

**TESIS**

**EVALUASI MANAJEMEN REKAYASA LALU LINTAS  
DENGAN APLIKASI CONTRAM RELEASE 5.09  
(STUDI KASUS CBD KOTA SEMARANG : Jl. IMAM BONJOL –  
Jl. KAPTEN PIERE TENDEAN – Jl. PEMUDA)**

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh :

**ACHMAD CHOLIQ ANWAR  
NIM : 20201800046**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG  
2022**

## LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

### EVALUASI MANAJEMEN REKAYASA LALU LINTAS DENGAN APLIKASI CONTRAM RELEASE 5.09 (STUDI KASUS CBD KOTA SEMARANG : Jl. IMAM BONJOL – Jl. KAPTEN PIERE TENDEAN – Jl. PEMUDA)

Disusun oleh :

**ACHMAD CHOLIQ ANWAR**

NIM : 20201800046

Telah disetujui oleh :

Tanggal, 22 Agustus 2022  
Pembimbing I,



Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D  
NIK. 210293018

Tanggal, 22 Agustus 2022  
Pembimbing II,



Dr. Ir. H. Soedarsono, M. Si  
NIK.210288011

**UNISSULA**  
جامعة سلطان ابي جعفر الإسلامية

## LEMBAR PENGESAHAN TESIS

### EVALUASI MANAJEMEN REKAYASA LALU LINTAS DENGAN APLIKASI CONTRAM RELEASE 5.09 (STUDI KASUS CBD KOTA SEMARANG : JL. IMAM BONJOL – JL. KAPTEN PIERE TENDEAN – JL. PEMUDA)

Disusun oleh :

**ACHMAD CHOLIQ ANWAR**  
NIM : 20201800046

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal:  
11 Agustus 2022

Tim Penguji:

1. Ketua

Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D  
NIK. 210293018

2. Anggota

Dr. Henry Pratiwi Adi, ST., MT  
NIK. 210200030

3. Anggota

Ir. Moh. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D  
NIK. 210296020

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, 21 Agustus 2022

Mengetahui,

Ketua Program Pascasarjana



Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA  
NIK. 210291014



Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik

Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D  
NIK. 210293018

## MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab yang beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik”

(QS. Ali `Imran : 110)

“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian. Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menetapi kesabaran”

(QS. Al `Asr : 1 - 3)

“Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu”

(QS. Al Baqarah : 45)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tesis ini saya persembahkan untuk :

1. Ibuku Sukarni, S.Pd. dan Bapakku Karbani sebagai kebanggaanku.
2. Istriku Husna Amalana, S.Pd., M.Pd. dan anak-anaku Muhammad Salman Alfarisi dan Muhammad Hanif Al Hikami sebagai kehidupanku.
3. Mbak Liena Yusrina Jasida, SP. dan keluarganya.
4. Mertuaku Bapak Drs H.Abd. Choliq, SH, MH. dan Almarhumah Ibu Hj. Nur Farida.
5. Dosen pembimbingku Ir.H.Rachmat Mudiyo,MT.,Ph.D dan Dr.Ir.H.Soedarsono,M.Si.
6. Bapak Ibu dosen dan staf program studi Magister Teknik Sipil Unissula.
7. Pimpinan dan seluruh rekan kantor BPSPP Wil I.
8. Senior dalam konsultasi Tesis, Hendri Apriyanto, SE, MAP. (Dishub Kota Semarang).
9. Teman satu angkatan di Magister Teknik Sipil Unissula.
10. Pihak-pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu.



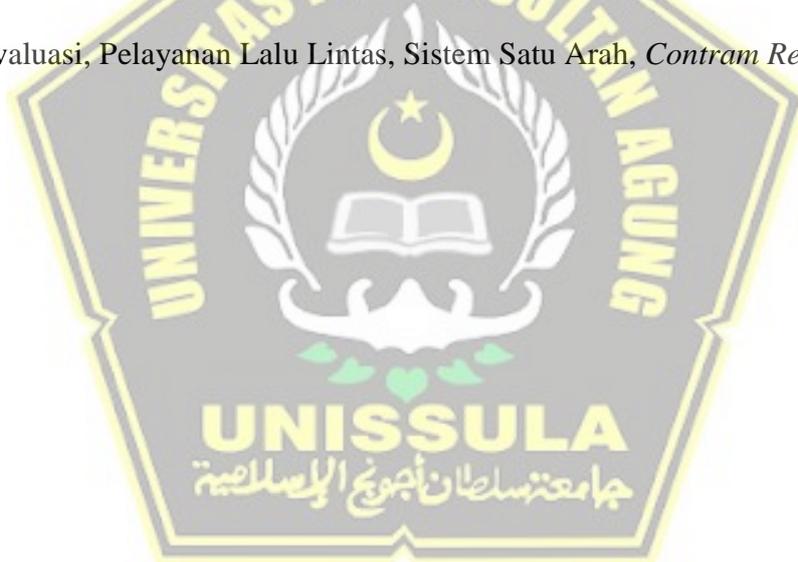
## ABSTRAK

Salah satu pusat kegiatan ekonomi di Kota Semarang adalah kawasan Central Bisnis Distrik (CBD) Tugu Muda yang terletak di ruas jalan Imam Bonjol, Kapten Piere Tendean, dan Pemuda. Kawasan ini merupakan pusat pergerakan masyarakat yang memiliki bangkitan tarikan lalu lintas yang sangat tinggi sehingga menimbulkan kemacetan. Pemerintah Kota Semarang sejak tahun 2017 sampai dengan saat ini (2022) telah memberlakukan Sistem Satu Arah (SSA) pada kawasan tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi pelayanan lalu lintas eksisting setelah 5 tahun diberlakukan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi dari pelayanan lalu lintas Sistem Satu Arah (SSA) eksisting pada jam sibuk pagi. Caranya dengan membandingkan kinerja menggunakan 2 skenario alternatif. Alternatif I menggunakan sistem dua arah tanpa lajur parkir dan Alternatif II menggunakan sistem dua arah dengan lajur parkir. Metode yang digunakan adalah studi kasus berdasarkan perhitungan MKJI dan penggunaan aplikasi *Contram Release 5.09*.

Hasil analisis yang didapat menunjukkan bahwa untuk kinerja ruas jalan (mikro) yaitu V/C Ratio dan kecepatan, Sistem Satu Arah (SSA) memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan Alternatif I dan Alternatif II. Untuk kinerja jaringan jalan (makro) yang terdiri dari waktu tempuh, jarak tempuh, kecepatan jaringan, dan konsumsi bahan bakar juga mempunyai nilai yang lebih baik. Sistem Satu Arah (SSA) setelah 5 tahun masih layak diberlakukan.

**Kata Kunci:** Evaluasi, Pelayanan Lalu Lintas, Sistem Satu Arah, *Contram Release 5.09*.



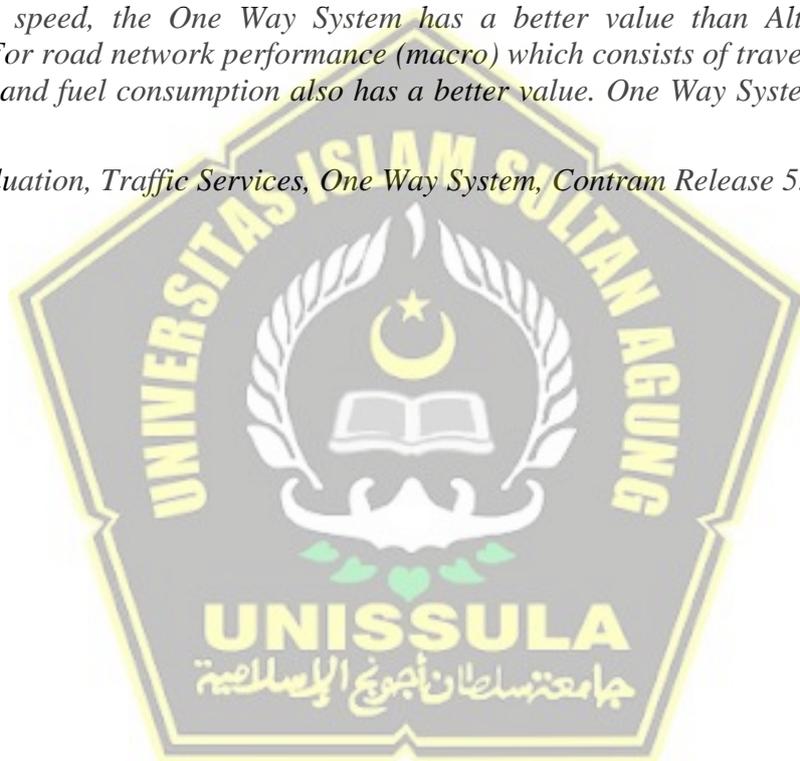
## **ABSTRACT**

*One of the centers of economic activity in Semarang City is the Tugu Muda Central Business District (CBD) area which is located on the Imam Bonjol, Captain Piere Tendean, and Pemuda roads. This area is a center of community movement which has a very high traffic pull generation, causing congestion. The Semarang City Government since 2017 until now (2022) has implemented a One Way System in the area. Therefore, it is necessary to evaluate the existing traffic services after 5 years of implementation.*

