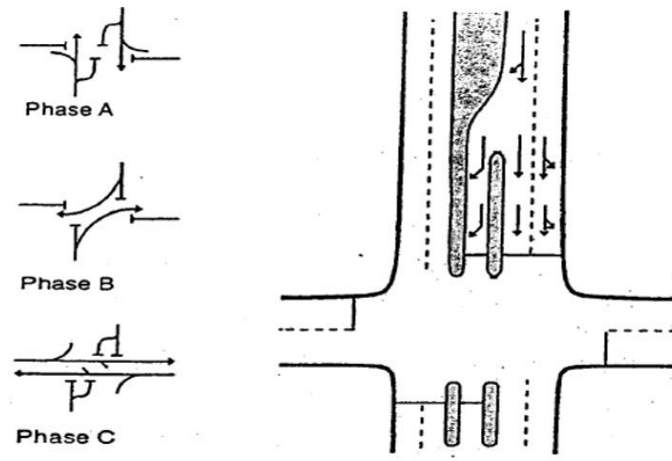


Gambar 8 Model Dasar Untuk Arus Jenuh (Sukirman dan Silvia, Perencanaan Geometrik Jalan 2016)

2.7 Perhitungan Simpang Bersinyal

2.7.1 Data masukan

Menurut PKJI (2014), kondisi geometrik pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan perhitungannya dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan Simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan dan/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 pendekat.



Gambar 9 Lengan Simbang Untuk setiap pendekat (Anonimous, Simbang Bersinyal PKJI 2014)

2.7.2 Penentuan waktu sinyal

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

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 pendekatterlindung (P) atau terlawan (O).

2. Lebar pendekat efektif

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

Untuk pendekat tipe O (Terlawan).

Jika $W_{LTOR} > 0$ meter, maka $W_e = W_A - W_{LTOR}$

Jika $W_{LTOR} < 0$ meter, maka $W_e = W_A \times (1 + PLTOR) - W_{TOR}$

Keterangan:

WA : Lebar pendekat

WLTOR : Lebar pendekat lengan belok kiri langsung

Untuk pendekat tipe P (Terlindung)

Jika $W_{keluar} < W_e \times (1 - PRT - PLTOR)$

3. Arus jenuh dasar (So)

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

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

Keterangan :

S_0 = Arus jenuh dasar (skr/jam) dan

W_e = Lebar jalan efektif (m)

4. Faktor Penyesuaian Arus Jenuh

a. Faktor penyesuaian kapasitas ukuran kota (FCuk)

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

Tabel 5 Faktor penyesuaian Ukuran Kota pada Simpang Bersinyal (Anonimous, Simpang Bersinyal PKJI 2014)

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

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

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

Dengan,

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

WA : Lebar Pendekat (m)

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

- d. Faktor penyesuaian kapasitas hambatan samping (FHS) pada perhitungan simpang bersinyal adalah fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor.
- e. Faktor penyesuaian arus belok kiri (FLT) dan arus belok kanan (FRT), Faktor penyesuaian untuk nilai arus jenuh dasar hanya pada pendekat tipe P(Terlindung) adalah sebagai berikut:

5. Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

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

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

$$Prt = QRT/Qtotal$$

Dimana :

PRT = rasio belok kanan,

QRT = arus lalu lintas belok kanan (skr/jam),

Qtotal = arus lalu lintas total (skr/jam).

6. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

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

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

$$Plt = \frac{QLT}{Qtotal}$$

Dimana :

P LT = rasio belok kiri,

Q LT = arus lalu lintas belok kiri (skr/jam),

Qtotal = arus lalu lintas total (skr/jam)

7. Rasio arus /rasio arus jenuh

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

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

Keterangan:

FR = Rasio arus

Q = Arus lalu-lintas (skr/jam)

S = Arus jenuh (skr/jam hijau)

Untuk rasio arus Simpang (IFR) dihitung dengan rumus:

$$IFR = \Sigma (Frcrit).....(13)$$

Keterangan:

IFR = Rasio arus Simpang

FRcrit = Rasio arus kritis

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

$$PR = FRcrit / IFR.....(14)$$

Keterangan:

PR = Rasio fase

FRcrit = Rasio arus kritis

IFR = Rasio arus Simpang

8. 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 pendekat (det). Hitung waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) untuk pengendalian waktu tetap.

