

**ANALISIS KINERJA LALU LINTAS PADA PERUBAHAN
ARUS LALU LINTAS DIKAWASAN RUAS JALAN WOLTER
MONGONSIDI KOTA MEDAN**

SKRIPSI

OLEH:

**IRZA JUANDA
188110096**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

**ANALISIS KINERJA LALU LINTAS PADA PERUBAHAN
ARUS LALU LINTAS DIKAWASAN RUAS JALAN WOLTER
MONGONSI KOTA MEDAN**

SKRIPSI

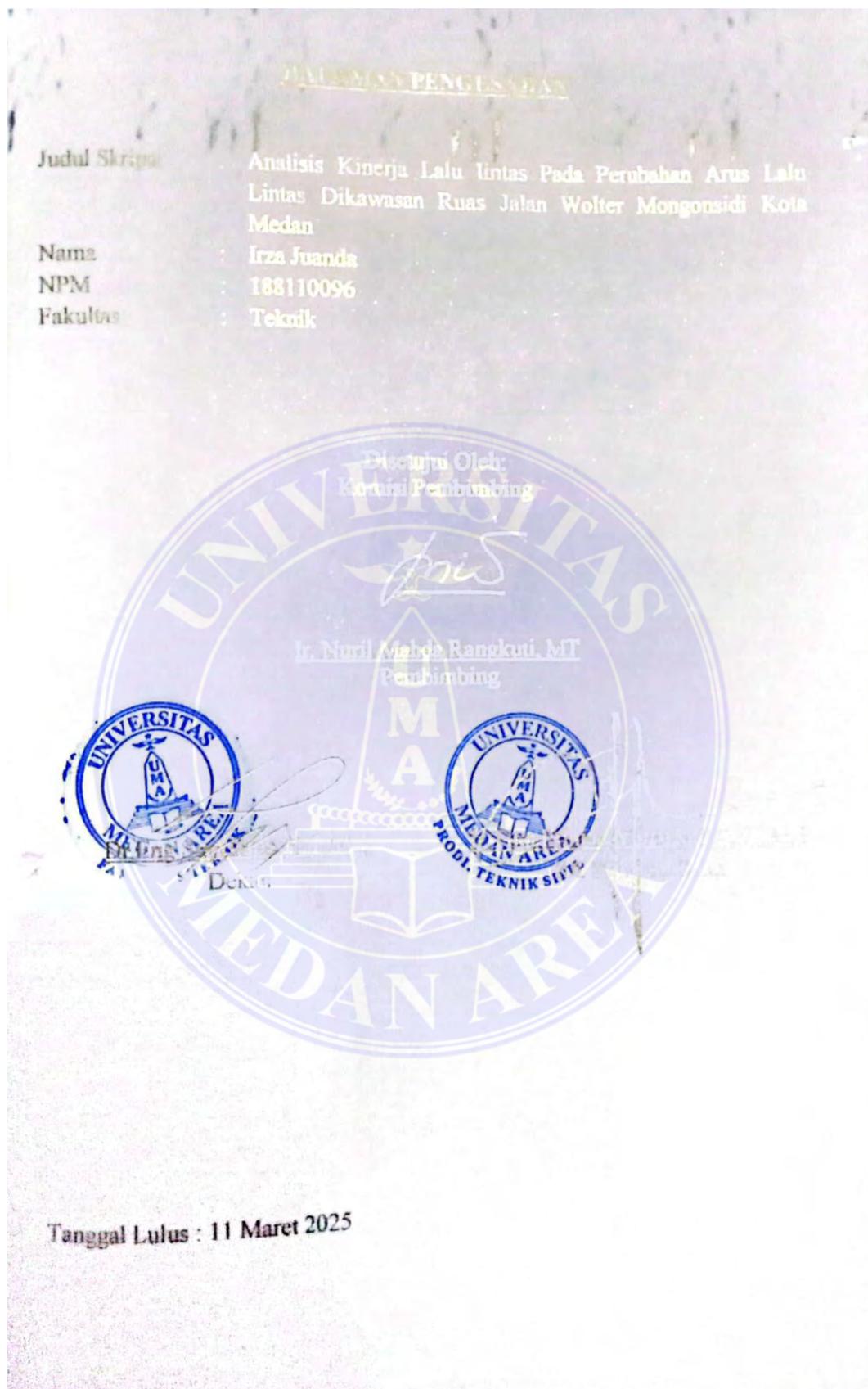
Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:

**IRZA JUANDA
188110096**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**



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 : Irza Juanda
NPM : 188110096
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalty Free-Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Redesain Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Medan Area Menggunakan Metode Flat Slab. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif 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 : 11 Maret 2025
Yang menyatakan



(Irza Juanda)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan Pada tanggal 05 November 2000 dari Ayah Misdi dan Ibu Siti Hajar. Penulis merupakan putra ke 2 dari 3 bersudara. Tahun 2018 Penulis lulus dari SMA Negeri 5 Medan dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tahun 2023 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Gedung Swalayan di JL. Letdan Sujono, Kec. Medan Tembung, Sumatera Utara.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT atas limpah rahmat, karunia dan hidayah-Nya skripsi ini dapat penulis selesaikan. Salah satu nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini yang berjudul "Analisis Kinerja Lalu Lintas Pada Perubahan Arus Lalu Lintas Dikawasan Ruas Jalan Wolter Mongonsidi Kota Medan" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Keberhasilan pelaksanaan penelitian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

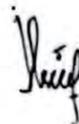
1. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan serta doa yang tiada henti untuk penulis.
3. Ucapan terima kasih kepada seluruh kawan-kawan saya yang telah melibatkan diri dalam pengumpulan data primer sehingga skripsi ini dapat saya selesaikan sebagai mana mestinya.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya jauh dari kesempurnaan maka untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk menyempurnakan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun semua pihak yang membaca skripsi ini dan dapat menambah wawasan terutama di dunia pendidikan khususnya dalam bidang teknik sipil.

Medan, 11 Maret 2025

Penulis,



IRZA JUANDA

ABSTRAK

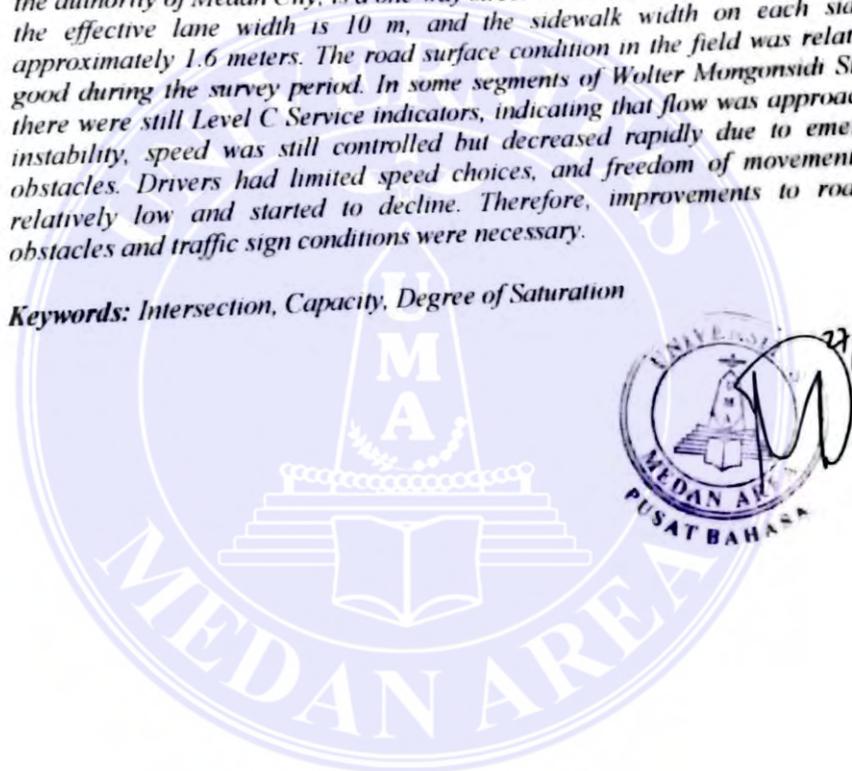
Kota Medan merupakan salah satu kota yang paling padat lalu lintasnya, di mana kepadatan ini telah menyebabkan penurunan tingkat pelayanan di berbagai ruas jalan dan persimpangan, sehingga kenyamanan serta keamanan pengguna jalan menjadi terganggu. Kepadatan yang tinggi ini berdampak buruk pada mobilitas dan efisiensi transportasi publik maupun pribadi, menyebabkan waktu tempuh yang lebih lama, tingkat polusi yang lebih tinggi, dan potensi kecelakaan lalu lintas yang meningkat. Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Wolter Mongonsidi di Kota Medan, yang dibagi menjadi beberapa bagian untuk mempermudah analisis kinerja lalu lintas di setiap area jalan. Lokasi ini dimulai dari simpang Jalan Walikota hingga simpang Jalan Pattimura, mencakup berbagai lingkungan yang memiliki karakteristik lalu lintas yang beragam. Di bagian pertama jalan, yang dimulai dari simpang Jalan Walikota hingga Jalan Suwondo, terdapat banyak fasilitas publik dan perkantoran yang menyebabkan tingginya volume kendaraan, terutama pada jam-jam sibuk. Ruas Jalan Wolter Mongonsidi merupakan jalan dengan kewenangan Jalan kota Medan merupakan jalan satu arah dengan 3 lajur . tipe jalan Wolter Mongonsidi adalah 3/1, lebar efektif lajur lalu lintas adalah 10 m dan lebar trotoar pada masing- masing arah sekitar 1,6 meter. Kondisi jalan di lapangan relative masih cukup baik perkerasannya saat periode survei. Pada beberapa segmen ruas jalan Wolter Mongonsidi masih terdapat indikator Tingkat Pelayanan C yang menjelaskan Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan namun menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul. Pengemudi dibatasi memilih kecepatan kebebasan bergerak relatif kecil dan mulai mengalami penurunan. sehingga perlunya perbaikan pada hambatan samping dan kondisi rambu lalu lintas.

Kata Kunci: Persimpangan, Kapasitas, Derajat Kejenuhan.

ABSTRACT

Medan City is one of the cities with the highest traffic density, where this congestion has caused a decline in service levels on various road segments and intersections, disrupting road user comfort and safety. This high density negatively affects both public and private transportation mobility and efficiency, resulting in longer travel times, higher pollution levels, and increased traffic accident potential. This research was conducted on Wolter Mongonsidi Street in Medan City, which was divided into several sections to facilitate traffic performance analysis in each area. This location began from the Walikota Street intersection to Pattimura Street intersection, covering various environments with diverse traffic characteristics. In the first section, from Walikota Street intersection to Suwondo Street, many public facilities and offices caused high vehicle volumes, especially during peak hours. Wolter Mongonsidi Street is under the authority of Medan City, is a one-way street with 3 lanes. The road type is 3-1, the effective lane width is 10 m, and the sidewalk width on each side is approximately 1.6 meters. The road surface condition in the field was relatively good during the survey period. In some segments of Wolter Mongonsidi Street, there were still Level C Service indicators, indicating that flow was approaching instability, speed was still controlled but decreased rapidly due to emerging obstacles. Drivers had limited speed choices, and freedom of movement was relatively low and started to decline. Therefore, improvements to roadside obstacles and traffic sign conditions were necessary.