*This research was conducted to determine the effectiveness and efficiency of the existing One Way Traffic System during the morning peak hour. The trick is to compare performance using 2 alternative scenarios. Alternative I uses a two-way system without parking lanes and Alternative II uses a two-way system with parking lanes. The method used is a case study based on MKJI calculations and the use of the Contram Release 5.09 application.*

*The results of the analysis show that for the performance of roads (micro), namely V/C Ratio and speed, the One Way System has a better value than Alternative I and Alternative II. For road network performance (macro) which consists of travel time, mileage, network speed, and fuel consumption also has a better value. One Way System after 5 years is still feasible.*

**Keywords:** *Evaluation, Traffic Services, One Way System, Contram Release 5.09.*



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ACHMAD CHOLIQ ANWAR

NIM : 20201800046

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

**EVALUASI MANAJEMEN REKAYASA LALU LINTAS DENGAN  
APLIKASI CONTRAM RELEASE 5.09**

**(Studi Kasus CBD Kota Semarang : Jl. Imam Bonjol – Jl. Kapten Piere  
Tendean – Jl. Pemuda)**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 15 Juni 2022

METERAI  
TEMPEL

3F 59BAJX869970505

ACHMAD CHOLIQ ANWAR

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Semesta Alam. Karena berkat rahmat, ilham, dan ridho-Nya, kami dapat menyelesaikan Tesis ini dengan baik dan selesai tepat pada waktunya.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan kerendahan hati kami selaku penulis, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Ir. H.Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D selaku dosen pembimbing I.
2. Dr. Ir. H.Soedarsono, M.Si selaku dosen pembimbing II.
3. Program Studi Magister Teknik Sipil Unissula Semarang.
4. Pihak-pihak yang telah membantu.

Tesis yang berjudul **“Evaluasi Manajemen Rekayasa Lalu Lintas Dengan Aplikasi Contram Release 5.09 (Studi Kasus CBD Kota Semarang : Jl. Imam Bonjol – Jl. Kapten Piere Tendean – Jl. Pemuda)”** ini merupakan buah karya kami dalam bidang Transportasi. Kami menyadari masih banyak kekurangan dan kealpaan dalam penulisannya. Untuk itu kami mohon maaf atas kesalahan dan berharap agar berkenan memberikan saran masukan sehingga Tesis ini dapat bermanfaat.

Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semuanya. Amiin.

Semarang, 22 Agustus 2022

Penulis

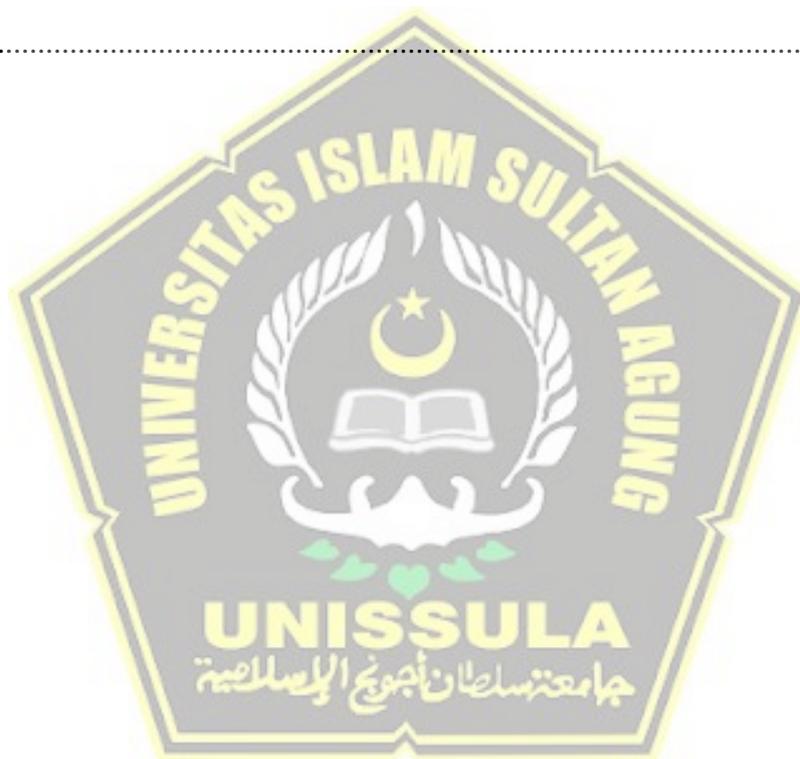
## DAFTAR ISI

Daftar isi diurutkan sebagai berikut:

Halaman Judul .....	i
Lembar Persetujuan Tesis .....	ii
Lembar Pengesahan Tesis .....	iii
Motto.....	iv
Halaman Persembahan.....	v
Abstrak.....	vi
Surat Pernyataan Keaslian .....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar .....	xvi
Daftar Rumus .....	xvii
Daftar Lampiran.....	xviii
Arti Simbol dan Singkatan.....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.3.1. Ruang Lingkup Wilayah.....	5
1.3.2. Ruang Lingkup Pembahasan.....	5
1.4 Keaslian Penelitian.....	6
1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II STUDI PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Aspek Lalu Lintas dan Simulasi .....	8
2.2 Konsep Penanganan Lalu Lintas.....	10
2.3 Rumus Dasar dan Ketentuan Kinerja Lalu Lintas .....	12
2.4 Aplikasi Contram Release 5.09.....	18
2.5 Validasi Model Simulasi Lalu Lintas .....	19

2.6 Penelitian Terdahulu .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1 Kerangka Penelitian .....	34
3.2 Lokasi Penelitian.....	37
3.3 Alternatif Pelayanan Lalu Lintas yang Diusulkan .....	39
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	43
3.5 Simulasi Model Lalu Lintas dengan Menggunakan Aplikasi <i>Contram Release 5.09</i> .....	47
3.6 Validasi Data.....	52
3.7 Analisis Kinerja Lalu Lintas .....	53
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>57</b>
4.1 Analisis Lalu Lintas Eksisting .....	57
4.1.1. Pola Jaringan Lalu Lintas Eksisting.....	57
4.1.2. Panjang Jalan .....	60
4.1.3. Kapasitas Jalan.....	61
4.1.4. Volume dan Kecepatan Lalu Lintas Jam Sibuk.....	62
4.1.5. Kinerja Lalu Lintas Eksisting .....	64
4.2 Analisis dan Validasi Model.....	65
4.2.1. Data Volume Lalu Lintas Per Moda .....	65
4.2.2. Matriks Bangkitan Tarikan Perjalanan Kondisi Eksisting.....	66
4.2.3. Data Output Contram Pada Kondisi Eksisting.....	69
4.2.4. Analisis Validasi Model.....	70
4.3 Analisis Lalu Lintas Dua Arah Tanpa Lajur Parkir.....	71
4.3.1. Pola Lalu Lintas Dua Arah .....	71
4.3.2. Kapasitas Jalan.....	74
4.3.3. Matriks Bangkitan Tarikan Perjalanan Tanpa Lajur Parkir.....	76
4.3.4. Volume Lalu Lintas .....	78
4.3.5. Kinerja Lalu Lintas .....	78
4.4 Analisis Lalu Lintas Dua Arah Dengan Lajur Parkir.....	79
4.4.1. Pola Lalu Lintas Dua Arah .....	79
4.4.2. Kapasitas Jalan.....	82

4.4.3. Matriks Bangkitan Tarikan Perjalanan Dengan Lajur Parkir .....	84
4.4.4. Volume Lalu Lintas .....	86
4.4.5. Kinerja Lalu Lintas .....	86
4.5 Pembahasan.....	87
4.5.1. Perbandingan Kinerja Lalu Lintas .....	87
4.5.2. Pembahasan.....	89
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>91</b>
5.1 Kesimpulan .....	91
5.2 Saran .....	92
Daftar Pustaka.....	93
Lampiran.....	97



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Satuan Mobil Penumpang.....	13
Tabel 2.2	Kapasitas Dasar (Co).....	14
Tabel 2.3	Faktor Penyesuaian Jalan Dengan Kerb (FCks).....	14
Tabel 2.4	Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FCsp).....	15
Tabel 2.5	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FCsf).....	15
Tabel 2.6	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs).....	15
Tabel 2.7	Faktor Penyesuaian Lebar Efektif Jalan (FCw).....	16
Tabel 2.8	Faktor Penyesuaian Jalan Dengan Bahu (FCks).....	16
Tabel 2.9	Karakteristik Tingkat Pelayanan.....	17
Tabel 2.10	Uraian Penelitian Terdahulu.....	23
Tabel 3.1	Skenario Pengaturan Ruas Jalan Imam Bonjol Dengan Alternatif I.....	39
Tabel 3.2	Skenario Pengaturan Ruas Jalan Kapten Piere Tendean Dengan Alternatif I.....	40
Tabel 3.3	Skenario Pengaturan Ruas Jalan Pemuda Dengan Alternatif I.....	41
Tabel 3.4	Skenario Pengaturan Ruas Jalan Imam Bonjol Dengan Alternatif II.....	42
Tabel 3.5	Skenario Pengaturan Ruas Jalan Kapten Piere Tendean Dengan Alternatif II.....	42
Tabel 3.6	Skenario Pengaturan Ruas Jalan Imam Bonjol Dengan Alternatif II.....	43
Tabel 3.7	Bagan Alir Pemrosesan Data <i>Contram Release</i> 5.09.....	50
Tabel 4.1	Kodifikasi Jaringan Jalan.....	58
Tabel 4.2	Pembagian Zona Lalu Lintas.....	59
Tabel 4.3	Panjang Ruas Jalan.....	61
Tabel 4.4	Kapasitas Ruas Jalan Kondisi Eksisting.....	63
Tabel 4.5	Volume dan Kecepatan Lalu Lintas Kondisi Eksisting.....	64