$$Cua = (1,5 x LTI + 5) / (1 - IFR).....(15)$$

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:

$$g_i = (Cua - LTI) \times Pri \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus

Pri = Rasio fase $FRCRIT / \Sigma (FRCRIT)$

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

$$c = \Sigma g + LTI \dots\dots\dots(17)$$

Keterangan:

c = Waktu siklus (det)

Σg = Total waktu hijau (det)

LTI = Waktu hilang (det)

2.7.3 Kapasitas

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

Definisi kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan atau orang yang dapat melintasi suatu titik pada lajur jalan pada periode waktu tertentu dalam kondisi jalan tertentu atau merupakan arus maksimum yang bisa di lewatkan pada suatu ruas jalan. Dinyatakan dalam kend/jam atau skr/jam (PKJI 2014). 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 berikut.

Tabel 6 Kapasitas Dasar Tergantung Pada Tipe Jalan Dan Jumlah Lajur (Anonimous, Simpang Bersinyal PKJI 2014)

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

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 menyebabkan konflik.

b. Truk dan bis berjalan lurus

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

c. Bis angkutan lokal

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

4. Tolak ukur pengendalian

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:

$$C = S \times g/c \dots \dots \dots (18)$$

Keterangan:

g = Waktu hijau (det).

S = Arus jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam

pendekat selama sinyal hijau (skr / jam hijau).

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

2.7.4 Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas jalan. Biasanya digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu-lintas pada suatu segmen jalan dan Simpang.

Dalam PKJI 2014, jika analisis DS dilakukan untuk analisi tingkat kinerja, maka volume lalu lintasnya dinyatakan dalam emp. Factor yang mempengaruhi emp adalah :

1. Jenis jalan, seperti jalan luar kota, atau jalan bebas hambatan.
2. Tipe alinyemen, seperti Medan datar, berbukit atau, pegunungan, dan
3. Volume jalan

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

$$DS = Qskr / C \dots\dots\dots(19)$$

Keterangan:

$Qskr$ = Arus total (skr/jam)

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas jalan (skr/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 (*traffic light*).

2.7.5 Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian skr pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah skr yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1), ditambah jumlah skr yang datang selama fase merah (NQ_2) :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots(20)$$

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

Jika $DS > 0,5$, selain dari itu $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{360}$$

Dimana :

NQ_1 : Jumlah skr yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 : Jumlah skr yang datang selama fase merah

GR : Rasio hijau

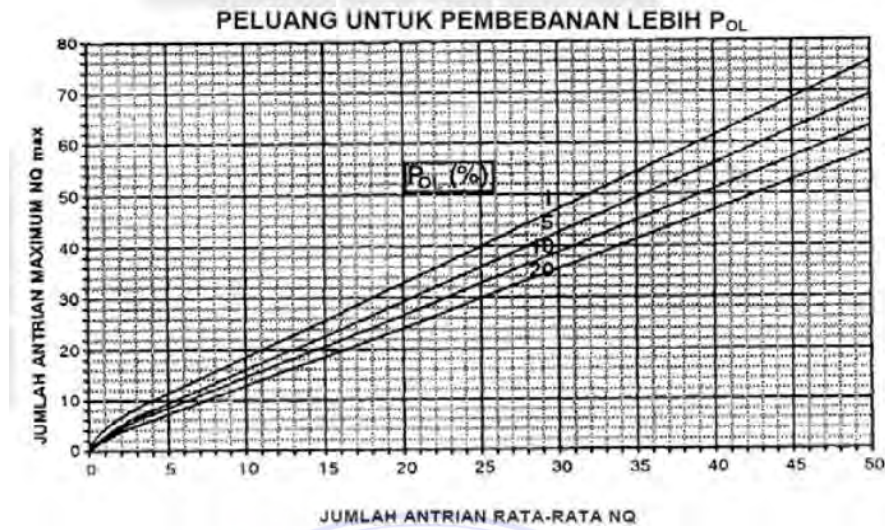
c : Waktu siklus (det)

C : Kapasitas (skr/jam)

Q : Arus lalu lintas pada pendekat tersebut

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per skr (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{MAX} \times 20 / W_{MASUK} \dots\dots\dots(21)$$