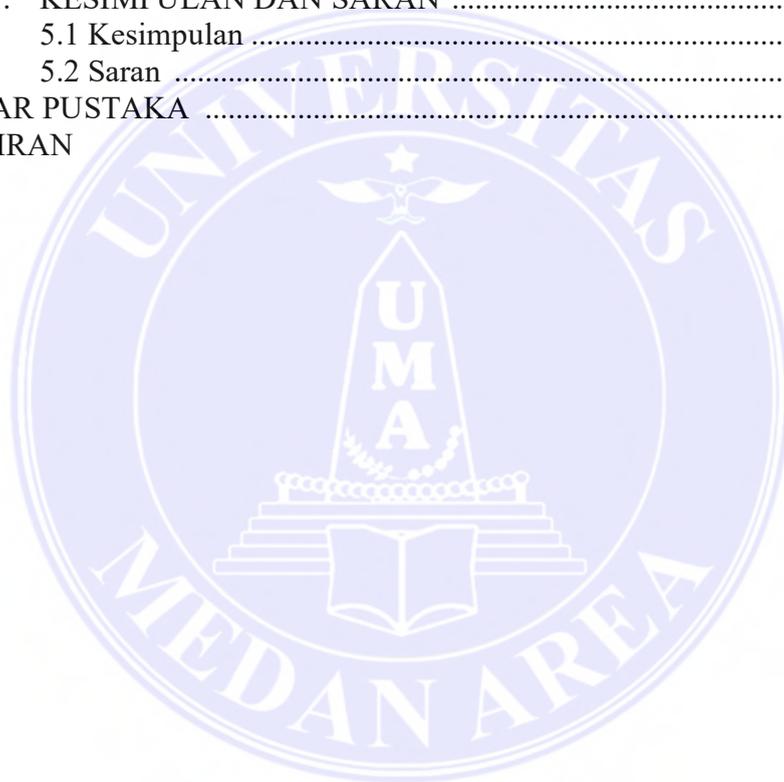
Keywords: *Intersection, Capacity, Degree of Saturation*



DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGHANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Umum	4
2.3 Pelaksanaan Perencanaan Jalan Perkotaan	7
2.4 Data Masukan Lalu Lintas	11
2.5 Kriteria Kelas Hambatan Samping	12
2.6 Ekuivalen Kendaraan Ringan (EKR)	13
2.7 Kecepatan Arus Bebas (VB)	14
2.8 Penetapan Kapasitas (C)	17
2.9 Kapasitas Dasar (CO)	17
2.10 Faktor Penyesuaian (FC)	18
2.11 Drajat Kejenuhan (DJ)	20
2.12 Kecepatan Tempu (VT) dan Waktu Tempuh (WT)	21
2.13 Kinerja Lalu Lintas Jalan	21
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Lokasi Penelitian	38
3.2 Tahapan Persiapan	40
3.2.1 Teknik Pengumpulan Data	40
3.2.2 Pengolahan Data	41
3.2.3 Analisa Data	42

3.3 Kerangka Penelitian	43
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil Penelitian	44
4.1.1 Geometri Luas Jalan Wolter Mongonsidi	44
4.1.2 Data Volume Lalu Lintas	44
4.1.3 Kelas Hambatan Samping (KHS)	53
4.1.4 Kecepatan Arus Bebas Ruas Jalan (VB)	58
4.1.5 Kapasitas (C)	59
4.1.6 Derajat Kejenuhan (Dj)	53
4.2 Pembahasan	61
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Kelas Ukuran Kota	6
Tabel 2 Rentang Ambang Arus Lalu Lintas Tahun 1 Untuk Pemilihan Tipe Jalan , Ukuran Kota 1-3 Juta	8
Tabel 3 Pengaruh Rencana Geometri Terhadap Tingkat Kecelakaan	9
Tabel 4 Detail Teknis Yang Harus Menjadi Pertimbangan Dalam Desain Teknis Perinci	10
Tabel 5 Pembobotan Hambatan Samping	12
Tabel 6 Kriteria Kelas Hambatan Samping	12
Tabel 7 Ekivalen Kendaraan Ringan Tipe Jalan 2/2 TT	13
Tabel 8 Ekivalen Kendaraan Ringan Jalan Terbagi dan Satu Arah	13
Tabel 9 Kecepatan Arus Bebas Dasar, VBD	14
Tabel 10 Nilai Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Dasar Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif	15
Tabel 11 Faktor Penyesuaian Kecepatan Arus Bebas Akibat Hambatan Samping, FVBHS, Untuk Jalan Berbahu Dengan Lebar Efektif LBE.....	15
Tabel 12 Faktor Penyesuaian Arus Bebas Akibat Hambatan Samping Untuk Jalan Berkereb Dengan Jarak Kereb Penghalang Terdekat LK-P	16
Tabel 13 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Ukuran Kota Pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan, FVUK	16
Tabel 14 Kapasitas Dasar CO	17
Tabel 15 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas, FCLJ	18
Tabel 16 Faktor Penyesuaian Kapasitas terkait Pemisahan arah lalu lintas, FCPA	18
Tabel 17 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat KHS pada jalan berbahu, FCHS	19
Tabel 18 Faktor penyesuaian kapasitas akibat KHS pada jalan berkereb dengan arak darikereb ke hambatan samping terdekat sejauh LKP, FCHS	19
Tabel 19 Faktor Penyesuaian Kapasitas terkait ukuran kota, FCUK	20
Tabel 20 I09ndeks Tingkat Pelayanan Berdasarkan tingkatan arteri (Tamin dan Nahdalina (1998))	23
Tabel 21 Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) Berdasarkan Kecepatan arus bebas dan Tingkat Kejenuhan lalu lintas (<i>Sumber: Tamin dan Nahdalina (1998)</i>)	24
Tabel 22 Indikator Tingkat Pelayanan berdasarkan nilai rasio volume kapasitas atau nisbah volume kapasitas (NVK) (<i>Simposium ke-7 FSTPT, Universitas Parahyangan Bandung, 11 September 2004</i>).....	25
Tabel 23 Indikator Tingkat Pelayanan berdasarkan nilai tundaan pada persimpangan. (<i>Tamin dan Nahdalina (1998)</i>)	25
Tabel 24 Tabel Volume arus lalu lintas pada ruas jalan Wolter Mongonsidi ..	44
Tabel 25 Volume arus lalu lintas puncak senin 6 januari 2025 segmen 2	46
Tabel 26 Volume arus lalu lintas puncak senin 6 januari 2025 segmen 3	48

Tabel 27 Volume arus lalu lintas puncak senin 6 Januari 2025 segmen 4	51
Tabel 28 Kelas Hambatan samping (KHS) ruas jalan Wolter Mongonsidi segmen 1	54
Tabel 29 Kelas Hambatan Samping (KHS) ruas jalan Wolter Mongonsidi segmen 3	56
Tabel 30 Kelas Hambatan samping (KHS) ruas jalan Wolter Mongonsidi segmen 4	57



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Peta lokasi penelitian	39
Gambar 2 Sketsa lokasi penelitian	50
Gambar 3 Bagan Alir Penelitian	



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kursioner Penelitian	Halaman 68
--	---------------



DAFTAR NOTASI

ALL RED	: Waktu Merah Semua
AMBER	: Waktu Kuning
C	: Kapasitas (smp/jam)
C	: Waktu Siklus
COM	: Komersial
CS	: Ukuran Kota
DJ	: Derajad Kejenuhan (Jam)
Emp	: Ekuivalensi Mobil Penumpang
F	: Faktor Penyesuaian
FR	: Rasio Arus
G	: Waktu Hijau
GR	: Rasio Hijau
HV	: Kendaraan Berat
I	: fase
IFR	: Rasio Arus Simpang
IG	: Antara Hijau
LB	: Lengan Barat
LS	: Lengan Selatan
LT	: Belok Kiri
LTI	: Waktu Hilang
LTOR	: Belok Kiri
LU	: Lengan Utara
LV	: Kendaraan Ringan
MC	: Sepeda Motor
NSV	: Jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)
PR	: Rasio Fase
PRT	: Rasio Belok Kanan

Q	: Arus Lalulintas (smp/jam)
RA	: Akses Terbatas
RES	: Permukiman
RT	: Belok Kanan
S	: Arus Jenuh
SF	: Hambatan Samping
Smp	: Satuan Mobil Penumpang
So	: Arus Jenuh Dasar
ST	: Lurus
UM	: Kendaraan Tak Bermotor
WA	: Lebar
Pendekat (m)	
WKELUAR	: Lebar
Keluar (m)	
WMASUK	: Lebar
Masuk (m)	



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kota Medan merupakan salah satu kota yang paling padat lalu lintasnya, di mana kepadatan ini telah menyebabkan penurunan tingkat pelayanan di berbagai ruas jalan dan persimpangan, sehingga kenyamanan serta keamanan pengguna jalan menjadi terganggu. Kepadatan yang tinggi ini berdampak buruk pada mobilitas dan efisiensi transportasi publik maupun pribadi, menyebabkan waktu tempuh yang lebih lama, tingkat polusi yang lebih tinggi, dan potensi kecelakaan lalu lintas yang meningkat. Permasalahan lalu lintas di Kota Medan perlu dianalisis secara menyeluruh dan ditangani dengan langkah-langkah yang tepat agar dapat menciptakan kondisi lalu lintas yang lebih aman sangat penting dilakukan penelitian yang komprehensif mengenai permasalahan lalu lintas di wilayah ini untuk mengidentifikasi solusi yang dapat diimplementasikan guna mengatasi permasalahan ini.

Manajemen lalu lintas merupakan salah satu aspek penting dalam pengelolaan transportasi yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan di jalan. Kota Medan, sebagai salah satu kota metropolitan di Indonesia, menghadapi tantangan lalu lintas yang kompleks akibat pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan peningkatan jumlah kendaraan bermotor.

Salah satu jalan utama yang sering mengalami kemacetan akibat pertumbuhan arus lalu lintas yang pesat adalah ruas Jalan Wolter Mongonsidi. Jalan ini menjadi salah satu titik kritis di Kota Medan, terutama karena terdapat beberapa persimpangan yang sering menimbulkan gangguan lalu lintas dan menyebabkan

kemacetan parah, sehingga secara keseluruhan kinerja jalan ini terganggu. Ruas Jalan Wolter Mongonsidi bukan hanya merupakan jalur yang vital bagi arus lalu lintas harian, tetapi juga berfungsi sebagai penghubung utama aktivitas lalu lintas di Kota Medan. Di sepanjang jalan ini, terdapat banyak pusat aktivitas ekonomi, seperti perkantoran, hotel, bank, dan pusat perbelanjaan yang semakin menambah beban lalu lintas. Aktivitas-aktivitas tersebut secara langsung maupun tidak langsung berkontribusi pada kemacetan yang terjadi, baik melalui kendaraan yang parkir, kendaraan yang keluar-masuk kawasan tersebut, maupun hambatan samping lainnya. Semua faktor ini memperberat kinerja jalan dan berpotensi menimbulkan gangguan pada arus lalu lintas.

Mengatasi kemacetan di ruas Jalan Wolter Mongonsidi memerlukan kajian yang mendalam berupa analisis kinerja lalu lintas dan penerapan manajemen lalu lintas yang efektif. Analisis ini diharapkan dapat menemukan bentuk penanganan yang tepat, seperti perbaikan pada struktur jalan, pengaturan persimpangan, atau penerapan sistem lalu lintas yang lebih modern, yang jika diterapkan dapat membantu mengurangi tingkat kemacetan di ruas jalan ini. Penerapan manajemen lalu lintas yang efektif juga diharapkan mampu mengoptimalkan pemanfaatan jalan dan meningkatkan kenyamanan pengguna jalan.

Permasalahan lalu lintas ini sejatinya menggambarkan rendahnya kualitas manajemen transportasi di Kota Medan, yang masih perlu ditingkatkan agar dapat mengimbangi pertumbuhan jumlah kendaraan dan aktivitas ekonomi yang dinamis. Untuk mencapai hasil yang optimal, sistem transportasi di Kota Medan harus ditata secara holistic, melalui pengembangan yang mengintegrasikan berbagai elemen penting, seperti sarana prasarana, dan faktor manusia, dalam sebuah sistem

transportasi yang adaptif dan responsive terhadap perubahan.

Berdasarkan hal diatas, penulis meneliti lebih jauh lagi dalam bentuk skripsi dengan judul “**Analisis Manajemen Lalu Lintas Pada Perubahan Arus Lalu Lintas Dikawasan Ruas Jalan Wolter Mongonsidi Kota Medan**”.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, rumusan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut:

1. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kemacetan dan hambatan samping di ruas jalan tersebut?
2. Bagaimana penggunaan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) dalam menganalisis dan menentukan kapasitas serta tingkat pelayanan pada ruas jalan tersebut?
3. Alternatif manajemen lalu lintas apa yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kinerja lalu lintas dan mengurangi kemacetan di ruas jalan ini?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja ruas dari Jalan Wolter Mongonsidi di Kota Medan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2014. Menganalisis tingkat pelayanan pada ruas jalan tersebut dalam kondisi eksistin, dan yang terakhir menyediakan solusi manajemen lalu lintas yang sesuai untuk mengoptimalkan kinerja dan mengurangi kemacetan pada ruas jalan tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis: Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi

mahasiswa dan peneliti lain yang tertarik untuk mendalami atau mengkaji kinerja lalu lintas menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) khususnya dalam konteks jalan perkotaan seperti ruas Jalan Wolter Mongonsidi di Kota Medan.

2. Manfaat Praktis: Penelitian ini memberikan kontribusi dalam upaya meningkatkan manajemen lalu lintas di Kota Medan, khususnya di Jalan Wolter Mongonsidi, dengan solusi manajemen lalu lintas yang diusulkan berdasarkan analisis kapasitas dan tingkat pelayanan jalan yang komprehensif.
3. Manfaat Bagi Pemerintah Daerah: Temuan penelitian ini diharapkan membantu pemerintah setempat dalam merumuskan kebijakan dan langkah-langkah manajemen lalu lintas yang lebih efektif, guna mengatasi permasalahan kemacetan dan meningkatkan kenyamanan serta keamanan pengguna jalan di kawasan penelitian.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, beberapa batasan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Observasi hanya dilakukan pada ruas Jalan Wolter Mongonsidi di Kota Medan, mencakup area dari simpang Jalan Wolter Mongonsidi – Jalan Walikota hingga simpang Jalan Wolter Mongonsidi – Jalan Pattimura, melalui Jalan Suwondo dan Jalan Dr. Cipto.
2. Perhitungan dan analisis kinerja menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2014.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu merupakan salah satu referensi yang digunakan penulis untuk melakukan penelitian, dan dapat memperkaya teori yang digunakan untuk memvalidasi penelitian yang dilakukan.