Tabel 4.6	V/C Ratio Kondisi Eksisting.....	65
Tabel 4.7	Volume Lalu Lintas Per Moda.....	66
Tabel 4.8	OD Matriks Moda Mobil (Car) Kondisi Eksisting.....	67
Tabel 4.9	OD Matriks Moda Bus (Bus) Kondisi Eksisting.....	68
Tabel 4.10	OD Matriks Moda Truk (Lorry) Kondisi Eksisting.....	68
Tabel 4.11	OD Matriks Moda Keseluruhan Kondisi Eksisting.....	68
Tabel 4.12	Data Output Model Kondisi Eksisting.....	69
Tabel 4.13	Data Kinerja Jaringan Jalan dari Output Contram Kondisi Eksisting.....	70
Tabel 4.14	Validasi Model Contram.....	70
Tabel 4.15	Kodifikasi Jaringan Jalan Alternatif I.....	72
Tabel 4.16	Pembagian Zona Lalu Lintas Alternatif I.....	73
Tabel 4.17	Kapasitas Ruas Jalan Kondisi Rencana Tanpa Lajur Parkir.....	75
Tabel 4.18	OD Matriks Moda Mobil (Car) Tanpa Lajur Parkir.....	76
Tabel 4.19	OD Matriks Moda Bus (Bus) Tanpa Lajur Parkir.....	77
Tabel 4.20	OD Matriks Moda Truk (Lorry) Tanpa Lajur Parkir.....	77
Tabel 4.21	OD Matriks Moda Keseluruhan Tanpa Lajur Parkir.....	77
Tabel 4.22	Volume Lalu Lintas Kondisi Tanpa Lajur Parkir.....	78
Tabel 4.23	Data Output Model Kondisi Tanpa Lajur Parkir.....	79
Tabel 4.24	Kinerja Jaringan Jalan Output Contram Kondisi Tanpa Lajur Parkir.....	79
Tabel 4.25	Kodifikasi Jaringan Jalan Alternatif II.....	80
Tabel 4.26	Pembagian Zona Lalu Lintas Alternatif II.....	81
Tabel 4.27	Kapasitas Ruas Jalan Kondisi Rencana Dengan Lajur Parkir.....	83
Tabel 4.28	OD Matriks Moda Mobil (Car) Dengan Lajur Parkir.....	84
Tabel 4.29	OD Matriks Moda Bus (Bus) Dengan Lajur Parkir.....	85
Tabel 4.30	OD Matriks Moda Truk (Lorry) Dengan Lajur Parkir.....	85
Tabel 4.31	OD Matriks Moda Keseluruhan Dengan Lajur Parkir.....	85
Tabel 4.32	Volume Lalu Lintas Kondisi Dengan Lajur Parkir.....	86

Tabel 4.33	Data Output Model Kondisi Dengan Lajur Parkir.....	87
Tabel 4.34	Kinerja Jaringan Jalan Output Contram Kondisi Dengan Lajur Parkir.....	87
Tabel 4.35	Perbandingan V/C Ratio dan Kecepatan Kondisi Eksisting, Alternatif I, dan Alternatif II.....	88
Tabel 4.36	Perbandingan Kinerja Jaringan Jalan Kondisi Eksisting, Alternatif I, dan Alternatif II.....	88



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian.....	36
Gambar 3.2	Peta Lokasi Penelitian.....	37
Gambar 3.3	Peta Imajiner Bangkitan Tarikan Model Aplikasi <i>Contram Release</i> 5.09.....	38
Gambar 4.1	Kodifikasi Jaringan Jalan Kondisi Eksisting.....	59
Gambar 4.2	Pengaturan Lalu Lintas Eksisting.....	60
Gambar 4.3	Kodifikasi Jaringan Jalan Alternatif I.....	72
Gambar 4.4	Pengaturan Lalu Lintas Alternatif I (Tanpa Lajur Parkir).....	73
Gambar 4.5	Kodifikasi Jaringan Jalan Alternatif II.....	80
Gambar 4.6	Pengaturan Lalu Lintas Alternatif II (Dengan Lajur Parkir)..	81



## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Kapasitas Jalan Perkotaan.....	13
Rumus 3.1	Rumus Umum Uji Chi-kuadrat.....	52



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Panjang Jalan.....	97
Lampiran 2	Data Geometrik Jalan.....	98
Lampiran 3	Data Kapasitas Ruas Jalan Kondisi Eksisting.....	99
Lampiran 4	Volume Lalu Lintas Jam Sibuk Pagi.....	100
Lampiran 5	Hasil Survei Spot Speed.....	101
Lampiran 6	Waktu Sinyal APILL.....	105
Lampiran 7	Data Jumlah Penduduk Kota Semarang Tahun 2019-2020.....	106
Lampiran 8	Tabel Chi-kuadrat.....	107
Lampiran 9	Data Output <i>Contram Release 5.09</i> Kondisi Eksisting.....	108
Lampiran 10	Data Output <i>Contram Release 5.09</i> Kondisi Dua Arah Tanpa Lajur Parkir (Alternatif I).....	115
Lampiran 11	Data Output <i>Contram Release 5.09</i> Kondisi Dua Arah Dengan Lajur Parkir (Alternatif II).....	123
Lampiran 12	Data Output <i>Comest Contram Release 5.09</i> .....	131
Lampiran 13	Foto Lokasi Penelitian.....	136
Lampiran 14	Foto Zona Asal/Tujuan.....	138
Lampiran 15	Dokumentasi Penelitian.....	144



## ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN



APILL	: Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas
BBM	: Bahan Bakar Minyak
BPS	: Badan Pusat Statistik
C	: Kapasitas
CBD	: Central Bisnis Distrik
Co	: Kapasitas Dasar
DS	: Derajat Kejenuhan
FCcs	: Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota
FCks	: Faktor Penyesuaian dengan Kerb
FCsf	: Faktor Penyesuaian dengan Bahu Jalan
FCsp	: Faktor Penyesuaian Pemisah Arah
FCw	: Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas
KM	: Kilometer
LLAJ	: Lalu Lintas dan Angkutan Jalan
LOS	: <i>Level of Service</i>
M	: Meter
MKJI	: Manual Kapasitas Jalan Indonesia
MRLI	: Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas
SMP	: Satuan Mobil Penumpang
SSA	: Sistem Satu Arah
V/C Ratio	: Rasio Volume per Kapasitas
$\chi^2$	: Uji Chi-kuadrat

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota Semarang sebagai ibu kota provinsi merupakan kota utama sebagai denyut nadi perekonomian masyarakat Jawa Tengah. Menurut data BPS Kota Semarang yang dipublikasikan kepada umum pada bulan September 2020, jumlah penduduk Kota Semarang tahun 2019 adalah 1.689.655 jiwa. Jika dibandingkan dengan tahun 2018, jumlah penduduk di Kota Semarang meningkat sekitar 1,26 persen. Salah satu penyebab pertumbuhan penduduk ini dikarenakan tingkat urbanisasi yang tinggi di Kota Semarang. Banyaknya kesempatan dalam bidang ekonomi membuat orang-orang “desa” ramai-ramai menuju Kota Semarang untuk mencari penghidupan. Banyaknya penduduk menyebabkan kegiatan perekonomian menjadi masif sehingga berpengaruh pada kondisi lalu lintas. Disamping itu, banyaknya pergerakan dari luar kota yang masuk ke Kota Semarang atau hanya sekedar melintas juga mempengaruhi kondisi lalu lintas Kota Semarang.

Sebagai gambaran nyata tentang kondisi lalu lintas Kota Semarang, menurut penelitian yang dilakukan oleh Devi et. al. (2012), jumlah pergerakan harian masyarakat di salah satu jalan utama yaitu tepatnya di jalan Kaligawe (sekitar Terminal Terboyo), lalu lintas pada jam sibuk pagi mencapai 11.671 kendaraan/jam atau setara dengan 3.592 smp/jam. Kecepatan rata-rata kendaraan pada saat kondisi macet pada ruas jalan Kaligawe (arah dari Demak ke arah Semarang) untuk menempuh jarak 2.000 m adalah sekitar 616 detik atau rata-rata sekitar 10 menit, sedangkan rata-rata kecepatan kendaraan untuk menempuh jarak 2.000 m adalah sebesar 13,45 Km/Jam. Dari data tersebut, merupakan gambaran tentang tingginya arus lalu lintas dan kecepatan tempuh kendaraan yang rendah pada salah satu jalan utama menuju Kota Semarang, bisa dibayangkan berapa jumlah BBM yang diperlukan dalam sehari untuk melayani masyarakat.