Gambar 10 Perhitungan Jumlah Antrian (NQ max) dalam skr (Risdiyanto, Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikas 2014)

2.7.6 Angka Henti

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

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots(22)$$

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

2.7.7 Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal :

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

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat j dihitung sebagai :

$$Dj = DTj + DGj \dots\dots\dots(23)$$

Dimana :

D_j = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/skr)

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

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

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

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NG1 \times 3600}{C} \dots\dots\dots(24)$$

Tundaan deometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat diperkirakan sebagai berikut :

$$DG = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4) \dots\dots\dots(25)$$

Dimana :

Psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

PT = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

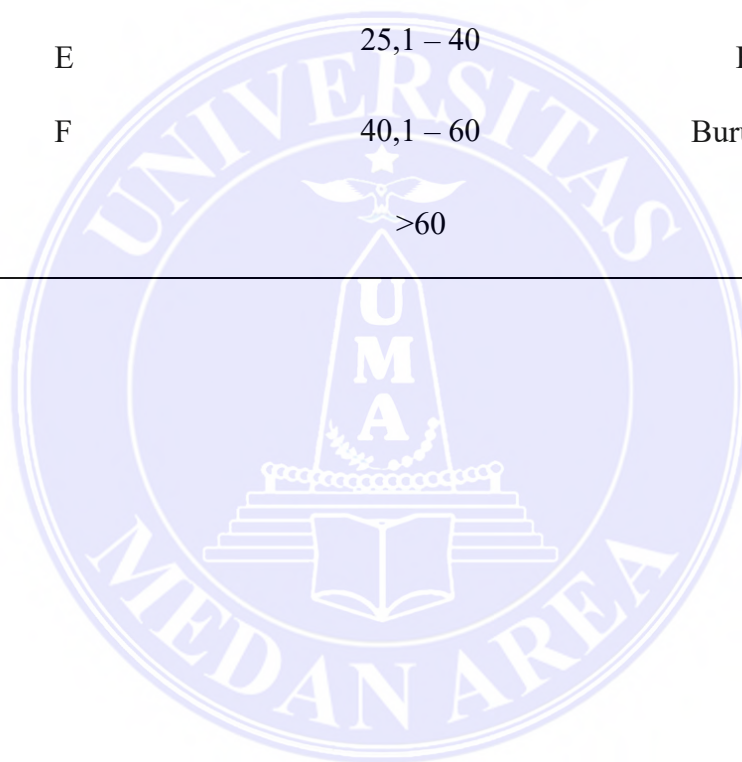
2.7.8 Level of service (LOS)

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

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

Tabel 7 Tundaan Simpang Rata-Rata (Risdiyanto, Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikas 2014)

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

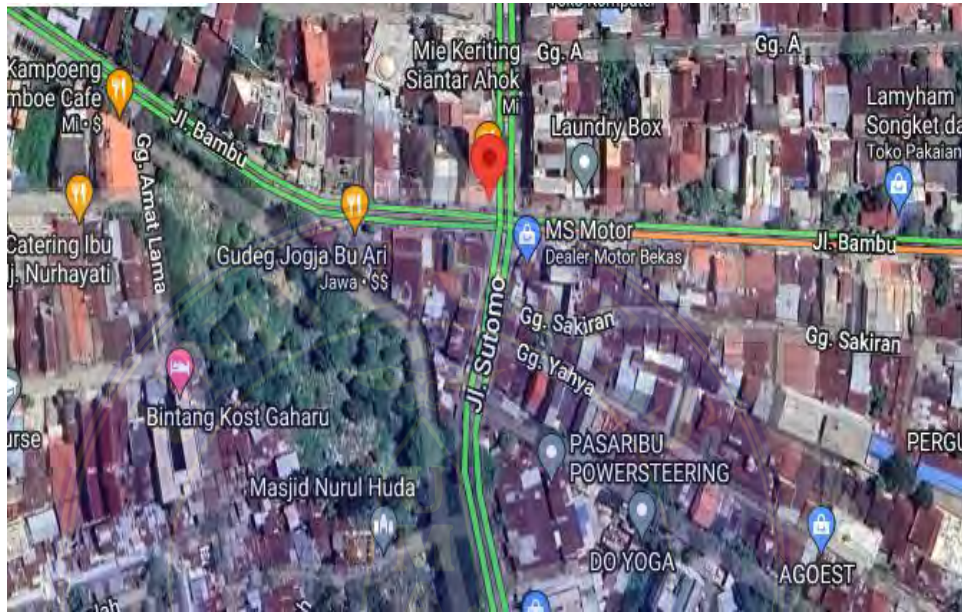


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Jl.Sutomo.