Di bawah ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan oleh beberapa jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis:

1. Setio Budi, Gonzales Sihite, Amelia Kusuma Indriastuti, Eko Yuli Priyono dengan Judul “Analisis Kinerja simpang bersinyal berdasarkan PKJI 2014 dan pengamatan langsung (Studi kasus simpang jl.Brigjend Sudiarto)” Tahun 2017
2. Abdul Rozzaq dengan Judul “Analisis Kinerja Ruas Mengganti Menggunakan Metode PKJI” Tahun 2014
3. Eko Hadi Wiyono dengan judul “Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 dan Software VISSIM 11” tahun 2021

2.2 Umum

Ruas jalan perkotaan didefinisikan sebagai ruas jalan di antara dua persimpangan bersinyal dan/atau persimpangan utama, dengan kondisi lalu lintas yang relatif sama pada ruas jalan tersebut, tidak tergantung pada pengoperasian persimpangan (kemacetan dan antrean), aktivitas jalan yang relatif sama pada ruas jalan dan karakteristik geometrik yang sama pada ruas jalan tersebut.

Segmen jalan perkotaan melingkupi empat tipe jalan, yaitu:

1. Jalan sedang tipe 2/2TT
2. Jalan raya tipe 4/2T
3. Jalan raya tipe 6/2T
4. Jalan satu-arah tipe 1/1, 2/1, dan 3/1.

Apabila suatu segmen jalan kinerja lalu lintasnya disebabkan oleh Simpang, Simpang APILL dan/atau bagian jalinan (termasuk bundaran), maka pengukuran kinerja lalu lintasnya berdasarkan kapasitas jaringan jalan, bukan ruas jalan. Perlu dipertimbangkan bahwa kapasitas jaringan jalan tergantung pada kapasitas persimpangan dan/atau bagian jalinan, bukan pada kapasitas segmen jalan. Tetapi, jika kapasitas jaringan jalan di pusat kota diperlukan, maka untuk itu, paling tidak dapat dilakukan perhitungan waktu tempuh segmen jalan atau rute jalan keseluruhan. Prosedur perhitungan waktu tempuh rute di pusat kota adalah:

1. Hitung waktu tempuh tak terganggu, yaitu waktu tempuh pada segmen jalan dengan menganggap tidak ada gangguan dari persimpangan atau daerah jalinan. Analisis seolah-olah dilakukan tidak ada persimpangan dan/atau tidak ada bagian jalinan.
2. Hitung tundaan untuk setiap simpang atau bagian jalinan pada jaringan jalan.
3. Tambahkan tundaan simpang dan/atau jalinan kepada waktu tempuh tak terganggu, untuk memperoleh waktu tempuh keseluruhan.
4. Karakteristik utama segmen jalan yang mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan
5. Geometrik jalan yang mempengaruhi terhadap kapasitas dan kinerja jalan, yaitu tipe jalan yang menentukan perbedaan pembebanan lalu lintas, lebar

jalur lalu lintas yang dapat mempengaruhi nilai kecepatan arus bebas dan kapasitas, keberadaan bahu jalan yang berdampak pada hambatan samping di sisi jalan, median yang mempengaruhi pada arah pergerakan lalu lintas, dan nilai alinyemen jalan tertentu yang dapat menurunkan kecepatan arus bebas, kendati begitu, alinyemen jalan yang terdapat di Jalan Perkotaan dianggap bertopografi datar, maka pengaruh alinyemen jalan ini dapat diabaikan.

6. Pemisahan arah dan komposisi lalu lintas

Kapasitas paling besar terjadi pada saat arus kedua arah pada tipe jalan 2/2TT sama besar (50%-50%), oleh karenanya pemisahan arah ini perlu ditentukan dalam penentuan nilai kapasitas yang ingin dicapai. Sedangkan komposisi lalu lintas berpengaruh pada saat pengkonversian kendaraan menjadi KR, yang menjadi satuan yang dipakai dalam analisis kapasitas dan kinerja lalu lintas (skr/jam).

7. Pengaturan lalu lintas

Pengaturan lalu lintas yang banyak berpengaruh terhadap kapasitas adalah batas kecepatan yang diberikan melalui rambu, pembatasan aktivitas parkir, pembatasan berhenti, pembatasan akses dari Simpang, pembatasan akses dari lahan samping jalan, dan akses untuk jenis kendaraan tertentu, misalnya angkutan kota (angkot). Di jalan perkotaan, rambu batas kecepatan jarang diberlakukan langsung dengan rambu. Adapun ketentuan umum kecepatan maksimum di perkotaan adalah 40km/jam. Batas kecepatan hanya berpengaruh sedikit pada kecepatan arus bebas, sehingga pengaruh rambu-rambu tersebut tidak dimasukkan dalam perhitungan kapasitas.

Terdapat karakteristik lainnya yang mempengaruhi nilai kapasitas ruas jalan, selain segmen jalan. Karakteristik tersebut yaitu hambatan samping dan ukuran kota.

Aktivitas di samping jalan sering menimbulkan konflik yang mempengaruhi arus lalu lintas. Aktivitas tersebut, dalam sudut pandang analisis kapasitas jalan disebut dengan hambatan samping. Hambatan samping yang dipandang berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja jalan ada empat, yaitu:

1. Pejalan kaki
2. Angkutan umum dan kendaraan lain yang berhenti
3. Kendaraan lambat
4. Kendaraan masuk dan keluar dari lahan di samping jalan.

Sementara itu, perbedaan tingkat perkembangan perkotaan, keanekaragaman kendaraan, populasi kendaraan (umur, tenaga dan kondisi kendaraan, komposisi kendaraan) menunjukkan keberagaman perilaku pengemudi. Karakteristik ini diperhitungkan dalam analisis secara tidak langsung melalui ukuran kota. Kota yang lebih kecil menunjukkan perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kendararan yang kurang responsif sehingga menyebabkan kapasitas dan kecepatan lebih rendah pada arus tertentu. Ketentuan penetapan ukuran kota dalam pedoman ini ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kelas Ukuran Kota (PKJI 2014)

Ukuran Kota (Juta Jiwa)	Kelas Ukuran Kota
< 0,1	Sangat Kecil
0,1-0,5	Kecil
0,5-1,0	Sedang
1,0-3,0	Besar
>3,0	Sangat Besar

2.3 Pelaksanaan perencanaan Jalan Perkotaan

Analisis kapasitas Jalan Perkotaan eksisting atau yang akan ditingkatkan harus selalu mempertahankan $DJ \leq 0,85$. Disamping itu, desain harus mempertimbangkan standar jalan yang berlaku di Indonesia, nilai ekonomi, serta pengaturan lalu lintas terhadap keselamatan lalu lintas dan emisi kendaraan. Pemilihan tipe dan penampang melintang jalan harus:

1. Memenuhi standar jalan Indonesia yang merujuk kepada Peraturan Pekerjaan Umum nomor 19 Tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan sebagai turunan dari Peraturan Pemerintah nomor 34 Tahun 2006 tentang jalan. Untuk jalan baru, ketentuannya tergantung dari fungsi jalan (Arteri, Kolektor, lokal), dan kelas jalan (I, II, III, dan kelas khusus). Untuk setiap kelas jalan, lebar jalur lalu lintas, lebar bahu, dan parameter alinyemen jalan ditetapkan dengan rentang tertentu, namun tidak secara eksplisit mengkaitkan tipe jalan dengan fungsi dan kelas jalan.
2. Paling ekonomis. Ambang arus lalu lintas tahun ke-1 untuk desain yang paling ekonomis dari jalan perkotaan yang baru berdasarkan analisis

BSH diberikan pada Tabel 2. sebagai fungsi dari KHS untuk dua kondisi yang berbeda:

- a) untuk konstruksi baru, anggapan umur desain 20 tahun;
- b) untuk peningkatan jalan eksisting (pelebaran jalan) dengan dua anggapan, yaitu 1) jalan akan diperlebar secara bertahap, masing-masing segera setelah layak secara ekonomis, dan 2) umur desain 10 tahun.

Tabel 2. Rentang ambang arus lalu lintas tahun ke-1 untuk pemilihan tipe jalan, ukuran kota 1- 3juta (PKJI 2014).

Konstruksi Jalan Baru Rentang Ambang Arus Lalu lintas Tahun ke 1, kend/jam

Tipe Jalan	2/2TT	4/2T	6/2T
Lebar Jalur Lalu lintas,	7,00	2 x 7,00	2 x 10,50
KHS Rendah	200-300	650-1500	> 2000
KHS Tinggi	200-300	550-1350	> 1600

Peningkatan Jalan (Pelebaran) Rentang Ambang Arus Lalu lintas Tahun ke 1, kend/jam

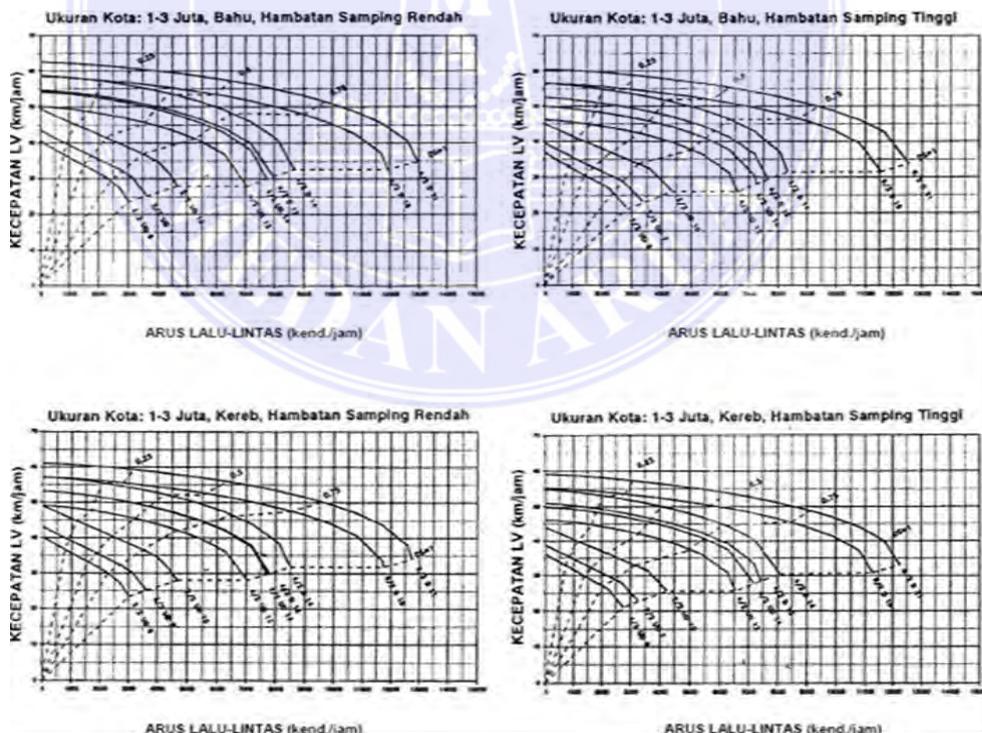
Tipe Jalan	2/2TT	4/2T	6/2T
Lebar Jalur Lalu lintas,	7,00	2 x 7,00	2 x 10,50
KHS Rendah	900	1800	4000
KHS Tinggi	800	1500	3550

- 3. Memiliki kinerja lalu lintas yang optimum. Tujuan umum pada analisis desain dan analisis operasional jalan eksisting adalah membuat dan

memperbaiki geometrik agar dapat mempertahankan kinerja lalu lintas yang diinginkan.

Gambar di bawah ini menunjukkan hubungan antara kecepatan tempuh rata-rata (km/jam) KR dengan arus lalu lintas total kedua arah pada berbagai tipe jalan perkotaan dengan KHS rendah dan tinggi. Hubungan tersebut menunjukkan rentang arus lalu lintas masing-masing tipe jalan, dan dapat digunakan sebagai sasaran desain atau alternatif anggapan, misalnya dalam analisis desain dan operasional untuk meningkatkan suatu ruas jalan. Dalam hal ini, agar derajat kejenuhan pada jam puncak tahun desain tidak melebihi 0,85.