Disamping itu, masih menurut Devi et. al., kemacetan lalu lintas dapat dipicu oleh adanya keberadaan fasilitas ekonomi untuk kebutuhan masyarakat, seperti fasilitas sektor transportasi, industri, dan perdagangan. Salah satu pusat kegiatan ekonomi atau Central Bisnis Distrik (CBD) di Kota Semarang yang menjadi fokus kemacetan adalah kawasan Tugu Muda Kota Semarang yang mencakup Kawasan Balai Kota, sekolah, pusat perbelanjaan, kampus, perkantoran, dan perhotelan. Kawasan ini merupakan pusat pergerakan masyarakat karena letaknya yang sangat strategis berada di tengah-tengah kota. Sehingga kawasan ini merupakan daerah tarikan dan bangkitan lalu lintas yang sangat tinggi, serta menjadi daerah lintasan pergerakan masyarakat dari kawasan pinggiran Kota Semarang.

Sejak tahun 2017, Kawasan CBD Tugu Muda Semarang diterapkan pengaturan ruas jalan Sistem Satu Arah (SSA) oleh Pemerintah Kota Semarang. Tepatnya pada ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean dan ruas jalan Pemuda. Dimana salah satu ruas jalan tersebut yaitu ruas jalan Pemuda terletak di depan Kantor Balai Kota Semarang. Sebagai ruas jalan protokol yang merupakan akses utama untuk menuju pusat pemerintahan di Kota Semarang, Pemerintah Kota Semarang sangat serius mengatur manajemen rekayasa lalu lintas di jalan tersebut. Manajemen rekayasa jalan Sistem Satu Arah (SSA) diharapkan dapat memecahkan permasalahan lalu lintas yang ada, seperti masalah kemacetan yang begitu ruwet. Tetapi konsekuensi pada pengaturan kebijakan tersebut, menyebabkan semakin panjangnya sirkulasi lalu lintas. Kemungkinan karena hal tersebut, manajemen rekayasa lalu lintas Sistem Satu Arah (SSA) bisa menyebabkan tingginya penggunaan bahan bakar. Pada ujungnya tidak dapat menyebabkan sistem transportasi yang *sustainable* atau berkelanjutan karena tingginya polusi lingkungan karena pembakaran bahan bakar dari kendaraan secara berlebihan.

Pada tahun 2022, setelah lima tahun diterapkannya manajemen rekayasa lalu lintas Sistem Satu Arah (SSA), perlu dilakukan evaluasi untuk menentukan perbandingan pelayanan lalu lintas. Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui manajemen rekayasa lalu lintas mana yang terbaik, apakah

Sistem Satu Arah (SSA) ataukah ada alternatif yang lain. Dalam kesempatan kali ini, penulis akan melakukan penelitian tentang evaluasi, dengan memunculkan alternatif pelayanan lalu lintas guna melakukan komparasi atau perbandingan unjuk kerja. Penelitian dilakukan dengan cara simulasi lalu lintas berdasarkan penggunaan aplikasi.

Terdapat beberapa jenis aplikasi simulasi lalu lintas yang selama ini digunakan untuk pemodelan lalu lintas yaitu Vissim, EMME, Transplan, Contram, dan lain-lain. Tiap-tiap aplikasi memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Menurut PTV-AG dalam Pebriyetti et. al. (2017), Vissim adalah aplikasi simulasi lalu lintas multimoda berkonsep mikroskopis, simulasi transportasi umum, dan simulasi pejalan kaki yang memiliki kemampuan animasi berbentuk 3D. Kekurangan aplikasi ini adalah animasi 3D tersebut kurang mencerminkan keadaan lalu lintas yang sebenarnya di Indonesia (pergerakan lalu lintas cenderung dinamis atau zig-zag). Aplikasi EMME menurut Idris dalam Hasrul (2017) adalah *software* grafik-interaktif perencanaan transportasi yang membutuhkan data input guna pembebanan lalu lintas berdasar waktu. Output yang didapat berupa *generalized cost* untuk tiap bangkitan tarikan, waktu tempuh, dan volume lalu lintas. Osleeb (1976) menerangkan bahwa Transplan merupakan program simulasi transportasi generasi awal yang berupa grafik-interaktif komputer yang digunakan untuk merancang dan mengevaluasi rute angkutan umum berdasarkan kriteria jumlah pemberhentian minimal dan pergerakan tercepat dengan rute paling pendek. Kekurangan Transplan adalah masih menggunakan teknologi tradisional berupa komputer Tektronix (CRT Grafis). Untuk aplikasi Contram, kelebihanannya adalah dapat menghasilkan data output berupa data V/C Ratio, kecepatan ruas, jarak tempuh dan waktu tempuh keseluruhan jaringan jalan, kecepatan rata-rata jaringan jalan, dan penggunaan bahan bakar (Hidayat, 2011). Kekurangannya belum mengakomodir gambaran visual dari simulasi lalu lintas baik itu berupa gambar ataupun video bergerak.

Penelitian terkait evaluasi ini akan menggunakan aplikasi lalu lintas dengan data output yang lengkap termasuk penggunaan bahan bakar

(mengacu *sustainable transportation*), sehingga akan didapatkan kesimpulan apakah Sistem Satu Arah (SSA) merupakan pengaturan lalu lintas yang baik atau tidak untuk diterapkan pada jaringan jalan yang diteliti tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil judul “**Evaluasi Manajemen Rekayasa Lalu Lintas dengan Aplikasi *Contram Release 5.09* (Studi Kasus CBD Kota Semarang : Jl. Imam Bonjol – Jl. Kapten Piere Tendean – Jl. Pemuda)**”.

## 1.2 Perumusan Masalah

Penerapan manajemen rekayasa lalu lintas ruas jalan Sistem Satu Arah (SSA) pada CBD Tugu Muda Semarang tepatnya di ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean dan ruas Jalan Pemuda dapat menyebabkan rute jalan yang ditempuh sangat panjang oleh pengguna lalu lintas. Hal ini menyebabkan ketidakefisienan gerakan lalu lintas. Oleh karena itu, kemungkinan menyebabkan penggunaan bahan bakar pada jaringan jalan yang diteliti menjadi tidak efisien.

Untuk memaksimalkan pelayanan lalu lintas pada CBD Tugu Muda Semarang diperlukan evaluasi terhadap sistem pengaturan lalu lintas pada kondisi eksisting saat ini. Evaluasi tersebut yaitu dengan cara meneliti beberapa alternatif pelayanan lalu lintas di luar skema pelayanan lalu lintas yang sudah ada. Sehingga dari hasil analisis penelitian ini akan diketahui :

- a. Bagaimana tingkat pelayanan lalu lintas eksisting?.
- b. Bagaimana tingkat pelayanan lalu lintas alternatif yang diusulkan?
  - 1) Alternatif 1 : Pelayanan lalu lintas dengan membuat ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean dan ruas jalan Pemuda menjadi dua arah tanpa memberikan lajur parkir di badan jalan;
  - 2) Alternatif 2 : Pelayanan lalu lintas dengan membuat ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean dan ruas jalan Pemuda menjadi dua arah, ditambah pengaturannya dengan memberikan lajur parkir di badan jalan.

### 1.3 Batasan Masalah

Dengan mempertimbangkan keterbatasan biaya, waktu dan tenaga yang ada, maka dilakukan pembatasan masalah yaitu :

#### 1.3.1 Ruang lingkup wilayah

Ruang lingkup wilayah penelitian terbatas pada jaringan jalan yang terkait dengan kebijakan ruas jalan satu arah, yaitu :

- a. Ruas jalan Imam Bonjol;
- b. Ruas jalan Kapten Piere Tendean;
- c. Ruas jalan Pemuda.

#### 1.3.2 Ruang lingkup pembahasan

Ruang lingkup pembahasan pada penelitian ini adalah :

- a. Parameter kinerja lalu lintas yang digunakan adalah  $v/c$  ratio tiap ruas jalan, kecepatan (*velocity*) tiap ruas jalan, dan kinerja jaringan jalan yang terdiri dari waktu tempuh keseluruhan, jarak tempuh keseluruhan, kecepatan rata-rata pada jaringan jalan, dan konsumsi bahan bakar menurut aplikasi Contram Release 5.09.
- b. Metodologi penelitian yang digunakan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 (MKJI 1997).
- c. Pembahasan dibatasi pada kinerja jaringan jalan pada ruang lingkup wilayah berdasarkan 3 skenario yang telah ditentukan pada rumusan masalah.
- d. Dalam melakukan pemodelan terdapat berbagai macam asumsi dimana perilaku pengguna jalan dianggap mematuhi aturan yang berlaku yaitu berjalan sesuai pada jalur yang telah disediakan.
- e. Mengingat kompleksitas analisa yang dilakukan, maka pembahasan hanya dilakukan pada jam sibuk pagi. Ditentukan data arus lalu lintas yang dikumpulkan hanya pada jam 06.30 – 07.30.
- f. Analisa yang dilakukan tidak sampai menyangkut kinerja lalu lintas dari Bundaran Tugu Muda Semarang.