Gambar 11 Peta lokasi Penelitian (Google Maps)



Gambar 12 Denah Lokasi Penelitian (Peta Lapangan 2023)

2 Tahap Penelitian

Tahap penelitian 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 didapat gambaran umum dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada di lapangan. Lingkup pekerjaan yang dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka terhadap materi terkait dengan penelitian yang dilakukan.
2. Menentukan kebutuhan data.
3. Mendata instansi/institusi yang dapat dijadikan sumber data.

3 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan langkah awal setelah tahap persiapan dalam proses penelitian. Adapun beberapa metode yang dilakukan dalam rangka pengumpulan data ini antara lain:

1. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil survei secara langsung. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara survey langsung pada lokasi penelitian. Mencatat secara manual kendaraan yang melintas berdasarkan jenisnya. Data yang diperlukan sebagai bahan analisis simpang bersinyal meliputi:

- a. Data geometrik simpang.
- b. Data arus lalu lintas.
- c. Data sinyal.
- d. Hambatan samping.

2. Data Sekunder

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

3.1 Pengolahan Data

3.1.1 Survei Pendahuluan

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

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dari survei ini adalah :

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

3.1.2 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 volume lalu lintas) dan pengujian efektif dari formulir yang digunakan, mengumpulkan sejumlah pengamat, pemberian informasi kepada

pengamat tentang kegiatan yang akan dilakukan dan caracara mengisi formulir, menentukan survei dan periode pengamatan, dan mempersiapkan alat-alat yang digunakan untuk penelitian.

3.1.3 Alat Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan di lapangan sebagai berikut ini :

1. Formulir survey.
2. Alat tulis.
3. Stopwatch.
4. Roll meter (alat ukur).
5. Jam.

3.1.4 Jadwal Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada jam-jam puncak yaitu pagi, siang, dan sore hari. Cuaca cerah dan simpang bebas dari pengaruh luar seperti adanya kemacetan dan pengaturan lalu lintas secara manual oleh polisi.

3.1.5 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, volume lalu lintas, pencatatan waktu siklus dan fase sinyal. 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.

1. Pengamatan geometrik simpang dan pengukuran geometrik simpang dilakukandengan cara sebagai berikut :
 - a. Mencatat jumlah lajur dan arah.
 - b. Menentukan kode untuk masing-masing pendekat (Utara, Selatan, dan Barat) dan tipe pendekat (P = terlindung, O = terlawan).
 - c. Menentukan ada tidaknya median jalan.
 - d. Menentukan kelandaian jalan.
 - e. Mengukur lebar pendekat, lebar masuk, dan lebar keluar.
2. Pengamatan kondisi lingkungan adalah dengan menentukan simpang tersebut sebagai lahan komersial, permukiman, atau daerah dengan akses terbatas.
3. Penentuan fase sinyal dilakukan dengan cara sebagai berikut :
 - a. Mencatat lamanya waktu menyala tiap fase dengan alat pencatat waktu.
 - b. Waktu siklus diperoleh dengan cara mencatat lamanya waktu semua fasedari saat menyala, berhenti sampai menyala kembali.
 - c. Waktu hilang diperoleh dengan menjumlahkan fase merah semua dan fase kuning,
 - d. 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 ke dalam formulir pencacahan yang telah diberikan. Pengumpulan data volume lalu lintas pada simpang dilakukan dengan mencatat semua kendaraan yang lewat pada dua buah titik pengamatan atau garis pengamatan pada ruas jalan dan simpang yang diamati oleh surveyor, kendaraan digolongkan kedalam tiga kategori yaitu :