Gambar 1. Kinerja lalu lintas pada Jalan Perkotaan (catatan: DS=DJ; LV=KR) (Firzan dan M. Isya 2023)



4. Mempertimbangkan keselamatan lalu lintas. Tabel 2.3 dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan.

Tabel 3. Pengaruh Rencana Geometrik terhadap Tingkat Kecelakaan (Sumber: PKJI 2014)

No	Tipe/Jenis Desain	Keterangan
1	Pelebaran Jalur	Menurunkan tingkat kecelakaan 2-15% per meter pelebaran
2	Pelebaran dan Perbaikan Kondisi Permukaan Bahu	Menaikkan tingkat keselamatan lalu lintas, walaupun dengan derajat yang lebih kecil dibandingkan pelebaran jalan
3	Median	Menurunkan hingga 30%
4	Median Pengalang	Mengurangi kecelakaan fatal, tapi menaikkan kecelakaan rugi-material
5	Batas Kecepatan	Menurunkan sesuai dengan factor $(V_{\text{sesudah}}/V_{\text{sebelum}})^2$

1. Mempertimbangkan dampaknya terhadap lingkungan. Emisi gas buang kendaraan dan kebisingan berkaitan erat dengan arus lalu lintas dan kecepatan. Pada arus lalu lintas yang konstan, emisi ini berkurang selaras dengan pengurangan kecepatan selama jalan tidak mengalami kemacetan. Jika arus lalu lintas mendekati kapasitas ($DJ > 0,85$) atau kepadatan arus sudah melampaui kepadatan kapasitas, maka kondisi arus menjadi tidak stabil, arus sangat sensitif terhadap berhenti dan berjalan, sering macet, dan akan menaikkan emisi gas buang serta kebisingan jika dibandingkan dengan kondisi lalu lintas yang stabil.
2. Mempertimbangkan hal-hal teknis, sebagaimana tercantum dalam Tabel 4. dalam melaksanakan desain teknis rinci.

Tabel 4 Detail Teknis yang harus menjadi Pertimbangan dalam Desain Teknis Rinci (PKJI 2014)

No	Detail Teknis
1	Standar jalan harus dipertahankan tetap sepanjang segmen jalan
2	Bahu jalan harus diperkeras dengan perkerasan berpenutup dan rata sama tinggi dengan jalur lalu lintas sehingga dapat digunakan oleh kendaraan yang berhenti sementara
3	Halangan seperti tiang listrik, pohon, dll. tidak boleh terletak di bahu jalan, lebih baik jika terletak jauh di luar bahu untuk kepentingan keselamatan
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan LHRT yang dihitung dengan metode perhitungan yang benar. Secara ideal, LHRT didasarkan atas perhitungan lalu lintas menerus selama satu tahun. Jika diperkirakan, maka cara perkiraan LHRT harus didasarkan atas perhitungan lalu lintas yang mengacu kepada ketentuan yang berlaku atau yang dapat dipertanggungjawabkan. Misal perhitungan lalu lintas selama 7 hari atau 40 jam, perlu mengacu kepada ketentuan yang berlaku sehingga diperoleh validitas dan akurasi yang memadai. 2. Berdasarkan nilai qjp yang dihitung menggunakan nilai faktor k yang berlaku.

2.4 Data Masukan Lalu Lintas

Data masukan lalu lintas yang diperlukan terdiri dari dua, yaitu pertama data arus lalu lintas eksisting dan kedua data arus lalu lintas rencana. Data lalu lintas eksisting digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja lalu lintas, berupa arus lalu

lintas per jam eksisting pada jam-jam tertentu yang dievaluasi, misalnya arus lalu lintas pada jam sibuk pagi atau arus lalu lintas pada jam sibuk sore. Data arus lalu lintas rencana digunakan sebagai dasar untuk menetapkan lebar jalur lalu lintas atau jumlah lajur lalu lintas, berupa arus lalu lintas jam desain (qJP) yang ditetapkan dari LHRT, menggunakan faktor k.

$$qJP = LHRT \times k \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

LHRT : volume lalu lintas rata-rata tahunan yang ditetapkan dari survei perhitungan lalu lintas selama satu tahun penuh dibagi jumlah hari dalam tahun tersebut, dinyatakan dalam skr/hari.

K : faktor jam rencana, ditetapkan dari kajian fluktuasi arus lalu lintas jam- jaman selama satu tahun. Nilai k yang dapat digunakan untuk jalan perkotaan berkisar antara 7% sampai dengan 12%.

LHRT dapat ditaksir menggunakan data survei perhitungan lalu lintas selama beberapa hari tertentu sesuai dengan pedoman survei perhitungan lalu lintas yang berlaku (DJBM, 1992).

Dalam survei perhitungan lalu lintas, kendaraan diklasifikasikan menjadi beberapa kelas sesuai dengan ketentuan yang berlaku, seperti klasifikasi dilingkungan DJBM (1992) baik yang dirumuskan pada tahun 1992 maupun yang sesuai dengan klasifikasi Integrated Road Management System (IRMS) (Tabel 1). Untuk tujuan praktis, tabel 4 dapat digunakan untuk mengkonversikan data lalu dari klasifikasi IRMS atau DJBM (1992) menjadi data lalu lintas dengan klasifikasi MKJI'97. Klasifikasi MKJI'97, dalam pedoman ini masih juga digunakan. Dengan demikian, data yang dikumpulkan melalui prosedur survei yang dilaksanakan sesuai

klasifikasi IRMS maupun DJBM 1992.

2.5 Kriteria Kelas Hambatan Samping

KHS didefinisikan sebagai jumlah frekuensi kemunculan setiap rintangan dikalikan dengan bobot masing-masing. Frekuensi kemunculan hambatan samping dihitung berdasarkan pengamatan lapangan per jam di area yang diamati. Bobot dari jenis-jenis hambatan samping ditentukan dengan menggunakan Tabel 5 dan kriteria KHS berdasarkan frekuensi kemunculannya ditentukan dengan menggunakan Tabel 6.

Tabel 5 Pembobotan Hambatan Samping (PKJI 2014)

No.	Jenis Hambatan Samping Utama	Bobot
1	Pejalan kaki di badan jalan dan yang menyeberang	0,5
2	Kendaraan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti	1,0
3	Kendaraan keluar/masuk sisi atau lahan samping jalan	0,7
4	Arus kendaraan lambat (kendaraan tak bermotor)	0,4

Tabel 6 Kriteria Kelas Hambatan Samping (PKJI 2014)

Kelas Hambatan Samping	Nilai frekuensi kejadian kedua sisi dikali bobot	Ciri-ciri Khusus
Sangat Rendah (SR)	<100	Daerah permukiman tersedia jalan lingkungan (<i>frontage road</i>).
Rendah (R)	100-299	Daerah permukiman, ada beberapa angkutan umum (angkot).
Sedang (S)	300-499	Daerah industri, ada beberapa toko disepanjang sisi jalan.

Lanjutan Tabel 6.

Kelas Hambatan Samping	Nilai frekuensi kejadian kedua sisi dikali bobot	Ciri – ciri khusus
Tinggi (T)	500-899	Daerah komersial, ada aktivitas sisi jalan yang tinggi.
Sangat Tinggi (ST)	>900	Daerah komersial, ada aktivitas pasar sisi jalan.

2.6 Ekuivalen Kendaraan Ringan (Ekr)

Ekr untuk kendaraan ringan adalah satu dan ekr untuk kendaraan berat dan sepeda motor ditetapkan sesuai dengan yang ditunjukkan dalam Tabel 7. dan Tabel 8.

Tabel 7 Ekuivalen Kendaraan Ringan Tipe Jalan 2/2TT (PKJI 2014)

Tipe Jalan	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	Ekr		
		KB	SM	
			Lebar jalur lalu lintas, Ljalur	
			<6m	>6m
2/2TT	<3700	1,3	0,5	0,40
	>1800	1,2	0,35	0,25

Tabel 8 Ekuivalen Kendaraan Ringan Jalan terbagi dan satu arah (PKJI 2014).

Tipe Jalan	Arus lalu lintas per-lajur (kend/jam)	Ekr	
		KB	SM
2/1, dan 4/2T	<1050	1,3	0,40
	>1050	1,2	0,25
3/1, dan 6/2D	<1100	1,3	0,40
	>1100	1,2	0,25

2.7 Kecepatan arus bebas (VB)

Nilai VB jenis KR ditetapkan sebagai kriteria dasar untuk kinerja segmen jalan, nilai VB untuk KB dan SM ditetapkan hanya sebagai referensi. VB untuk KR biasanya 10-15% lebih tinggi dari tipe kendaraan lainnya.

$$VB = (VBD + VBL) \times FVBHS \times FVBUK \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

VB : kecepatan arus bebas untuk KR pada kondisi lapangan (km/jam)

VBD : kecepatan arus bebas dasar untuk KR

VBL : nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan (km/jam)

FVBHS : faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau jalan yang dilengkapi kereb/trotoar.

FVBUK : faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota

Jika kondisi eksisting sama dengan kondisi dasar (ideal), maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan VB menjadi sama dengan VBD. Faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan enam-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FVHS untuk jalan 4/2T yang disesuaikan menggunakan persamaan berikut.

$$FV_{6HS} = 1 - \{0,8 \times (1 - FV_{4HS})\}. \quad (2.3)$$

Keterangan:

FV_{6HS} : faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan 6/2T

FV_{4HS} : faktor penyesuaian kecepatan arus bebas untuk jalan 4/2T.

Tabel 9 Kecepatan arus bebas dasar, VBD (PKJI 2014)

Tipe jalan	VBO, km/jam			
	KR	KB	SM	Rata-rata semua kendaraan
6/2T atau 3/1	61	52	48	57
4/2T atau 2/1	57	50	47	55
2/2TT	44	40	40	52

Tabel 10 Nilai Penyesuaian Kecepatan arus bebas dasar akibat Lebar Jalur Lalu lintas Efektif (PKJI 2014)

Tipe Jalan	Lebar Jalur efektif, Le VB,L (km/jam)	
	Per lajur	
4/2T atau Jalan satu arah	3,00	-4
	3,25	-2
	3,50	0
	3,75	2
	4,00	4
2/2TT	5,00	-9,50
	6,00	-3
	7,00	0
	8,00	3
	9,00	4
	10,00	6
	11,00	7

Tabel 11 Faktor Penyesuaian Kecepatan arus bebas akibat Hambatan Samping, FVBHS, untuk jalan berbahu dengan lebar efektif LBE (PKJI 2014)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (KHS)	FVBHS			
		LBe (m)			
		< 0,5m	1,0m	1,5m	>2m
4/2T	Sangat rendah	1,02	1,03	1,03	1,04
	Rendah	0,98	1,00	1,02	1,03
	Sedang	0,94	0,97	1,00	1,02
	Tinggi	0,89	0,93	0,96	0,99
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2TT atau jalan satu arah	Sangat rendah	1,00	1,01	1,01	1,01
	Rendah	0,96	0,98	0,99	1,00
	Sedang	0,90	0,93	0,96	0,99
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Tabel 12 Faktor Penyesuaian arus bebas akibat Hambatan Samping untuk jalan berkereb dengan jarak kereb ke penghalang terdekat LK-p (PKJI 2014)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping (KHS)	FVB,HS Lk-p (m)			
		< 0,5m	1,0m	1,5m	>2m
		4/2T	Sangat rendah	1,00	1,01
Rendah	0,97		0,98	0,99	1,00
Sedang	0,93		0,95	0,97	0,99
Tinggi	0,87		0,90	0,93	0,96
Sangat tinggi	0,81		0,85	0,88	0,92
2/2TT atau jalan satu arah	Sangat rendah	0,98	0,99	0,99	1,00
	Rendah	0,93	0,95	0,96	0,98
	Sedang	0,87	0,89	0,92	0,95
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Tabel 13 Faktor Penyesuaian untuk Pengaruh ukuran Kota pada Kecepatan arus bebas kendaraan ringan, FVUK (PKJI 2014)

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota
<0,1	0,90
0,1-0,5	0,93
0,5-1,0	0,95
1,0-3,0	1,00
>3	1,03

2.8 Penetapan Kapasitas (C)

Untuk tipe jalan 2/2TT, C ditentukan untuk total arus dua arah. Untuk jalan dengan tipe 4/2T, 6/2T, dan 8/2T, arus ditentukan secara terpisah per arah dan kapasitas ditentukan per lajur. Kapasitas segmen dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$C = C_0 \times FCLJ \times FCPA \times FCCHS \times FCUK \quad (4)$$

Penjelasan:

C : kapasitas, skr/jam

C₀: kapasitas dasar, skr/jam

FCLJ : faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas

FCPA : faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan takterbagi

FCCHS : faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb
FCUK : faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota

2.9 Kapasitas dasar (C0)

C0 ditetapkan secara empiris dari kondisi Segmen Jalan yang ideal, yaitu Jalan dengan kondisi geometrik lurus, sepanjang 300m, dengan lebar lajur rata-rata 2,75m, memiliki kereb atau bahu berpenutup, ukuran kota 1-3Juta jiwa, dan Hambatan Samping sedang. C0 Jalan Perkotaan ditunjukkan dalam Tabel 14

Tabel 14 Kapasitas dasar, C0 (Sumber: PKJI 2014)

Tipe Jalan	C0 (skr/jam)	Catatan
4/2 atau Jalan satu arah	1650	Per lajur (satu arah)
2/2TT	2900	Per jalur (dua arah)

2.10 Faktor penyesuaian (FC)

Nilai C0 disesuaikan dengan perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas (FCLJ), pemisahan arah (FCPA), Kelas hambatan samping pada jalan berbahu (FCHS), dan ukuran kota (FCUK). Besar nilai masing-masing FC ditunjukkan dalam Tabel 15 hingga Tabel 19.