#### 1.4 Keaslian Penelitian

Nunuj Nurdjanah (2013), dalam penelitiannya mencoba membuat model simulasi penghitungan biaya BBM kemacetan di wilayah Jabodetabek berdasarkan survei sampel simpang jalan, metode yang digunakan dengan menggunakan aplikasi *Contram Release 5.09*.

Marissa Ulfah (2017), dalam penelitiannya melakukan simulasi dan analisa terhadap kinerja eksisting dan alternatif pengaturan lalu lintas pada simpang dengan metode mikrosimulasi pada aplikasi Vissim.

Penelitian tentang kinerja lalu lintas telah banyak dilakukan oleh para peneliti pada sektor transportasi. Diantaranya adalah mengukur tentang kinerja ruas jalan dan persimpangan. Banyak pula metode dan alat bantu didalam menganalisis penelitiannya. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengkaji dan membandingkan kinerja jaringan jalan berdasarkan tiga skenario pelayanan lalu lintas, dimana terdapat tiga ruas jalan utama yang menjadi fokus dalam penelitian. Dalam menganalisa kinerja jaringan jalan tersebut, penulis menggunakan metode MKJI tahun 1997 dan menggunakan alat bantu pemodelan transportasi yaitu aplikasi *Contram Realease 5.09*. Pada aplikasi ini, output hasil simulasi yang didapat itu termasuk data perkiraan jumlah bahan bakar yang dipakai oleh kendaraan pada jaringan lalu lintas secara makro pada jam sibuk. Sehingga dapat diketahui perbedaan jumlah penggunaan bahan bakar secara keseluruhan pada masing-masing skenario.

#### 1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja jaringan jalan Sistem Satu Arah (SSA) pada ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean dan ruas jalan Pemuda saat ini, dengan melakukan komparasi atau perbandingan terhadap dua alternatif sistem pelayanan lalu lintas yang lain. Setelah itu dapat diketahui sistem pelayanan lalu lintas mana yang memiliki unjuk kinerja yang paling efektif dan efisien. Adapun bentuk evaluasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis pelayanan lalu lintas Sistem Satu Arah (SSA) eksisting yang diterapkan saat ini.

- b. Menganalisis Alternatif 1 : Pelayanan lalu lintas dengan membuat ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean dan ruas jalan Pemuda menjadi dua arah tanpa memberikan lajur parkir di badan jalan.
- c. Menganalisis Alternatif 2 : Pelayanan lalu lintas dengan membuat ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean dan ruas jalan Pemuda menjadi dua arah, ditambah pengaturannya dengan memberikan lajur parkir di badan jalan.
- d. Menarik kesimpulan perbandingan kinerja secara mikro (ruas jalan) dan makro (jaringan jalan) dari kondisi eksisting, Alternatif I, dan Alternatif II.

Manfaat dari penelitian ini dapat dibedakan atas dua kelompok, yakni bagi dunia akademis dan bagi Pemerintah Kota Semarang.

- a. Bagi dunia akademis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur ilmiah mengenai kajian transportasi yang ada di Kampus Unissula dan di dunia akademis Indonesia. Selain itu, diharapkan dapat menjadi salah satu kajian akademis dan aplikasi ilmu pengetahuan di bidang transportasi yang mungkin bisa dikembangkan pada penelitian lanjutan.

- b. Bagi Pemerintah Kota Semarang

Sebagai masukan untuk Pemerintah Kota Semarang yang berguna untuk perspektif alternatif dalam kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas pada jaringan lalu lintas CBD Tugu Muda Semarang.

## BAB II STUDI PUSTAKA

### 2.1 Aspek Lalu Lintas dan Simulasi

Menurut Sinulingga dalam Mayasari (2009), suatu sistem transportasi dikatakan baik, apabila memenuhi tiga kriteria yaitu waktu perjalanan cukup cepat tidak mengalami kemacetan, frekuensi pelayanan cukup, dan aman (bebas dari kemungkinan kecelakaan), kondisi pelayanan yang nyaman.

Sugiyanto (2007) menyatakan bahwa kemacetan lalu lintas muncul ketika volume lalu lintas melebihi kapasitas jalan atau simpang. Penambahan jumlah kendaraan menyebabkan tundaan, waktu perjalanan menjadi lebih lama dan mengakibatkan kenaikan biaya transportasi. Karena itu, pengurangan kemacetan lalu lintas merupakan salah satu target utama dalam menentukan kebijakan transportasi melalui manajemen lalu lintas, karena kerugian ekonomi yang disebabkan oleh kemacetan lalu lintas sangat besar.

Menurut Alamsyah (2008), manajemen lalu lintas adalah suatu proses pengaturan dan penggunaan sistem jalan raya yang sudah ada dengan tujuan untuk memenuhi suatu tujuan tertentu tanpa perlu penambahan/pembuatan infrastruktur baru.

Tjahjono (1995) menyatakan bahwa manajemen lalu lintas umumnya diterapkan untuk kota-kota yang mempunyai ciri-ciri utama terdapat kemacetan lalu lintas. Tujuan manajemen transportasi dibagi menjadi 5 golongan berdasarkan sifatnya yang mengoptimasikan jaringan fasilitas transportasi yang ada, yakni:

- a. Mempertahankan atau mempertinggi kualitas jasa pelayanan transportasi yang ada.
- b. Mempertinggi efisiensi sistem transportasi yang ada.
- c. Menekan biaya dari usaha memperbaiki kualitas dan efisiensi sistem transportasi yang ada.
- d. Meminimalkan dampak lingkungan dari adanya jasa dan fasilitas transportasi yang ada.

- e. Mempromosikan dampak sosial dan ekonomi yang positif dan mengurangi dampak yang negatif dari sistem dan fasilitas yang ada.

Drew dalam buku Ahmed (1996) menyatakan bahwa simulasi didefinisikan sebagai representasi yang dinamis dari beberapa bagian yang nyata di dunia dicapai dengan membangun sebuah permodelan pada komputer bergerak melalui waktu.

Dengan meningkatnya kompleksitas operasi sistem lalu lintas dan kemajuan teknologi komputasi, model simulasi mikroskopis banyak digunakan oleh insinyur lalu lintas dalam beberapa tahun terakhir. Simulasi mikroskopis dapat digunakan untuk mengevaluasi rencana waktu perjalanan (*travel time*) alternatif dan perubahan geometris tanpa mengganggu lalu lintas yang ada, ataupun yang menyebabkan orang berisiko di jalan. Dibandingkan dengan alat analisis lalu lintas lainnya, program simulasi mikroskopis dapat menyediakan hasil komprehensif untuk seluruh wilayah studi dan beberapa program tersebut outputnya berupa gambar visualisasi (Milam, et. al. 2000).

Mayoritas model simulasi lalu lintas telah dikembangkan secara khusus untuk evaluasi efisiensi lalu lintas dengan fokus utama pada kapasitas. Baru-baru ini, ada minat untuk menerapkan model simulasi lalu lintas pada bidang keselamatan lalu lintas (Archer, et. al. 2000).

Salah satu program simulasi mikroskopis terkait lalu lintas adalah aplikasi *Contram Release 5.09*. Menurut Nunuj Nurdjanah (2013), aplikasi *Contram Release 5.09* merupakan alat simulasi lalu lintas pada komputer yang melakukan pembebanan lalu lintas secara bervariasi menurut waktu. Hal ini dilakukan dengan cara membagi periode simulasi ke dalam interval-interval waktu tertentu dan memperkirakan arus lalu lintas yang akan terbebani pada tiap-tiap ruas jalan pada tiap-tiap interval waktu tersebut. Interval waktu tersingkat minimal selama 10 menit, dikaji terutama apabila kondisi lalu lintas pada jaringan jalan cukup kritis. Durasi waktu maksimum dari suatu periode simulasi adalah 8 jam, dan jumlah interval maksimum yang dimungkinkan adalah 13 interval.

## 2.2 Konsep Penanganan Lalu Lintas

Tahapan analisis penanganan lalu lintas ialah tahapan dimana skema yang diusulkan dikaji keefektifannya dengan parameter manajemen lalu lintas. Analisis yang dilakukan terdiri dari analisis aksesibilitas dan mobilitas jaringan jalan dan analisis mikro ruas jalan dan persimpangan serta antrian.

Berdasarkan Tamin (2000), kinerja jaringan akan dipengaruhi oleh perubahan permintaan dan persediaan di wilayah kajian. Penanganan masalah tersebut mengacu kepada aturan penilaian yang meliputi derajat kejenuhan (DS) setiap ruas jalan dan persimpangan yang kemudian akan menentukan jenis pengaturan untuk ruas jalan dan persimpangan dalam area terdampak.