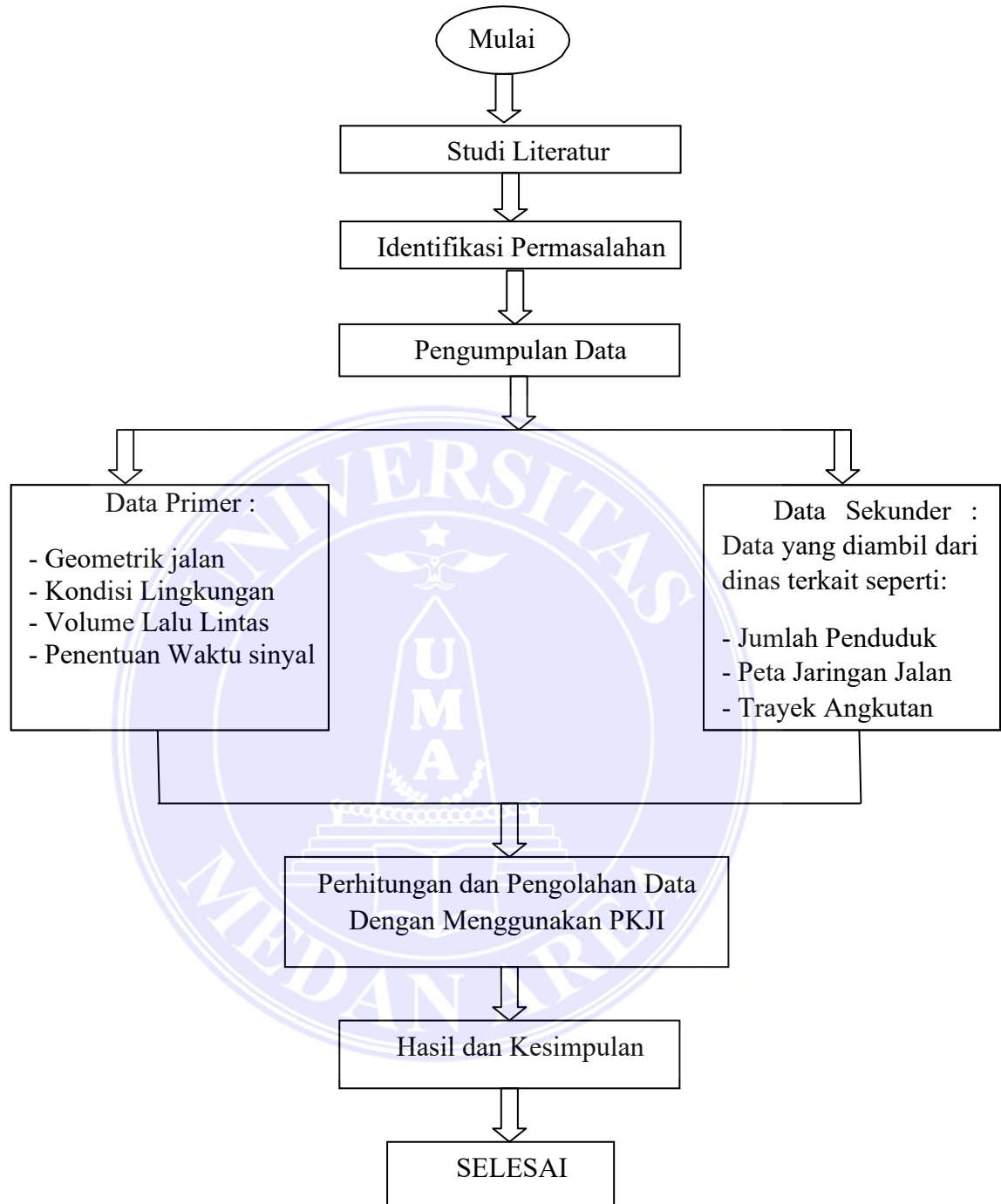
- 1) Sepeda Motor / *Motorcycle* (MC)
- 2) Kendaraan ringan / *Light Vehicle* (LV)
- 3) Kendaraan berat / *Heavy Vehicle* (HV)

3.2 Analisis Data

Data yang dikumpulkan akan diolah sesuai dengan keperluan analisis data yang terdapat pada PKJI sebagai perbandingan, antara lain :

1. Kondisi – kondisi geometrik, pengendalian lalu lintas dan lingkungan tertera pada formulir SIG I.
2. Data arus lalu lintas dapat dilihat pada formulir SIG II.
3. Waktu kuning dan waktu merah semua dapat dilihat pada formulir SIG III.
4. Hasil perhitungan arus jenuh ditunjukkan pada formulir SIG IV.