Untuk segmen ruas jalan eksisting, jika kondisinya sama dengan kondisi dasar (ideal), maka semua faktor penyesuaian menjadi 1,0 dan kapasitas menjadi sama dengan kapasitas dasar. FCHS untuk jalan 6-lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai FCHS untuk jalan 4/2T yang dihitung menggunakan persamaan berikut

$$FC_{6HS} = 1 - \{0,8 \times (1 - FC_{4HS})\} \dots \dots \dots (4)$$

Penjelasan:

FC_{6HS} : faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan enam-lajur

FC_{4HS} : faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan empat-lajur

Tabel 15 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Perbedaan lebar lajur atau jalur lalu lintas, FCLJ (PKJI 2014)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu lintas efektif (W_e) (m)	FCLJ
4/2 T atau jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
2/2 TT	Per lajur	
	6,00	0,56
	7,00	0,87
	8,00	1,00
	9,00	1,14
	10,00	1,25
	11,00	1,29

Tabel 16 Faktor Penyesuaian Kapasitas terkait Pemisahan arah lalu lintas, FCPA (PKJI 2014)

Pemisah arah PA %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCPA	Dua-lajur2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

Tabel 17 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat KHS pada jalan berbahu, FCHS (PKJI 2014)

Tipe jalan	Kelas Hambatan Samping	FCHS			
		Lebar bahu efektif LBe, m			
		<0,5	1,0	1,5	>2,0
4/2 T	SR	0,96	0,98	1,01	1,03
	R	0,94	0,97	1,00	1,02
	S	0,92	0,95	0,98	1,00
	T	0,88	0,92	0,95	0,98
	ST	0,84	0,88	0,92	0,96
2/2 TT atau jalan satu Arah	SR	0,94	0,96	0,99	1,01
	R	0,92	0,94	0,97	1,00
	S	0,89	0,92	0,95	0,98
	T	0,82	0,86	0,90	0,95
	ST	0,73	0,79	0,85	0,91

Tabel 18 Faktor penyesuaian kapasitas akibat KHS pada jalan berkereb dengan arak darikereb ke hambatan samping terdekat sejauh LKP, FCHS (PKJI 2014)

Tipe jalan	Kelas Hambatan Samping	FCHS			
		Lebar bahu efektif LKP, m			
		<0,5	1,0	1,5	>2,0
4/2 T	SR	0,95	0,97	0,99	1,01
	R	0,94	0,96	0,98	1,00
	S	0,91	0,93	0,95	0,98
	T	0,86	0,89	0,92	0,95
	ST	0,81	0,85	0,88	0,92
2/2 TT atau jalan satu arah	SR	0,93	0,95	0,97	0,99
	R	0,90	0,92	0,95	0,97
	S	0,86	0,88	0,91	0,94
	T	0,78	0,81	0,84	0,88
	ST	0,68	0,72	0,77	0,82

Tabel 19. Faktor Penyesuaian Kapasitas terkait ukuran kota, FCUK (PKJI 2014)

Ukuran kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 1,0	0.86
0,10 - 0,50	0.90
0,50 - 1,00	0.94
1,00 - 3,00	1.00
> 3,00	1.04

2.11 Derajat kejenuhan (DJ)

DJ adalah prioritas yang digunakan untuk menentukan tingkat kinerja segmen jalan. Nilai DJ diartikan kualitas kinerja arus lalu lintas dan bervariasi antara nol sampai dengan satu. Nilai yang mendekati nol menunjukkan arus yang tidak jenuh yaitu kondisi arus yang lengang dimana kehadiran kendaraan lain tidak mempengaruhi kendaraan yang lainnya. Nilai yang mendekati 1 menunjukkan kondisi arus pada kondisi kapasitas, kepadatan arus sedang dengan kecepatan arus tertentu yang dapat dipertahankan selama paling tidak satu jam. DJ dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Dj = \frac{Q}{c} \dots\dots\dots(5)$$

keterangan:

DJ : Derajat jenuh

Q : Arus LaluLintas (skr/jam)

C : Kapasitas (skr/jam)

2.12 Kecepatan tempuh (VT) dan Waktu tempuh (WT)

Kecepatan tempuh (VT) merupakan kecepatan aktual kendaraan yang besarnya ditentukan berdasarkan fungsi dari DJ dan VB yang telah ditentukan.

Waktu tempuh (WT) dapat diketahui berdasarkan nilai VT dalam menempuh

segmen ruas jalan yang dianalisis sepanjang L, menggambarkan hubungan antara WT, L dan VT.

$$WT = \frac{L}{VT} \dots\dots\dots(6)$$

keterangan:

WT : waktu tempuh rata-rata kendaraan ringan, jam

L : panjang segmen, km

VT : kecepatan tempuh kendaraan ringan atau kecepatan rata-rata ruang kendaraan ringan (*space mean speed, sms*), km/jam

2.13 Kinerja lalu lintas jalan

Kriteria kinerja lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan nilai DJ atau VT pada suatu kondisi jalan tertentu terkait dengan geometrik, arus lalu lintas, dan lingkungan jalan baik untuk kondisi eksisting maupun untuk kondisi desain. Semakin besar nilai DJ atau semakin tinggi VT menunjukkan semakin baik kinerja lalu lintas.

Untuk memenuhi kinerja lalu lintas yang diharapkan, diperlukan beberapa alternatif perbaikan atau perubahan jalan terutama geometrik. Persyaratan teknis jalan menetapkan bahwa untuk jalan arteri dan kolektor, jika DJ sudah mencapai 0,85, maka segmen jalan tersebut sudah harus dipertimbangkan untuk ditingkatkan kapasitasnya, misalnya dengan menambah lajur jalan. Untuk jalan lokal, jika DJ sudah mencapai 0,90, maka segmen jalan tersebut sudah harus dipertimbangkan untuk ditingkatkan kapasitasnya.

Cara lain untuk menilai kinerja lalu lintas adalah dengan melihat DJ eksisting yang dibandingkan dengan DJ desain sesuai umur pelayanan yang diinginkan. Jika

DJ desain terlampaui oleh DJ eksisting, maka perlu untuk merubah dimensi penampang melintang jalan untuk meningkatkan kapasitasnya. Perlu diperhatikan bahwa untuk jalan terbagi, penilaian kinerja harus dikerjakan setelah mengevaluasi setiap arah, kemudian barulah dievaluasi secara keseluruhan.

Untuk mengukur kinerja ruas jalan dibutuhkan Indikator Tingkat Pelayanan (ITP), Indikator Tingkat Pelayanan (ITP) pada suatu ruas jalan menunjukkan kondisi secara keseluruhan ruas jalan tersebut. Tingkat pelayanan ditentukan berdasarkan nilai kuantitatif, seperti: kecepatan perjalanan, dan faktor lain yang ditentukan berdasarkan nilai kualitatif, seperti: kebebasan pengemudi dalam memilih kecepatan, derajat hambatan lalu lintas, serta kenyamanan, (Tamin, ofyar Z, 2000).

Secara umum ITP dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Indeks Tingkat pelayanan A

Kondisi arus lalu lintasnya bebas antara satu kendaraan dengan kendaraan lainnya, besarnya kecepatan sepenuhnya ditentukan oleh keinginan pengemudi dan sesuai dengan batas kecepatan yang telah ditentukan.

b. Indeks Tingkat pelayanan B

Kondisi arus lalu lintas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kendaraan lainnya dan mulai dirasakan hambatan oleh kendaraan di sekitarnya.

c. Indeks Tingkat pelayanan C

Kondisi arus lalu lintas masih dalam batas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi dan hambatan dari kendaraan lain semakin besar.

d. Indeks Tingkat pelayanan D

Kondisi arus lalu lintas mendekati tidak stabil, kecepatan operasi menurun relatif cepat pada akibat hambatan yang timbul, dan kebebasan bergerak relatif kecil.

e. Indeks Tingkat pelayanan E

Volume lalu lintas sudah mendekati kapasitas ruas jalan, kecepatan kira-kira lebih rendah dari 40 km/jam. Pergerakan lalu lintas kadang terhambat.

f. Indeks Tingkat pelayanan F

Pada tingkat pelayanan ini arus lalu lintas berada dalam keadaan dipaksakan, kecepatan relatif rendah, arus lalu lintas sering terhenti sehingga menimbulkan antrian kendaraan yang panjang.

Nilai indeks tingkat pelayanan (ITP) berdasarkan kecepatan perjalanan dan kecepatan arus bebas pada ruas jalan dapat dilihat pada tabel 2.20 dan tabel 2.21 berikut ini, Tabel 2.22 Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) berdasarkan kecepatan perjalanan rata-rata.

Tabel 20. Indeks Tingkat Pelayanan Berdasarkan tingkatan arteri (Tamin dan Nahdalina (1998))

Kelas arteri	I	II	III
Kecepatan (km/jam)	72-56	56-48	56-40
	ITP		Kecepatan perjalanan rata-rata (km/jam)
A	56	48	40
B	45	38	31
C	35	29	21
D	28	23	15

E	21	16	11
F	21	16	11

Tabel 21. Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) Berdasarkan Kecepatan arus bebas dan Tingkat Kejenuhan lalu lintas (Tamin dan Nahdalina, 1998).

Tingkat Pelayanan	% dari Kecepatan Bebas	Tingkat Kejenuhan Lalu Lintas
A	90%	0.35
B	70%	0.54
C	50%	0.77
D	40%	0.93
E	33%	1.0
F	33%	1

Tabel ini menunjukkan tingkat pelayanan, persentase dari kecepatan bebas, dan tingkat kejenuhan lalu lintas.

Dengan menggunakan hubungan dasar volume, kapasitas dan kecepatan perjalanan yang telah ditetapkan Highway capacity manual 1965, dapat ditentukan Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) berdasarkan grafik hubungan rasio volume kapasitas atau derajat kejenuhan (DS) dengan kecepatan (Edward K.Marlok,1991).

Tabel 22. Indikator Tingkat Pelayanan berdasarkan nilai rasio volume kapasitas atau nisbah volume kapasitas (NVK) (Simposium ke-7 FSTPT, Universitas Parahyangan Bandung,11 September 2004)

Tingkat Pelayanan	Karakteristik	Interval VC Ratio
A (Free flow/ arus bebas)	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan sesuai dengan batas kecepatan yang ditentukan	0,00-0,19

B (stable flow/ arus stabil)	Arus stabil tetapi kecepatan operasional mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0,20-0,44
C (stable flow/ arus stabil)	Arus masih dalam batas stabil tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,45-0,74
D (Approching unstable flow/ arus hampir tidak stabil)	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan namun menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul. Pengemudi dibatasi memilih kecepatan dan kebebasan bergerak relatif kecil	0,75-0,84
E (Unstable flow/ arus tak stabil)	Arus tidak stabil karena volume lalu lintas mendekati/berada pada kapasitas dimana kecepatan lebih rendah dari 40 km/jam dan pergerakan kendaraan terkadang terhenti	0,85-0,99
F (Forced Flow/ arus yang dipaksakan)	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume di atas kapasitas. Arus lalu lintas sering terhenti hingga terjadi antrian panjang dan hambatan-hambatan yang besar.	≈ 1,00

Untuk menentukan nilai indeks tingkat pelayanan (ITP) pada persimpangan diukur berdasarkan nilai tundaan, (Tamin, ofyar Z, 2000). Nilai indeks tingkat pelayanan (ITP) pada persimpangan berdasarkan nilai tundaan dapat dilihat pada tabel 23 berikut ini.