Yang dimaksud dengan manajemen lalu lintas adalah kegiatan yang mengatur lalu lintas dan bagaimana arus lalu lintas tersebut dikendalikan dengan menggunakan teknik rekayasa lalu lintas untuk optimasi efisiensi dan keselamatan penggunaan prasarana yang ada (Pusdiklat Perhubungan Darat, 1991).

Dari aspek legalitas yaitu menurut Pasal 93 ayat (3) pada Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang LLAJ, manajemen dan rekayasa lalu lintas meliputi kegiatan perencanaan, pengaturan, perengkayasaan, pemberdayaan dan pengawasan yang bertujuan untuk keselamatan, keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Fokus untuk melakukan evaluasi tingkat pelayanan dan pemecahan permasalahan lalu lintas berada pada kegiatan perencanaan.

Ada beberapa tujuan dari manajemen lalu lintas yang dilakukan oleh Pemerintah maupun pengelola jalan yang lain, yaitu untuk :

- a. Menciptakan tingkat efisiensi dan pergerakan lalu lintas secara menyeluruh dan tingkat aksesibilitas yang tinggi dengan menyeimbangkan permintaan dengan prasarana penunjang yang tersedia.
- b. Menciptakan pergerakan lalu lintas yang aman, tertib, cepat, murah dan handal.

- c. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan para pengguna jalan dengan tetap menjaga dan melindungi lingkungan dimana arus lalu lintas tersebut berada.
- d. Menciptakan sistem transportasi yang efisien dan efektif baik dalam pemakaian dan pengelolaan sarana, prasarana, fasilitas dan sumber daya lainnya.

Tiga sasaran strategi dasar pada manajemen lalu lintas yaitu :

- a. Manajemen Kapasitas (*Management of Capacity*), berkaitan dengan pengaturan untuk meningkatkan kapasitas prasarana, atau metode pengaturan dari sisi penawaran.
- b. Manajemen Permintaan (*Management of Demand*), berhubungan dengan pedoman pengendalian dan pengaturan terkait permintaan lalu lintas, pada umumnya pedoman terkait permintaan perjalanan.
- c. Manajemen Prioritas (*Management of Priority*), berkaitan dengan pemberian prioritas bagi lalu lintas tertentu untuk memperoleh kinerja yang efektif dan efisien atau mencapai keselamatan.

Menurut Anwar (2011), jenis teknik/rekayasa lalu lintas yang sering dilakukan di lapangan adalah sebagai berikut :

- a. Manajemen arus lalu lintas  
Manajemen arus lalu lintas adalah pengaturan sirkulasi arus lalu lintas internal dan eksternal dari suatu kawasan lalu lintas. Salah satu contoh yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan pengaturan lalu lintas satu arah maupun dua arah.
- b. Manajemen kapasitas ruas jalan  
Yaitu meliputi pengaturan kapasitas ruas jalan agar arus lalu lintas dapat berjalan sesuai dengan tingkat pelayanan yang telah ditentukan. Langkah yang dapat diambil misalnya dengan melarang parkir kendaraan pada badan jalan sehingga dapat mempertahankan kelas dan tingkat pelayanan dari ruas jalan tersebut.
- c. Manajemen simpang  
Setiap persimpangan memiliki karakteristik yang unik, misalnya dalam bentuk fisik, tingkat arus kendaraan, gerakan belok kendaraan, serta

gerakan pejalan kaki, hal ini akan menimbulkan semakin kompleksnya masalah pengendalian persimpangan. Oleh karena itu, pada daerah persimpangan perlu diupayakan suatu pengaturan dan pengendalian yang baik dimana tujuannya adalah sebagai berikut :

- 1) Membatasi jumlah titik konflik yang mungkin terjadi sehingga mengurangi atau menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan.
- 2) Mengoptimalkan fungsi persimpangan agar kapasitas persimpangan dapat tetap terjaga sesuai dengan yang diharapkan.
- 3) Kemudahan pemahaman bagi pengguna jalan yang menggunakan persimpangan terhadap pengaturan lalu lintas yang digunakan. Dengan demikian, rambu-rambu harus jelas, pasti dan sederhana.

Pengaturan/pengendalian arus lalu lintas di persimpangan yang lazim dilakukan adalah penerapan simpang prioritas, pemasangan APILL, pengaturan dengan bundaran, dan pembangunan simpang tidak sebidang (*flyover/bypass*).

### **2.3 Rumus Dasar dan Ketentuan Kinerja Lalu Lintas**

Untuk mengetahui sejauh mana ketersediaan prasarana lalu lintas memadai atau tidak terhadap permintaan, perlu dilakukan pengukuran kinerja lalu lintas. Untuk melakukan pengukuran kinerja ruas jalan dan persimpangan, diperlukan suatu standar yang merupakan hasil studi dan sebagai acuan dalam menilai kinerja lalu lintas. Standar umum yang dapat dipergunakan dalam mengukur kinerja lalu lintas di Indonesia adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum pada tahun 1997. MKJI dapat digunakan untuk menganalisis operasional fasilitas lalu lintas dan dapat digunakan untuk perencanaan lalu lintas. Karena jalan merupakan prasarana lalu lintas yang digunakan oleh lalu lintas yang bercampur yaitu kendaraan yang berbeda ukuran dan dimensinya, maka digunakan standar ukuran yaitu satuan mobil penumpang (smp). Satuan mobil penumpang (smp) yang digunakan untuk menganalisis ruas jalan perkotaan adalah pada tabel 2.1.

## Satuan Mobil Penumpang (smp) di Ruas Jalan

**Tabel 2.1** Satuan Mobil Penumpang (smp)

Tipe Kendaraan	( smp )
Kendaraan ringan	1.00
Kendaraan berat	1.30
Sepeda motor	0.30
Tidak bermotor	0.28

Sumber : MKJI, 1997

### Rumus Dasar Ruas Jalan Perkotaan

Kinerja ruas jalan perkotaan dapat diketahui jika suatu ruas jalan dibebani oleh lalu lintas. Pada penelitian ini, tingkat kinerja ruas jalan dihitung berdasarkan V/C Ratio (rasio volume per kapasitas) dan kecepatan operasional ruas jalan. Untuk mencari V/C Ratio jalan maka ditentukan lebih dahulu melalui pengukuran kapasitas ruas yang tersedia dan menghitung arus lalu lintas yang melewati ruas. Untuk nilai kecepatan lalu lintas rata-rata pada ruas jalan didapat dari perhitungan survei langsung di lapangan. Selain kinerja ruas jalan, untuk mengukur tingkat pelayanan lalu lintas diperlukan pengukuran kinerja jaringan jalan. Jaringan jalan merupakan gabungan dari beberapa ruas jalan. Adapun analisisnya mencakup jarak tempuh jaringan, waktu tempuh jaringan, kecepatan rata-rata jaringan, total penggunaan bahan bakar, dan variabel lalu lintas lainnya.

Data-data lalu lintas yang diukur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Kapasitas ruas jalan

Kapasitas jalan adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melintasi suatu penampang ruas jalan pada satuan waktu tertentu. Kapasitas jalan perkotaan (*urban road*) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (MKJI, 1997) :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \times FC_{ks} \quad \dots\dots 2.1$$

Keterangan :

- C = Kapasitas jalan (smp/jam)  
 Co = Kapasitas dasar untuk kondisi ideal (smp/jam)  
 FCw = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas  
 FCsp = Faktor penyesuaian pemisahan arah  
 FCsf = Faktor penyesuaian dengan bahu jalan  
 FCcs = Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota  
 FCks = Faktor penyesuaian dengan kerb dan bahu

Besarnya faktor penyesuaian kapasitas jalan menurut jenisnya dapat dilihat pada tabel 2.3 sampai dengan tabel 2.8 berikut.

**Tabel 2.2** Kapasitas Dasar (Co)

No.	Tipe Jalan	Kapasitas Dasar	Catatan
1	Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	1.650	Per lajur
2	Empat lajur tidak terbagi	1.500	Per lajur
3	Dua lajur tidak terbagi	2.900	Total dua arah

Sumber : MKJI, 1997

**Tabel 2.3** Faktor Penyesuaian Jalan Dengan Kerb ( FCks )

Tipe Jalan	Faktor Penyesuaian Jalan Dengan Kerb ( FCks )				
	0	0.5	1	1.5	>2
	2/2	0,85	0,89	0,93	0,96
4/2	0,96	0,99	1,01	1,04	1,06
1-3/1	0,94	0,98	0,94	0,98	1,02

Sumber : MKJI, 1997

**Tabel 2.4** Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FCsp)

Pemisah Arah		50-50	60-40	70-30	60-20	90-10	100-0
SP %							
FCsp	2/2	1,00	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70
	4/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85

Sumber : MKJI, 1997

Untuk jalan terbagi dan jalan satu-arah, faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisahan arah tidak dapat diterapkan dan nilai 1,0.