Berikut ini adalah diagram alur penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 13 Bagan Alir Penelitian (Rancangan penelitian 2023)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, berikut adalah kesimpulan dari penelitian ini:

1. Penggunaan *Traffic Control* sangat pengaruh terhadap arus lalu lintas jalan pada persimpangan jalan Sutomo, ini dapat di lihat dari;
 - a. *Traffic Control*, yang mencakup lampu lalu lintas dan pengaturan waktu hijau, telah diterapkan di persimpangan jalan Sutomo'
 - b. Penurunan waktu hilang (RH) dengan memberikan nilai normal waktu antar hijau sesuai dengan standar PKJI 2014 bertujuan untuk mempersingkat waktu siklus (c).
 - c. persimpangan jalan Sutomo memiliki derajat kejenuhan (Dj) yang sesuai dengan standar PKJI 2014, dengan Dj kurang dari 0,85.
2. Penggunaan *Traffic Control* dapat mengatasi kemacetan lalu lintas pada persimpangan Sutomo. Ini di buktikan dari penurunan waktu hilang dan peningkatan kapasitas simpang berpotensi mengurangi kemacetan di persimpangan jalan Sutomo.
3. Waktu siklus yang sesuai, waktu hijau yang memadai, dan kapasitas simpang yang memenuhi standar PKJI 2014 juga memberikan dasar yang baik untuk mengatasi kemacetan lalu lintas
4. Tingkat kinerja persimpangan bersinyal jalan Sutomo tersebut setelah adanya *Traffic Control* adalah baik. Ini karena, hasil alternatif perhitungan peneliti yang menunjukkan bahwa persimpangan jalan Sutomo memenuhi

sebagian besar standar PKJI 2014, seperti arus lalu lintas, waktu siklus, waktu hijau, kapasitas, dan derajat kejenuhan. Selain itu Tundaan simpang rata-rata juga sesuai dengan standar PKJI 2014, sehingga tingkat pelayanan persimpangan dianggap "sedang."

5.2 Saran

Saran-saran berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan Lebar Jalan

Diperlukan penambahan lebar jalan pada pendekatan Selatan dan Utara. Selain itu, penyesuaian pengaturan waktu hijau pada lampu lalu lintas juga perlu dilakukan untuk mengakomodasi aliran lalu lintas yang lebih baik.

2. Penanganan Kendaraan Angkutan Umum

Kendaraan angkutan umum sebaiknya tidak melakukan pemberhentian atau penurunan penumpang di area persimpangan, terutama pada pendekatan dari Barat. Hal ini untuk menghindari gangguan terhadap arus lalu lintas yang sedang berlangsung.

3. Penelitian Lanjutan

Untuk melakukan penelitian-penelitian lanjutan yang berkaitan dengan pengendalian lalu lintas. Penelitian ini dapat memberikan dukungan lebih lanjut terhadap upaya meningkatkan kelancaran lalu lintas di persimpangan seperti simpang Sutomo.

Dengan menerapkan solusi dan saran-saran ini, diharapkan kinerja simpang Sutomo dapat ditingkatkan, kemacetan dapat berkurang, dan keselamatan berkendara dapat ditingkatkan bagi pengendara.

DAFTAR PUSTAKA

- 14, P. M. (2006). *Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Menteri Perhubungan.
- Alamsyah, A. (2005). *Rekayasa Lalu-lintas*. Malang: Penerbit UMM.
- Anggraini, L., Hamzani, & Zulfhazli. (2015). Analisis Pengaruh Kinerja Lalu-Lintas Terhadap Pemasangan Traffic Light. *The Research institutions and community service (LPPM) Universitas Malikussaleh*.
- Anonimus. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Ismono, K. (2021). *Perencanaan Geometrik Jalan*. Yogyakarta: ISTN.
- Khisty, C., Jotin, & Lall, B. K. (2003). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid* Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Miro, F. (2013). *Pengantar Sistem Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Morlok, E. (1995). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Prasetyanto, & Dwi. (2019). *Rekayasa Lalu Lintas dan Keselamatan Jalan*. Bandung: Itenas.
- Putranto, L. S. (2016). *Buku Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Permata Putri Media.
- Risdiyanto. (2014). *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: LeutikaPrio.
- Sanjaya, A., Sulandari, E., & Basalim, S. (2016). Perencanaan Traffic Light pada Simpang. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*.
- Sukirman, & Silvia. (1999). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- Viyantimala, N., Anggraini, R., & Isya, M. (2015). Rekayasa Lalu Lintas. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Warpani, R., & Suwardjoko. (2002). *Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan*. JAKARTA: PENERBIT BHRATARA .