Tabel 23. Indikator Tingkat Pelayanan berdasarkan nilai tundaan pada persimpangan (Tamin dan Nahdalina, 1998)

Indeks tingkat Pelayanan (ITP)	Tundaan perkendaraan (detik)
A	≤5.0
B	5.1 – 15.0
C	15.1 – 25.0
D	25.1 – 40.0

E	40.1 – 60.0
F	>60.0

Tingkat Pelayanan Ruas jalan sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 96 tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Sebagai Berikut;

Tingkat pelayanan pada ruas jalan diklasifikasikan atas:

- 1) Tingkat pelayanan A, dengan kondisi:
 - a) Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan sekurang-kurangnya 80 (delapan puluh) kilometer per jam.
 - b) Kepadatan lalu lintas sangat rendah.
 - c) Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkannya tanpa atau dengan sedikit tundaan.
- 2) Tingkat pelayanan B, dengan kondisi:
 - a. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan sekurang-kurangnya 70 (tujuh puluh) kilometer per jam.
 - b. Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan.
 - c. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.
- 3) Tingkat pelayanan C, dengan kondisi:
 - a. Arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dengan kecepatan sekurang-sekurangnya 60 (enam puluh) kilometer per jam.

- b. Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat.
 - c. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
- 4) Tingkat pelayanan D, dengan kondisi:
- a. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan sekurang-sekurangnya 50 (limapuluh) kilometer per jam.
 - b. Masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus.
 - c. Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar.
 - d. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.
- 5) Tingkat pelayanan E, dengan kondisi:
- a. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sekurang-kurangnya
 - b. 30 (tiga puluh) kilometer per jam pada jalan antar kota dan sekurang-kurangnya 10 (sepuluh) kilometer per jam pada jalan perkotaan.
 - c. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi.
 - d. Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.
- 6) Tingkat pelayanan F, dengan kondisi:
- a. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan kurang dari 30 (tiga puluh) kilometer per jam.
 - b. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi

kemacetan untuk durasi yang cukup lama.

- c. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0 (nol).

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 merupakan pedoman untuk perencanaan, perancangan, dan operasi fasilitas lalu lintas yang memadai. Nilai kapasitas dan hubungan kecepatan arus digunakan untuk perencanaan, perancangan, dan operasional jalan raya di Indonesia, dalam upaya memutakhirkan MKJI 1997 diharapkan dapat memandu dan menjadi acuan teknis bagi para penyelenggara jalan, penyelenggara lalu lintas, dan angkutan jalan, pengajar, praktisi baik 20 ditingkat pusat maupun daerah dalam melakukan perencanaan dan evaluasi kapasitas jalan perkotaan dan jalan persimpangan.

Karena pedoman ini pemuatakhiran dari MKJI 1997 tentang Kapasitas Jalan Luar Kota yang selanjutnya akan disebut Pedoman Kapasitas Jalan Luar Kota sebagai bagian dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI 2014). PKJI 2014 keseluruhan melingkupi:

1. Kapasitas Jalan Luar Kota
2. Kapasitas Jalan Kota
3. Kapasitas Jalan Bebas Hambatan
4. Kapasitas Simpang APILL
5. Kapasitas Simpang
6. Kapasitas Jalinan dan Bundaran
7. Perangkat Lunak Kapasitas Jalan

Pada Metode PKJI 2014, umumnya terfokus pada nilai-nilai ekivalen satuan

mobil penumpang (emp) atau ekivalen kendaraan ringan (ekr), dan kapasitas dasar (Co). Nilai ekr mengecil akibat dari meningkatnya proporsi sepeda motor dalam arus lalu lintas yang juga mempengaruhi nilai dari Co. Tujuan analisa PKJI adalah untuk dapat melaksanakan Perancangan (planning), Perencanaan (design), dan Pengoperasionalan lalu-lintas (traffic operation) simpang bersinyal, simpang tak bersinyal, bagian jalinan, bundaran, dan ruas jalan (jalan perkotaan, jalan luar kota dan jalan bebas hambatan).

Pedoman ini direncanakan terutama agar pengguna dapat memperkirakan perilaku lalu lintas dari suatu fasilitas pada kondisi lalu lintas, geometrik dan keadaan lingkungan tertentu. Nilai-nilai perkiraan dapat diusulkan apabila data yang diperlukan tidak tersedia. Terdapat tiga macam analisis, yaitu :

1. Analisis Perancangan (planning) adalah analisis terhadap penentuan denah dan rencana awal yang sesuai dari suatu fasilitas jalan yang baru berdasarkan ramalan arus lalu-lintas.
2. Analisis Perencanaan (design) adalah analisis terhadap penentuan rencana geometrik detail dan parameter pengontrol lalu lintas dari suatu 21 fasilitas jalan baru atau yang ditingkatkan berdasarkan kebutuhan arus lalu lintas yang diketahui.
3. Analisis Operasional adalah analisis terhadap penentuan perilaku lalu lintas suatu jalan pada kebutuhan lalu lintas tertentu. Analisis terhadap penentuan waktu sinyal untuk tundaan terkecil. Analisis peramalan yang akan terjadi akibat adanya perubahan kecil pada geometrik, arus lalu lintas dan kontrol sinyal yang digunakan.

Kelebihan dari Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) ialah :

1. Dapat menghitung semua pengoperasionalan jalan seperti simpang bersinyal, simpang tak bersinyal, bagian jalan, bundaran, putaran jalan serta ruas jalan.
2. Dalam kinerja ruas jalan PKJI 2014 membagi tipe ruas jalan untuk jalan perkotaan dan jalur luar kota.
3. Analisis yang ditinjau secara maskroskopis atau dapat dianalisis dengan mata terbuka tanpa menggunakan mikroskop Kekurangan dari Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) ialah: 1. Hanya dapat melakukan perhitungan sebatas kapasitas dan tingkat pelayanannya. Tidak dapat digunakan untuk menganalisis secara jaringan.

Metode Pengamatan Kecepatan Kecepatan kendaraan dapat diamati dan dihitung dengan metode pengamat bergerak. Salah satu metode yang dikembangkan pada cara pengamat bergerak ini adalah metode Moving CarObserver. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan data yang meliputi waktu perjalanan serta arus lalu lintas baik yang searah maupun yang berlawanan arah dengan kendaraan pengamat. Dengan metode ini akan didapat kecepatan kendaraan rata-rata pada suatu jalur pada saat kendaraan bergerak 17 yang didapat dengan membagi panjang jalur dibagi dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuh jalur tersebut.

Tingkat Pelayanan (Level Of Service) Tingkat pelayanan atau Level of Service adalah tingkat pelayanan dari suatu jalan yang menggambarkan kualitas suatu jalan dan merupakan batas kondisi pengoperasian. Tingkat pelayanan suatu jalan merupakan ukuran kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas dan penilaian oleh pemakai jalan. Tingkat pelayanan suatu jalan menunjukkan kualitas jalan diukur dari beberapa faktor, yaitu kecepatan dan waktu tempuh,

kerapatan (density), tundaan (delay), arus lalu lintas dan arus jenuh (saturation flow) serta derajat kejenuhan (degree of saturation). Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan yaitu:

1. Kondisi Fisik Jalan.

- a. Lebar Jalan pada Persimpangan, pada jalan satu arah lebar jalan yang menuju persimpangan diukur dari permukaan kerb sampai permukaan kerb lainnya. Sedangkan pada jalan dua arah, yang dimaksud dengan lebar jalan adalah jarak dari permukaan kerb sampai pembagi dengan lalu lintas yang berlawanan arah atau median.
- b. Jalan Satu Arah dan Jalan Dua Arah, pada pengoperasiannya jalan satu arah lebih banyak menguntungkan daripada jalan dua arah. Hal ini dapat terlihat pada sebagian besar jalan di kota-kota di Indonesia, kebanyakan pada pengoperasian jalan satu arah jarang dijumpai adanya gerakan membelok, sehingga tidak menyebabkan berkurangnya kapasitas suatu jalan
- c. Median, merupakan daerah yang memisahkan arah lalu-lintas pada segmen jalan. Median yang direncanakan dengan baik meningkatkan kapasitas.

2. Kondisi Lingkungan.

- a. Faktor Jam Sibuk (Peak Traffic Factor,PHF) Faktor jam sibuk menunjukkan bahwa arus lalu lintas tidak selalu konstan selama 1 jam penuh. Dalam analisa tentang kapasitas dan tingkat pelayanan sebuah ruas jalan, biasanya PHF ditetapkan berdasarkan periode 15 menit.
- b. Pejalan Kaki (Pedestrian) Perlengkapan bagi para pejalan kaki,

sebagaimana pada kendaraan bermotor, sangat perlu terutama di daerah perkotaan dan untuk jalan masuk ke atau keluar dari tempat tinggal. Dalam jalur pejalan kaki adalah lintasan yang diperuntukkan untuk berjalan kaki, dapat berupa trotoar, penyeberangan sebidang (penyeberangan zebra atau penyeberangan pelikan), dan penyeberangan tak sebidang.

- c. Kondisi Parkir, pengaruh dari kendaraan yang parkir di atas lebar efektif jalan seringkali jauh lebih besar dari pada banyaknya ruang yang digunakan. Oleh karena itu dibutuhkan tempat yang dapat menampung kendaraan tersebut jika tidak tersedia maka kapasitas jalan tersebut akan berkurang.
- d. Pedagang Kaki Lima, pedagang kaki lima yang berjualan di trotoar, depan toko dan tepi jalan sangat mengganggu aktivitas lalu lintas sehingga mengurangi kapasitas suatu ruas jalan. Tingkat pelayanan pada umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume lalu lintas.

Tingkat Pelayanan Jalan Tingkat Pelayanan Karakteristik Lalu Lintas A Kondisi arus lalu lintas bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah B Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas C Arus stabil, tetapi kecepatan gerak kendaraan dikendalikan D Arus mendekati stabil, kecepatan masih dapat dikendalikan, V/C masih dapat ditolerir E Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti, permintaan sudah mendekati kapasitas F Arus dipaksakan, kecepatan rendah, volume di atas kapasitas, antrian panjang (macet) (Sumber : PMHUB – 14 Tahun 2006).

Parkir Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), parkir merupakan keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang bersifat sementara sedangkan berhenti adalah kendaraan tidak bergerak untuk sementara dengan pengemudi tidak meninggalkan kendaraan. Area parkir yang berada disekitar ruas jalan adalah hambatan samping ditentukan dari bagaimana tinggi rendahnya kegiatan di sisi jalan yang bersangkutan. Selain itu tingginya permintaan parkir terjadi karena pertumbuhan lalu lintas yang meningkat dari waktu ke waktu akibat kepemilikan dari kendaraan pribadi yang melonjak.

Kondisi parkir yang cukup mempengaruhi kondisi lalu lintas adalah off- street parking karena pada saat kondisi tersebut akan terjadi konflik pada ruas jalan berupa diverging untuk kendaraan dari ruas jalan menuju area parkir dan merging untuk kendaraan dari area parkir menuju ruas jalan. Akibat adanya konflik lalu lintas tersebut berpengaruh juga terhadap kecepatan kendaraan pada ruas jalan tersebut. Kecepatan lalu lintas berkaitan erat dengan volume lalu lintas dari ruas jalan yang ditinjau karena pergerakan kendaraan dengan kecepatan tertentu tergantung pada volume lalu lintasnya.

Kinerja Ruas Jalan Kinerja ruas jalan adalah kemampuan dari ruas jalan untuk melayani arus lalu lintas yang membebani ruas jalan. Kinerja ruas jalan dapat dilakukan pengukuran berdasarkan kecepatan rata-rata perjalanan dan derajat kejenuhan dengan semakin tinggi kecepatan rata-rata perjalanan pada suatu ruas jalan dan semakin rendahnya nilai derajat kejenuhan, maka tingkat kinerja ruas jalan menjadi semakin baik. Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, Jalan perkotaan merupakan ruas jalan yang memiliki perkembangan permanen dan menerus sepanjang atau hampir seluruh jalan. Tipe jalan perkotaan berdasarkan

potongan melintang jalan 15 yang ditentukan berdasarkan arah dan jumlah jalur pada segmen jalan.

Tipe jalan perkotaan menurut PKJI 2014 adalah sebagai berikut: 1. Jalan sedang tipe 2/2 TT. 2. Jalan raya tipe 4/2 T. 3. Jalan raya tipe 6/2 T. 4. Jalan satu-arah tipe 1/1, 2/1, dan 3/1. Dalam pengukuran kinerja ruas jalan diperlukan data-data pendukung seperti data kondisi geometri jalan dan kondisi lingkungan, data-data tersebut digunakan sebagai data pendukung perhitungan kinerja ruas jalan berdasarkan PKJI 2014. Untuk mengetahui baik atau tidaknya pelayanan suatu jalan perkotaan diperlukan analisis kinerja ruas jalan.

Kinerja ruas jalan adalah kemampuan dari ruas jalan untuk melayani arus lalu lintas yang membebani ruas jalan tersebut. Kinerja ruas jalan dapat diukur berdasarkan kecepatan rata-rata perjalanan dan derajat kejenuhan dengan pengukuran semakin tinggi kecepatan rata-rata perjalanan pada suatu ruas jalan dan semakin rendahnya nilai derajat kejenuhan, maka tingkat kinerja ruas jalan menjadi semakin baik. 3.2.1 Kondisi Geometri Jalan Dalam kondisi geometri jalan yang perlu diperhatikan adalah seperti berikut.