**Tabel 2.5** Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FCsf)

Klarifikasi Friksi	Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( FCsf )
Sangat Rendah (VL)	1,00
Rendah (L)	1,00
Sedang (M)	0,97
Tinggi (H)	0,90
Sangat Tinggi (VH)	0,86

Sumber : MKJI, 1997

**Tabel 2.6** Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( FCcs)

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( FCcs)
Kurang 0,1	0,88
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
Lebih 3,0	1,04

Sumber : MKJI, 1997

**Tabel 2.7** Faktor Penyesuaian Lebar Efektif Jalan (FCw)

Tipe Jalan	Lebar Jalan Efektif	FCw	Keterangan
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	3	0,92	Per lajur
	3,25	0,96	
	3,5	1,00	
	3,75	1,04	
	4	1,08	
Empat lajur tidak Terbagi	3	0,91	Per lajur
	3,25	0,95	
	3,5	1,00	
	3,75	1,05	
	4	1,09	
Dua lajur tidak terbagi	5	0,58	Kedua arah
	6	0,87	
	7	1,00	
	8	1,14	
	9	1,25	
	10	1,29	
	11	1,34	

Sumber : MKJI, 1997

**Tabel 2.8** Faktor Penyesuaian Jalan Dengan Bahu ( FCks )

Tipe Jalan	Faktor Penyesuaian Jalan Dengan Bahu ( FCks )				
	0	0.5	1	1.5	>2
2/2	0,85	0,89	0,93	0,96	1,00
4/2	0,96	0,99	1,01	1,04	1,06
1-3/1	0,94	0,98	0,94	0,98	1,02

Sumber : MKJI, 1997

b. Tingkat Pelayanan

Pengukuran kinerja lalu lintas yang digunakan merujuk pada pedoman “Menuju Tertib Lalu Lintas” yang direpresentasikan dengan tingkat pelayanan, sebuah ukuran kuantitatif berdasarkan perbandingan volume lalu lintas per kapasitas jalan. Tingkat pelayanan lalu lintas dapat dibedakan pada tabel 2.9.

**Tabel 2.9** Karakteristik Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan	Karakteristik- karakteristik	Batas lingkup Volume (V) / Kapasitas (C)
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan	0,00 – 0,20
B	Arus lalu lintas stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0,20 – 0,44
C	Arus lalu lintas stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,45 – 0,74
D	Arus lalu lintas mendekati tidak stabil, kecepatan masih dapat ditolerir	0,75 – 0,84
E	Volume lalu lintas mendekati pada kapasitas. Arus lalu lintas tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti	0,85 – 1,00
F	Arus lalu lintas yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas. Antrian panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar	> 1,00

Sumber : Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang Tertib - Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1997.

## 2.4 Aplikasi *Contram Release 5.09*

Dalam penyusunan thesis ini menggunakan program aplikasi *Contram Release 5.09* yang gunanya untuk membantu dalam analisis kinerja jaringan jalan guna mempercepat proses analisis.

Menurut Hidayat (2011), aplikasi *Contram Release 5.09* merupakan jenis aplikasi komputer yang digunakan untuk perencanaan transportasi komprehensif yang mempunyai kemampuan pemodelan peramalan pembebanan perjalanan yang mengkaji pembebanan lalu lintas berdasarkan informasi-informasi yang diberikan terkait dengan *supply* yaitu jaringan jalan dan demand yaitu permintaan lalu lintas. *Contram* menggunakan suatu proses iterasi, dimana dengan beberapa iterasi dicapai pola arus lalu lintas yang seimbang yaitu sejumlah kendaraan per satuan waktu yang dibebankan pada jaringan jalan dengan rute yang sama pada iterasi yang berurutan.

Dalam Modul Aplikasi Transportasi *Contram Release 5.09*, Trinanda (2011) menyebutkan bahwa *Contram* memerlukan data masukan mengenai kondisi lalu lintas eksisting yang ada. Data input yang dibutuhkan pada aplikasi *Contram Release 5.09* antara lain:

- a. Data jaringan jalan.
- b. Data permintaan lalu lintas.
- c. Data pengaturan atau manajemen lalu lintas.
- d. Data iterasi, ekuivalensi kendaraan, dan lain-lain.

Prinsip kerja aplikasi *Contram Release 5.09* pada dasarnya hampir sama dengan aplikasi pembebanan lalu lintas lainnya, dimana prinsip batasan minimum (*shortest path*) juga digunakan, yaitu para pengemudi diasumsikan telah mengenal kondisi lalu lintas yang ada, sehingga mereka akan memilih rute dengan perjalanan minimum. Berdasarkan pertimbangan terhadap lintasan minimum tersebut, selanjutnya perjalanan kendaraan (bangkitan lalu lintas) dari tempat asal ke tempat tujuan (tarikan lalu lintas) dibebankan pada masing-masing ruas jalan yang membangun lintasan minimum tersebut.

Metode pembebanan lalu lintas yang digunakan dalam aplikasi *Contram Release 5.09* adalah “*All or Nothing Capacity Restraint*”, dimana pembebanan dilakukan adalah secara paket demi paket ke dalam lintasan

minimum, kemudian akan menghasilkan suatu pola lalu lintas tertentu pada jaringan yang digunakan untuk iterasi berikutnya ketika masing – masing paket kembali dibebankan ke dalam lintasan minimum yang baru. Hasilnya adalah data bangkitan dan tarikan antar zona lalu lintas menjadi sesuai nilainya. Pengertian dari bangkitan tarikan lalu lintas menurut Tamin (2000) adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona/tata guna lahan dan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu zona lalu lintas/tata guna lahan. Secara garis besar, bangkitan tarikan lalu lintas terdiri dari lalu lintas yang meninggalkan suatu lokasi dan lalu lintas yang menuju atau tiba ke suatu lokasi.

Data yang dihasilkan dari simulasi pembebanan lalu lintas pada *Contram Release 5.09* mencakup antara lain :

- a. Arus lalu lintas pada jaringan jalan.
- b. Hambatan (*delay*) dan antrian (*queues*) pada masing – masing ruas jalan.
- c. Kecepatan rata – rata pada tiap ruas jalan.
- d. Konsumsi bahan bakar.

## 2.5 Validasi Model Simulasi Lalu Lintas

Simulasi lalu lintas pada aplikasi *Contram Release 5.09* merupakan model perencanaan transportasi yang berupa model matematis. Model matematis pada perencanaan transportasi merupakan model yang menggunakan persamaan atau fungsi matematika sebagai media dalam usaha mencerminkan realita (Tamin, 2000). Model yang baik adalah model yang mempunyai data yang sama atau yang hampir sama dengan data realita. Untuk itu diperlukan suatu proses kalibrasi data model terhadap data realita yaitu dengan menggunakan uji Chi-kuadrat ( $\chi^2$ ).

Menurut Sudaryono (2012), uji Chi-kuadrat ( $\chi^2$ ) merupakan suatu teknik statistik yang memungkinkan untuk memperoleh nilai probabilitas guna memperoleh perbedaan antara hasil pengamatan atau observasi dengan hasil yang diharapkan dalam kategori-kategori tertentu. Uji Chi-kuadrat ( $\chi^2$ ) mempunyai berbagai macam kegunaan, misalnya untuk menguji proporsi, signifikansi korelasi, hipotesis, dan normalitas data. Dalam konteks penelitian ini, hasil pengamatan diganti dengan variabel data model

sedangkan hasil yang diharapkan dalam kategori tertentu diganti dengan data survei langsung dari lapangan. Uji Chi-kuadrat ( $\chi^2$ ) yang digunakan adalah untuk menguji kecocokan/kesesuaian (*goodness of fit*) antara data model dengan data survei, dengan kegunaan sebagai uji normalitas data. Uji normalitas data inilah yang disebut dengan proses validasi data model. Proses validasi data model adalah dengan mencocokkan nilai Chi-kuadrat hitung dengan nilai Chi-kuadrat tabel berdasarkan derajat kebebasan dan taraf signifikansi tertentu.

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Terdapat banyak penelitian sebelumnya yang dilakukan untuk mengukur kinerja lalu lintas. Secara umum penelitian-penelitian tersebut masih bersifat parsial, yaitu penelitian yang hanya mengukur kinerja ruas jalan saja atau penelitian yang hanya mengukur kinerja untuk simpang saja. Tetapi banyak juga penelitian tentang transportasi yang telah meneliti tentang kinerja jaringan jalan. Penelitian-penelitian tersebut juga menggunakan berbagai metode dan aplikasi yang berbeda pula. Beberapa penelitian-penelitian tersebut antara lain:

Ragab et. al. (2019) mengukur tingkat pelayanan simpang beserta tundaannya berdasarkan dua perlakuan berbeda, yaitu skenario pertama peningkatan lebar kaki simpang beserta optimalisasi waktu sinyal lalu lintas dan skenario kedua peningkatan lebar kaki simpang dengan waktu sinyal lalu lintas eksisting. Penelitian ini menyimpulkan bahwa skenario pertama mampu memberikan tingkat kinerja yang lebih baik dari pada skenario kedua.

Lin et. al. (2013) melakukan penelitian tentang analisis kinerja jaringan jalan dengan bantuan aplikasi Vissim. Penelitian ini dikhususkan untuk mencari solusi terbaik terhadap kajian empat alternatif tentang manajemen lalu lintas pada CBD Kota Beijing - China berdasarkan parameter waktu perjalanan (*travel time*), kecepatan (*travel speed*), panjang antrian (*queue length*), dan tundaan lalu lintas (*delay*).