Lampiran 1.A : Data Arus Lalu Lintas

Tabel arus lalu lintas pada jam puncak simpang Sutomo, Medan (Senin, 21 Juli 2023)

Pendekat	Tipe kendaraan	Waktu	Arah pergerakan			Jumlah (Kend/Jam)
			ST (Kend/Jam)	LT (Kend/Jam)	RT (Kend/Jam)	
A Jl. Sutomo 1 (Barat)	MC	Pagi	800	218	142	1160
		Siang	1001	299	85	1385
		Sore	1769	1330	212	3311
	LV	Pagi	210	87	103	400
		Siang	276	107	53	436
		Sore	310	141	101	552
	HV	Pagi	14	0	0	14
		Siang	20	1	0	21
		Sore	30	2	1	33
	Total jumlah kendaraan			Pagi	Siang	Sore
			1574	1842	3896	7312
B Jl. Sutomo 2 (Timur)	MC	Pagi	1126	216	463	1805
		Siang	1078	231	398	1707
		Sore	1411	320	122	1853
	LV	Pagi	127	212	243	582
		Siang	274	178	104	556
		Sore	120	540	156	816
	HV	Pagi	24	0	0	24
		Siang	18	0	0	18
		Sore	20	2	1	23
	Total jumlah kendaraan			Pagi	Siang	Sore
			2411	2281	2692	7384
C Jl. Bambu 3 (Selatan)	MC	Pagi	518	112	320	950
		Siang	399	235	167	801
		Sore	1063	273	107	1443
	LV	Pagi	183	65	52	300
		Siang	265	56	69	390
		Sore	258	84	20	362
	HV	Pagi	1	0	0	1
		Siang	1	0	2	3
		Sore	2	1	0	3
	Total jumlah kendaraan			Pagi	Siang	Sore
			1251	1194	1808	4253
D Jl. Bambu 4 (Utara)	MC	Pagi	820	128	476	1424
		Siang	987	118	412	1517
		Sore	1090	235	230	1555
	LV	Pagi	61	85	99	245
		Siang	185	72	47	304
		Sore	180	57	78	315
	HV	Pagi	4	3	0	7
		Siang	0	2	0	2
		Sore	0	3	2	5
	Total jumlah kendaraan			Pagi	Siang	Sore
			1676	1823	1875	5374

Pagi = 6912 Kend/Jam

Siang = 7140 Kend/Jam

Sore = 10271 Kend/Jam

Jam puncak terjadi pada sore hari = 10271 Kend/Jam

Tabel arus lalu lintas pada jam puncak simpang Sutomo, Medan (Kamis, 23 Juli 2023)