1. Trotoar adalah jalur yang disediakan untuk pejalan kaki yang sejajar dengan jalan namun lebih tinggi dari perkerasan jalan sehingga memberikan keamanan bagi pejalan kaki.
2. Median jalan adalah suatu pemisah fisik pada jalur lalu lintas agar dapat meminimalkan konflik lalu lintas dari arah yang berlawanan.
3. Jalur gerak adalah bagian jalan yang digunakan untuk kendaraan bermotor saat melintasi jalan tersebut.
4. Panjang jalan adalah panjang ruas jalan yang diamati dalam penelitian.

Model Software Vissim Verkehr in Stadten Simulations model atau yang lebih dikenal sebagai VISSIM adalah sebuah program yang dikembangkan oleh Planung Transportasi Verkehr AG di Jerman yang memiliki fungsi sebagai simulasi pemodelan berbasis mikroskopik dengan jangka waktu dan tingkah laku yang dapat dikembangkan dalam pemodelan lalu lintas perkotaan, transportasi umum, dan pejalan kaki. Program ini digunakan untuk melakukan analisis operasi lalu lintas dibawah kendala seperti konfigurasi jalur, komposisi lalu lintas, sinyal lalu lintas, dan lain sebagainya sehingga program ini dapat bermanfaat untuk melakukan evaluasi berbagai macam alternatif rekayasa lalu lintas dan perencanaan yang efektif.

Parameter yang Digunakan dalam Software VISSIM 9.00. Parameter dalam melakukan simulasi lalu lintas adalah sebagai berikut. 1. Data Dasar Dalam VISSIM, kondisi lalu lintas saling terkait dan mempengaruhi satu sama lain, sehingga perlu penyatuan dari beberapa parameter. Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Vehicle Type Kelompok kendaraan dengan karakter dan perilaku berkendara yang serupa.
- b. Vehicle Classes Beberapa jenis kendaraan digabung dalam satu kelas kendaraan. Kecepatan, evaluasi dan pemilihan rute digabung dalam satu kelas kendaraan.
- c. Vehicle Categories Menetapkan terlebih dahulu kategori dari kendaraan yang menyertakan interaksi kendaraan yang serupa.
- d. Vehicle Input Vehicle Inputs diperlukan untuk memasukkan jumlah arus lalu lintas sesuai dengan hasil survei lalu lintas dilokasi penelitian pada

saat jam puncak.

- e. Vehicle Composition Vehicle Compositions merupakan pilihan untuk melakukan pengaturan komposisi jenis kendaraan dalam arus lalu lintas.
- f. Desired Speed Distribution Memasukkan data kecepatan kendaraan sesuai pengamatan di lapangan.
- g. Driving Behavior Driving Behavior (perilaku pengemudi) adalah parameter dari Software VISSIM yang secara langsung melakukan pengaturan yang berpengaruh terhadap kondisi antar kendaraan dengan tujuan untuk melakukan kalibrasi.

Jika hasilnya tidak mewakili kondisi di lapangan, maka diperlukan pengaturan ulang agar sesuai dengan kondisi di lapangan. Dengan menyesuaikan kebiasaan pengemudi kedalam pemodelan Software VISSIM ini dapat menggambarkan keadaan yang dapat mendekati keadaan sesungguhnya dilapangan. Model arus lalu lintas Wiedemann 74 merupakan salah satu permodelan yang cocok untuk lalu lintas di perkotaan karena dalam permodelan ini mengasumsikan bahwa pengendara termasuk dalam salah satu dari 4 model berikut.:

- 1) Free driving, keadaan ketika pengendara berusaha mencapai dan mempertahankan kecepatan yang diinginkan dirinya sendiri. Namun dalam kenyataannya kecepatan berkendara tidak dapat diatur tetap 30 konstan tetapi akan mengalami penurunan dan pertambahan kecepatan akibat ketidak sempurnaan saat menekan pedal gas kendaraan.
- 2) Approaching, keadaan ketika pengendara beradaptasi dengan kecepatan kendaraan menuju kecepatan yang lebih rendah karena kendaraan yang berada didepannya. Saat keadaan ini perbedaan kecepatan antara kendaraan

dengan kendaraan yang ada didepannya akan menjadi nol ketika sudah berada di jarak aman.

- 3) Following, keadaan ketika pengendara mengikuti kendaraan yang berada didepannya tanpa adanya penurunan dan penambahan kecepatan. Untuk menjaga jarak aman agar tetap konstan namun dikarenakan ketidak sempurnaan menekan pedal gas kendaraan, perbedaan kecepatan yang terjadi akan berada pada naik turun disekitar nol.
- 4) Breaking, keadaan ketika kecepatan menurun ketika jarak antar kendaraan terlalu dekat atau lebih pendek dari jarak aman karena kecepatan kendaraan didepan menurun secara drastis atau bahkan ketika ada mobil ketiga masuk pada jalur pengendara tersebut.

Jaringan Jalan Elemen – elemen dasar untuk membuat jaringan lalu lintas dalam VISSIM adalah sebagai berikut.

- a. Background and scalling, pengaturan background pada simulasi dengan mengambil gambar lokasi penelitian dari google earth, diinput pada VISSIM, kemudian diatur skalanya.
- b. Link, adalah pilihan untuk membuat jaringan lalu lintas pada pemodelan Software VISSIM dengan mengatur lebar jalan dan jumlah lajur yang akan dimodelkan berdasarkan kondisi dilokasi penelitian.
- c. Connector, merupakan pilihan dalam permodelan Software VISSIM untuk membuat penghubung antara link yang satu dengan yang lain dalam membuat jaringan lalu lintas. Dalam pilihan ini dapat dilakukan pengaturan data penting pada Connectors seperti perilaku pengendara, lajur-lajur yang akan dihubungkan, permukaan Connectors, perubahan jalur dan lain-lain.

- d. Conflict Areas merupakan pilihan untuk melakukan pengaturan kendaraan agar tidak mengalami conflict antara satu kendaraan dengan kendaraan lain dan pengaturan dalam memprioritaskan kendaraan yang akan didahulukan.
- e. Reduced Speed Area merupakan pilihan untuk melakukan kalibrasi agar pemodelan dapat mendekati kondisi keadaan pengemudi saat berkendara. Saat melewati area tertentu seperti persimpangan, area putar balik, dan lain sebagainya akan membuat pengemudi untuk mengurangi kecepatan kendaraan.
- f. Priority Rules merupakan pilihan untuk melakukan pengaturan terhadap kendaraan untuk berhenti pada titik tertentu untuk menunggu hingga kendaraan tersebut dapat berjalan kembali ketika arus lain kosong atau sudah melewati daerah tersebut.

Kalibrasi dan Validasi Pemodelan Software VISSIM Pada pemodelan menggunakan Software VISSIM diperlukan proses kalibrasi untuk menyesuaikan parameter dalam permodelan sehingga permodelan yang dilakukan dapat mendekati gambaran kondisi sesungguhnya dilapangan. Proses kalibrasi dilakukan berdasarkan perilaku pengendara pada lokasi penelitian yang telah dilakukan pengamatan dengan melakukan trial and error hingga sesuai dengan karakteristik pengendara di lapangan.

Menurut Gustavsson (2007), Validasi dilakukan dengan menggunakan jumlah volume arus lalu lintas. Metode terbaik dalam membandingkan data masukan dan data keluaran simulasi adalah dengan menggunakan rumus statistik GEH atau Geoffrey E. Havers yang diambil dari nama penemu rumus tersebut. Metode GEH merupakan rumus statistik modifikasi yang berasal dari Metode ChiSquared

dengan menggunakan perbedaan antara nilai mutlak dan relatif. Validasi Metode GEH memiliki persyaratan agar dapat diterima dan digunakan jika $GEH < 5,0$, dan bila $5,0 \leq GEH \leq 10,0$ maka kemungkinan model error atau data buruk sehingga perlu dilakukan cek ulang, sementara jika $10,0 < GEH$ maka pemodelan ditolak.

Manajemen lalu lintas adalah proses mengatur dan mengendalikan arus lalu lintas dengan mengoptimalkan penggunaan prasarana yang ada untuk memudahkan lalu lintas agar dapat menggunakan ruang jalan secara efisien dan mempercepat sistem lalu lintas. Tujuan utama dari manajemen lalu lintas adalah untuk memaksimalkan lingkungan tanpa mengorbankan kualitas lingkungan. Oleh karena itu, pejabat pemerintah dan masyarakat harus mematuhi peraturan perundang-undangan yang berlaku untuk menciptakan kondisi lalu lintas yang tertib, aman, selamat, lancar, dan terkendali.

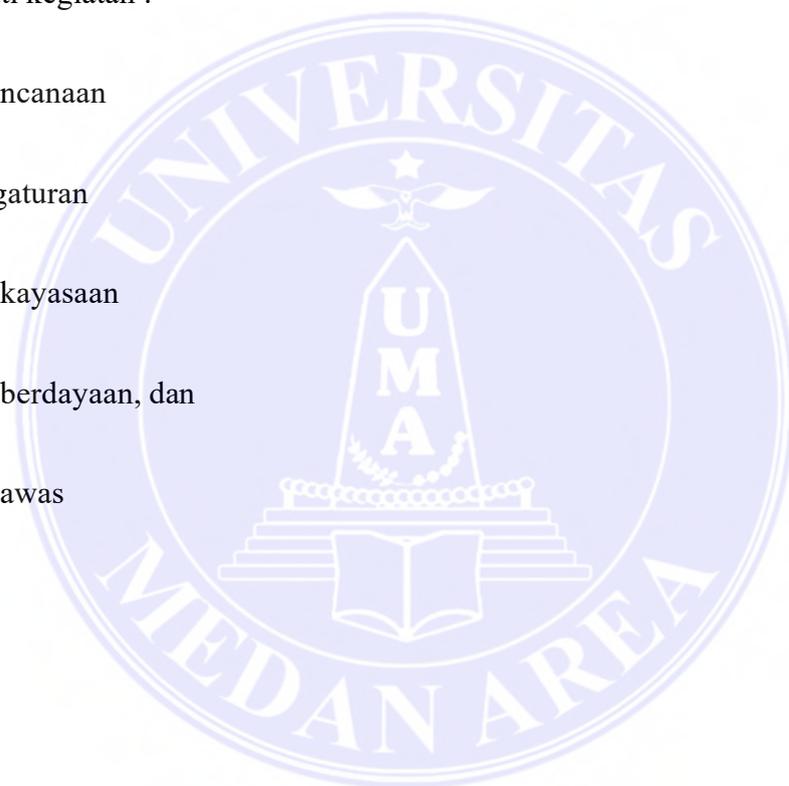
Menurut UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan disebutkan bahwa dalam rangka untuk memaksimalkan jaringan jalan yang ada dan meningkatkan keamanan, ketertiban, kelancaran dan keselamatan pada lalu lintas jalan tanpa perlu mengorbankan kualitas lingkungan yang ada maka dilakukan manajemen dan rekayasa lalu lintas yang baik.

Proses pengaturan sistem jalan raya yang sudah ada untuk mencapai tujuan tertentu tanpa menambah atau membuat infrastruktur baru adalah bagian dari manajemen lalu lintas, tujuan dari penerapan tersebut adalah untuk mengelola dan menyederhanakan lalu lintas dengan membedakan jenis, kecepatan dan pengguna jalan yang berbeda untuk meminimalkan gangguan pada lalu lintas, meminimalkan tingkat kemacetan lalu lintas dengan meningkatkan kapasitas atau mengurangi volume lalu lintas suatu jalan, melakukan optimalisasi jalan dengan menentukan

fungsi jalan dan mengontrol aktivitas yang tidak sesuai dengan fungsi jalan. Pejabat publik dan pemerintah harus mematuhi undang-undang dan hukum yang berlaku untuk memastikan bahwa kondisi lalu lintas yang tertib, aman, tanpa hambatan, dan terkendali. Dasar hukum Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas adalah Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 pasal 93 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan bagian kesatu tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas

meliputi kegiatan :

1. Perencanaan
2. Pengaturan
3. Perencanaan
4. Pemberdayaan, dan
5. Pengawas



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Wolter Mongonsidi di Kota Medan, yang dibagi menjadi beberapa bagian untuk mempermudah analisis kinerja lalu lintas di setiap area jalan. Lokasi ini dimulai dari simpang Jalan Walikota hingga simpang Jalan Pattimura, mencakup berbagai lingkungan yang memiliki karakteristik lalu lintas yang beragam. Di bagian pertama jalan, yang dimulai dari simpang Jalan Walikota hingga Jalan Suwondo, terdapat banyak fasilitas publik dan perkantoran yang menyebabkan tingginya volume kendaraan, terutama pada jam-jam sibuk. Hal ini menyebabkan arus lalu lintas cenderung padat dan mengalami keterlambatan.

Lebih ke arah utara, ruas jalan melintasi area yang memiliki konsentrasi aktivitas komersial, seperti restoran, kantor, dan pusat belanja. Area ini, yang membentang dari Jalan Suwondo hingga Jalan Dr. Cipto, berpotensi mengalami gangguan arus karena frekuensi kendaraan yang sering berhenti atau keluar-masuk dari lahan di sepanjang jalan. Selain itu, terdapat juga hambatan samping yang menambah tingkat kepadatan lalu lintas di sekitar area ini.

Pada bagian jalan antara Jalan Dr. Cipto dan simpang Jalan Pattimura, kondisi lalu lintas menjadi semakin padat, terutama karena adanya persimpangan yang menghubungkan jalan utama dengan area perumahan dan komersial lainnya. Arus kendaraan di bagian ini sering kali terhambat oleh banyaknya kendaraan yang melakukan perputaran arah atau parkir di sekitar kawasan komersial yang terdapat di sepanjang jalan. Keseluruhan Jalan Wolter Mongonsidi, dengan karakteristik

yang beragam di sepanjang ruasnya, menjadi lokasi strategis untuk analisis kinerja lalu lintas, terutama dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi pada kemacetan dan mencari solusi untuk meningkatkan efisiensi lalu lintas di kawasan ini.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Google Maps, 2024)



Gambar 2. Sketsa Lokasi Penelitian (Data survey, 2024)

3.2 Tahapan Persiapan

Tahapan ini merupakan analisa awal untuk menentukan pos-pos lokasi pengamatan, jenis data yang akan diamati, mempersiapkan formulir isian survei yang sesuai dengan jenis survei yang dilakukan, mempersiapkan alat ukur (meteran), Stopwatch, alat tulis.

3.2.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini diperlukan sebagai langkah awal untuk menganalisis situasi dan kondisi pada lokasi penelitian untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang ada di ruas jalan tersebut, penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Wolter Mongonsidi Kota Medan. Dalam penelitian ini dibagi dua jenis data, yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung dari survey yang dilakukan di lokasi penelitian, adapun data primer atau data lapangan yang dibutuhkan yaitu:

a. Survei Geometrik Jalan

geometrik jalan dilakukan dengan pengukuran langsung pada ruas dilapangan, seperti pengukuran lebar jalur lalu lintas pada ruas jalan, lebar bahu jalan, lebar trotoar, dan mengidentifikasi rambu-rambu lalu lintas dan prasarana yang ada pada ruas jalan tersebut.

b. Survei Volume Lalu Lintas

Survei volume lalu lintas dilakukan secara manual, dengan menghitung

jumlah kendaraan yang melewati pos-pos pengamatan dan dicatat dalam formulir dan lainnya. survei yang telah disediakan, pengisian formulir dilakukan sesuai dengan jenis kendaraan dengan interval waktu 15 menit dicatat terus menerus sampai waktu yang telah ditentukan yaitu 12 jam, dimulai dari pukul 07:00 wib sampai pukul 20:00 wib. Adapun klasifikasi kendaraan yang diamati di ruas jalan tersebut, yaitu:

1. Kendaraan Ringan (LV): Mobil penumpang, angkutan umum dan pickup
 2. Kendaraan Berat (HV) : Bus sedang, bus besar, Truk 2as, Truk 3as, Trailer
 3. Sepeda Motor (MC) : Sepeda motor dan kendaraan roda tiga
 4. Kendaraan tak bermotor (UM) : Sepeda dan becak dayung .
- c. Survei Kecepatan perjalanan

Dalam pengumpulan data kecepatan sesaat dilakukan oleh dua (2) orang surveyor yang, seorang di antaranya berdiri pada titik pengamatan yang telah ditentukan (titik pengamatan awal), bertugas menentukan dan memilih jenis kendaraan yang diamatinya, Surveyor tersebut akan memberikan isyarat kepada Suirveyor lainnya agar mencatat waktu perjalanan kendaraan yang telah dipilih sampai ketempat surveyor kedua (titik pengamatan akhir). Jarak Antara surveyor satu dengan surveyor dua pada penelitian ini adalah 100m.

1. Survei Hambatan Samping

Survei ini dilakukan dengan pengamatan langsung pada lokasi studi,

pengamatan ini dilakukan pada saat survei volume lalu lintas. Kejadian yang menyebabkan hambatan samping selama pengamatan, jumlah kejadiannya dicatat pada formulir yang telah disediakan.

Pengamatan ini dilakukan oleh dua orang pengamat, yang mencatat kejadian-kejadian yang menimbulkan hambatan samping jalan yang mengganggu atau kecepatan kendaraan pada ruas jalan tersebut, seperti kendaraan umum yang menaikkan atau menurunkan penumpang pada badan jalan, kendaraan yang keluar masuk dari badan jalan dan hambatan-hambatan samping lainnya.

2. Data Sekunder

Data sekunder dapat dijadikan sebagai data pendukung dari data primer, data sekunder dapat diperoleh melalui jurnal-jurnal, informasi internet, ataupun dari instansi pemerintah terkait

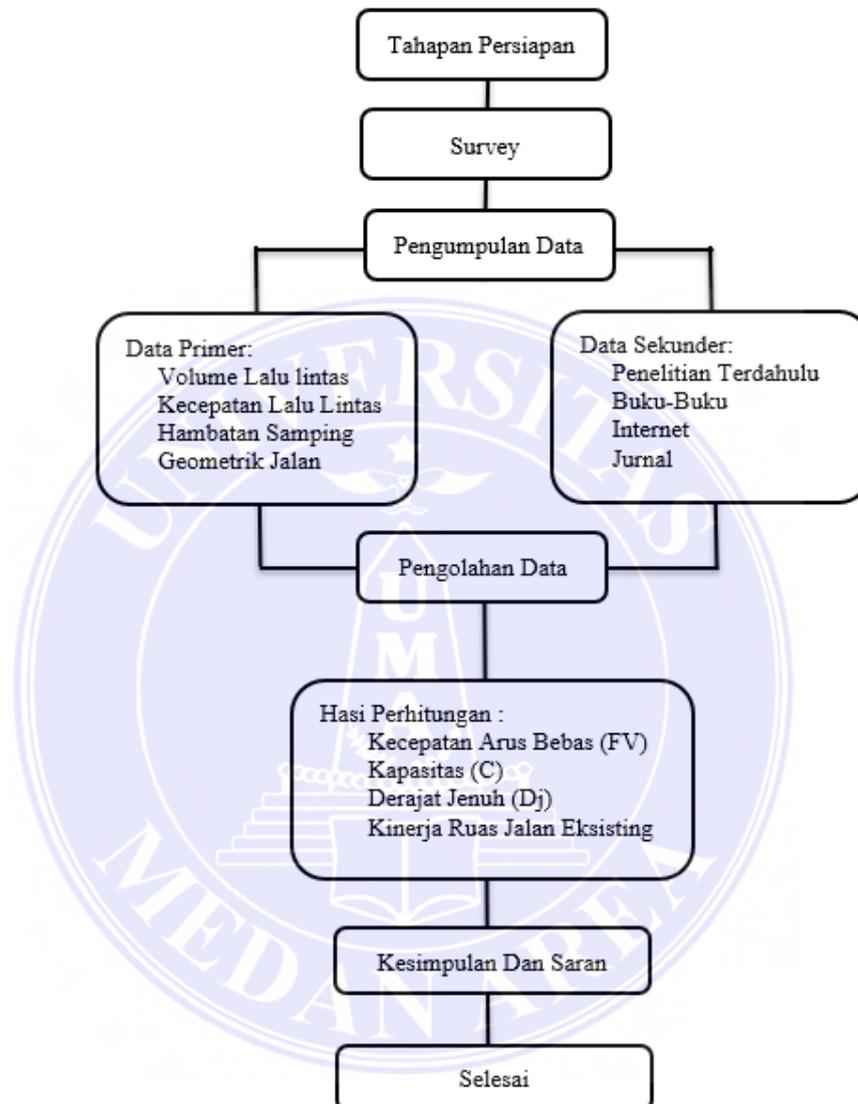
3.2.2 Pengolahan Data

Data-data yang telah diperoleh ketika survei, maka dapat diketahui jam puncak volume lalu lintas, dan melakukan perhitungan menggunakan metode PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia) 2023.

3.2.3 Analisa Data

Analisa data dilakukan pada ruas jalan Wolter Mongonsidi kondisi eksisting Tanpa adanya Penanganan (Do-Nothing) , serta analisa data jika dilakukan Penanganan berupa penerapan Manajemen lalu lintas (Do-Something), bentuk penanganan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor :PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Manajemen lalu Lintas.

3.3 Kerangka Penelitian



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

BAB V KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini akhirnya saya dapat menarik beberapa kesimpulan diantaranya adalah :

1. Secara keseluruhan kinerja ruas jalan Wolter Mongonsidi mengalami peningkatan kinerja dengan cara menambah kapasitas pada ruas jalan tersebut sebesar 1650 skr/jam sehingga kapasitas ruas jalan yang sebelumnya 4324,3 skr/jam menjadi 5765,76 skr/jam memberikan peningkatan kinerja ruas jalan dengan indikator Tingkat Pelayanan B yang menjelaskan Arus stabil tetapi kecepatan operasional mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan sampai indikator Tingkat Pelayanan C yang menjelaskan Arus masih dalam batas stabil tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.
2. Pada segmen 2 ruas jalan Wolter Mongonsidi masih terdapat indikator Tingkat Pelayanan D yang menjelaskan Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan namun menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul. Pengemudi dibatasi memilih kecepatan dan kebebasan bergerak relatif kecil dan mulai mengalami penurunan.

3. Secara keseluruhan tindakan manajemen lalu lintas berupa pengendalian hambatan samping dan penambahan 1 lajur atau penambahan kapasitas pada ruas jalan Wolter Mongonsidi memberikan tingkat kinerja ruas jalan yang cukup baik.

5.2 Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai ketersediaan lahan parkir di sekitar jalan seperti di perhotelan, kantor, dan rumah ibadah agar tidak memenuhi badan jalan saat berhenti/parkir.
2. Kekurangan yang terdapat dalam penelitian ini dapat menjadi perbaikan pada penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, I. 2012. *Manajemen lalu lintas: Suatu Pendekatan Untuk Mengelola dan Mengendalikan Lalu Lintas*. Jakarta: Transindo Gastama Media
- Alamsyah, Alik Asyori. 2008. *Rekayasa Lalu Lintas*. Malang: PT Universitas Muhammadiyah Malang
- Budi, Setio, Gonzales Sihite, Amelia Kusuma Indriastuti, dan Eko Yuli Priyono. 2017. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Berdasarkan PKJI 2014 dan Pengamatan Langsung (Studi Kasus: Simpang Jl. Brigjend Sudiarto/Jl. Gajah Raya/Jl. Lamper Tengah Kota Semarang)*. Universitas Diponegoro. Tersedia di: <https://www.neliti.com>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2014. *Kapasitas Jalan Perkotaan*. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 2016. *Pedoman Pengelolaan Parkir*. Kementerian Perhubungan Jakarta
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Kementerian Perhubungan Jakarta
- Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Kementerian Perhubungan Jakarta

Putranto, L. 2016. *Manajemen Lalu Lintas: Suatu Proses Penyediaan dan Kebutuhan Sistem Jalan Raya*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Indonesia

Rozzaq, Abdul. 2022. *Analisis Kinerja Ruas Jalan Raya Menganti Menggunakan Metode PKJI 2014*. Universitas Unitomo. Tersedia di: <https://ejournal.unitomo.ac.id>

Susanto, Tataming Edi. 2014. *Analisis Besar Kontribusi Hambatan Samping Terhadap Kecepatan Dengan Menggunakan Model Regresi Linier Berganda*. Jurnal, Universitas Sumatra Utara

Tamin, Ofyar Z. 2008. *Manajemen Lalu Lintas dan Pemanfaatan Fasilitas Ruas Jalan Secara Optimal*. Jurnal Perencanaan Transportasi

Tamin, O.Z., dan Nahdalina. 2008. *Kinerja Lalu Lintas dan Indeks Tingkat Pelayanan*. Simposium Transportasi, Universitas Parahyangan

Wiyono, Eko Hadi. 2021. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 dan Software VISSIM 11*. Institut Teknologi Nasional. Tersedia di: <https://ejournal.itn.ac.id>

Yulistiyanti, Liana Dwi. 2015. *Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas pada Ruas Jalan Mohammad Hatta - M.Yamin di Kota Solok*. Universitas

LAMPIRAN