Pendekat	Tipe kendaraan	Waktu	Arah pergerakan			Jumlah (Kend/Jam)
			ST (Kend/Jam)	LT (Kend/Jam)	RT (Kend/Jam)	
A Jl. Sutomo 1 (Barat)	MC	Pagi	732	264	110	1106
		Siang	803	351	108	1262
		Sore	1198	1113	628	2939
	LV	Pagi	564	142	91	797
		Siang	532	186	85	803
		Sore	890	307	98	1295
	HV	Pagi	13	0	1	14
		Siang	20	1	0	21
		Sore	27	0	1	28
	Total jumlah kendaraan		Pagi	Siang	Sore	Total arus (A)
		1917	2086	4262	8265	
B Jl. Sutomo 2 (Timur)	MC	Pagi	1078	213	432	1723
		Siang	1040	214	477	1731
		Sore	1211	335	134	1680
	LV	Pagi	384	267	253	904
		Siang	467	203	141	811
		Sore	453	235	65	753
	HV	Pagi	14	0	0	14
		Siang	29	0	0	29
		Sore	18	0	0	18
	Total jumlah kendaraan		Pagi	Siang	Sore	Total arus (B)
		2641	2571	2451	7663	
C Jl. Bambu 3 (Selatan)	MC	Pagi	751	178	105	1034
		Siang	564	121	92	777
		Sore	907	280	165	1352
	LV	Pagi	206	57	49	312
		Siang	263	77	40	380
		Sore	220	115	88	423
	HV	Pagi	0	2	3	5
		Siang	0	1	2	3
		Sore	1	0	0	1
	Total jumlah kendaraan		Pagi	Siang	Sore	Total arus (C)
		1351	1745	1508	4604	
D Jl. Bambu 4 (Utara)	MC	Pagi	501	126	154	781
		Siang	809	192	310	1311
		Sore	1063	221	241	1525
	LV	Pagi	159	51	65	275
		Siang	98	61	52	211
		Sore	109	46	68	223
	HV	Pagi	0	3	0	3
		Siang	0	0	0	0
		Sore	0	2	0	2
	Total jumlah kendaraan		Pagi	Siang	Sore	Total arus (D)
		1059	1522	1750	4331	

Pagi = 6968 Kend/Jam

Siang = 7924 Kend/Jam

Sore = 9971 Kend/Jam

Jam puncak terjadi pada sore hari = 9971 Kend/Jam

Lampiran 1.C : Data Arus Lalu Lintas

Tabel arus lalu lintas pada jam puncak simpang Sutomo, Medan (Sabtu, 26 Juli 2023)

Pendekat	Tipe kendaraan	Waktu	Arah pergerakan			Jumlah (Kend/Jam)
			ST (Kend/Jam)	LT (Kend/Jam)	RT (Kend/Jam)	
A Jl. Sutomo 1 (Barat)	MC	Pagi	644	231	175	1050
		Siang	738	310	182	1230
		Sore	1764	325	218	2307
	LV	Pagi	500	160	76	736
		Siang	432	172	63	667
		Sore	471	350	137	958
	HV	Pagi	6	0	1	7
		Siang	6	0	0	6
		Sore	5	0	0	5
	Total jumlah kendaraan			Pagi	Siang	Sore
			1793	1903	3270	6966
B Jl. Sutomo 2 (Timur)	MC	Pagi	912	228	406	1546
		Siang	801	249	417	1467
		Sore	889	268	623	1780
	LV	Pagi	1102	186	152	1440
		Siang	626	173	151	950
		Sore	1105	214	106	1425
	HV	Pagi	12	0	0	12
		Siang	10	1	0	11
		Sore	12	2	0	14
	Total jumlah kendaraan			Pagi	Siang	Sore
			2998	2428	3219	8645
C Jl. Bambu 3 (Selatan)	MC	Pagi	588	165	137	890
		Siang	442	201	118	761
		Sore	956	275	226	1457
	LV	Pagi	300	70	25	395
		Siang	239	53	33	325
		Sore	377	91	55	523
	HV	Pagi	0	2	2	4
		Siang	0	0	3	3
		Sore	0	1	5	6
	Total jumlah kendaraan			Pagi	Siang	Sore
			1289	1089	1986	4364
D Jl. Bambu 4 (Utara)	MC	Pagi	891	144	176	1211
		Siang	752	162	185	1099
		Sore	881	210	145	1236
	LV	Pagi	110	35	60	205
		Siang	190	41	57	288
		Sore	167	125	86	378
	HV	Pagi	0	3	2	5
		Siang	0	1	0	1
		Sore	0	2	0	2
	Total jumlah kendaraan			Pagi	Siang	Sore
			1421	1388	1616	4425

Pagi = 7501 Kend/Jam

Siang = 6808 Kend/Jam

Sore = 10091 Kend/Jam

Jam puncak terjadi pada sore hari = 13031 Kend/Jam



Gambar kondisi arus lalu lintas di jalan bambu



Gambar kondisi arus lalu di simpang Sutomo



Gambar kondisi arus lalu lalu di jalan Sutomo



Gambar pengamatan lalulintas sebelum melakukan pengukuran



Gambar pencatatan volume arus lalu lintas