Priya et. al. (2013) telah melakukan evaluasi terhadap manajemen lalu lintas kawasan secara model simulasi mikroskopis dengan menggunakan

teknik lalu lintas secara komprehensif yaitu penutupan U-turn, kanalisasi persimpangan, pemasangan *traffic light* pada simpang, penutupan penyeberangan sebidang, dan pengaturan ulang sirkulasi dalam terminal. Hasil simulasi pada upaya manajemen lalu lintas secara komprehensif ini dibandingkan dengan tingkat kinerja pada manajemen lalu lintas eksisting, didapatkan kesimpulan hasil yang lebih baik yaitu pengurangan waktu perjalanan (*travel time*), kecepatan (*travel speed*), panjang antrian (*queue length*), dan tundaan lalu lintas (*delay*).

Dewi et. al. (2019) telah melakukan analisa terkait dengan kinerja jalan satu arah di Kecamatan Semarang Tengah Kota Semarang. Penelitian tersebut adalah untuk menganalisa kesesuaian fungsi dan status jalan, derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan, dan kinerja jaringan jalan pada kondisi sebelum dan sesudah diberlakukannya Sistem Satu Arah (SSA). Parameter-parameter yang digunakan adalah peraturan yang berlaku, ketentuan teknis yang mengatur dan penggunaan aplikasi EMME2 versi 9.5. Hasil penelitian berupa kesimpulan bahwa penerapan Sistem Satu Arah (SSA) masih menunjukkan kinerja yang belum optimal.

Aryawan (2018) meneliti tentang tingkat pelayanan jalan dengan adanya operasional salah satu pusat perbelanjaan di Kota Surabaya. Penelitian ini menghitung tingkat pelayanan jalan yang mempunyai tipe jalan empat lajur terbagi, berdasarkan dua faktor yaitu kecepatan perjalanan dan V/C ratio yang menunjukkan kepadatan lalu lintas yang dimuat dalam MKJI tahun 1997. Dengan kesimpulan bahwa terjadi penurunan tingkat pelayanan jalan pada jam sibuk (kriterianya pengunjung paling ramai) menjadi kategori "C" untuk jalur yang satu dan jalur yang lainnya menjadi kategori "D".

Santosa et. al. (2013) melakukan analisis tentang manajemen dan rekayasa lalu lintas pada salah satu jalan arteri primer yang berada di Kota Surabaya, yaitu Jalan A. Yani, akibat adanya rencana pembangunan *frontage road*. Analisis yang dilakukan meliputi kinerja ruas jalan dan weaving simpang dengan membandingkan dua simulasi antara separator dibuka dan ditutup, pada tahun eksisting (2013) dan tahun rencana (2020). Hasilnya adalah untuk kinerja ruas jalan, pembangunan *frontage road* dapat

mengurangi tingkat kemacetan pada tahun eksisting maupun pada tahun rencana. Untuk analisis *weaving* simpang, pengaturan yang paling efektif adalah membuka separator disertai dengan merekayasa simpang bersinyal, dengan hasil pengukuran dari semula  $DS = 1,1$  menjadi  $DS = 0,63$ .

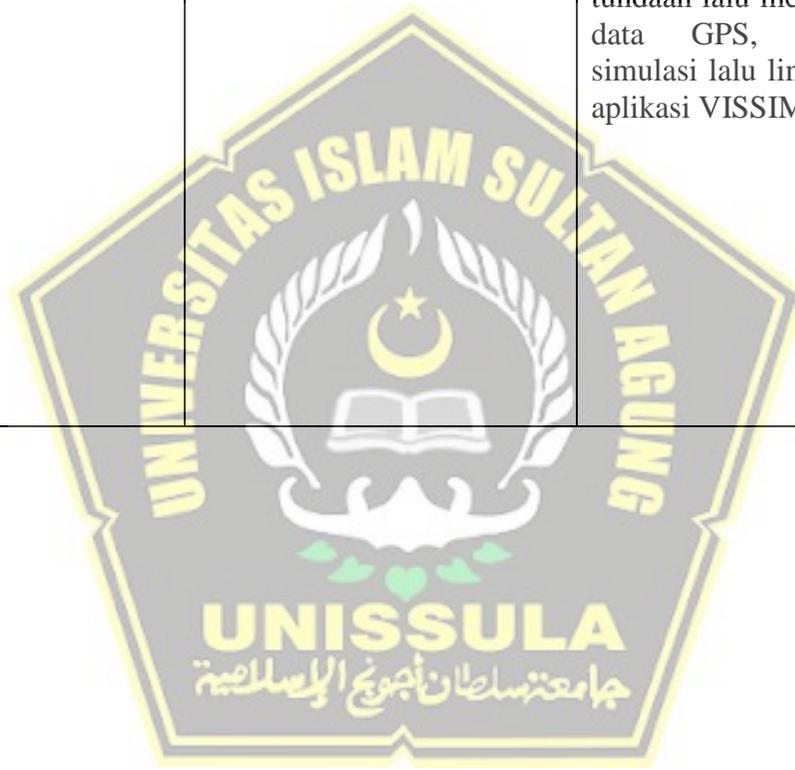
Suhartono (2015) menganalisa tentang empat alternatif manajemen lalu lintas untuk meningkatkan kinerja jaringan jalan yang dapat mengurangi kemacetan pada simpang tiga. Empat alternatif itu adalah membuat *flyover* dua tingkat dari masing-masing pendekat mayor menuju pendekat minor, membuat *flyover* menerus pada pendekat mayor sehingga tidak mengganggu lalu lintas dari atau ke pendekat minor, pembuatan lajur khusus untuk putar balik, dan menutup simpang dengan membuat median jalan pada pendekat mayor (mengalihkan arus kendaraan menuju U-Turn terdekat). Analisa data menggunakan aplikasi *TrafficPlan* dengan delapan indikator yaitu volume lalu lintas, kecepatan, waktu perjalanan, tundaan, rasio kemacetan, derajat kejenuhan, penggunaan bahan bakar, dan emisi lingkungan. Alternatif terbaik adalah membuat *flyover* dua tingkat dari pendekat mayor menuju pendekat minor.

Ningsih (2010) menganalisa kinerja jaringan jalan di Kota Semarang dengan bantuan aplikasi Sistem Informasi Geografi. Metode yang digunakan adalah mengukur tingkat pelayanan semua ruas jalan (*level of service*) di Kota Semarang berdasarkan perhitungan V/C Ratio pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), lalu menampilkan data tersebut pada aplikasi. Sehingga data terkait ruas jalan yang memiliki tingkat kinerja jalan yang terbaik dan terburuk dapat diketahui dengan mudah. Dari hasil analisa, terdapat lima ruas jalan di Kota Semarang yang mempunyai nilai V/C Ratio diatas 0,7 yaitu ruas jalan Kaligawe, jalan Siliwangi, jalan A. Yani, jalan Walisongo, dan jalan MT Haryono.

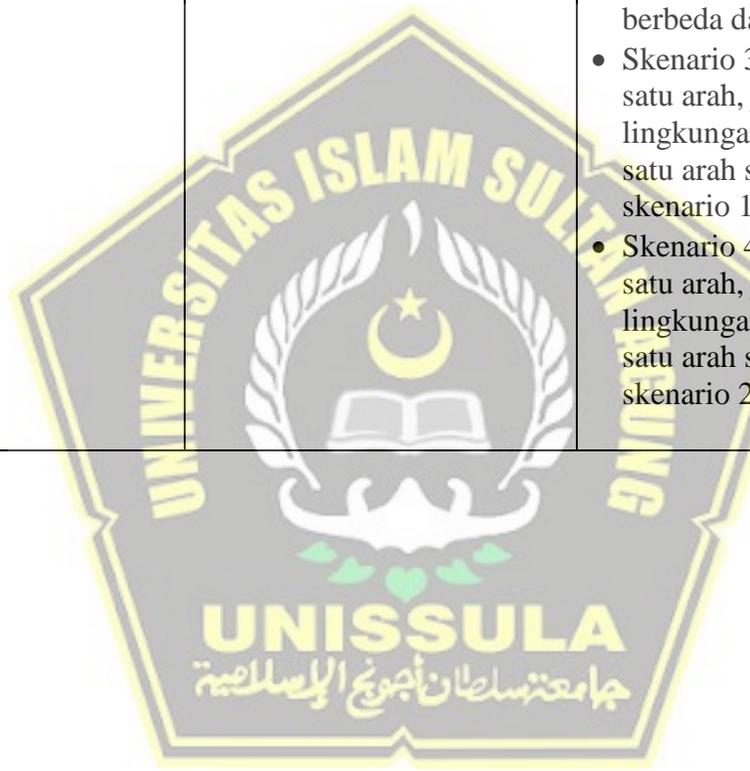
Untuk lebih jelasnya terkait dengan penelitian terdahulu yang menjadi dasar dan rujukan dari penelitian ini, maka akan diuraikan ke dalam tabel 2.10.

**Tabel 2.10** Uraian Penelitian Terdahulu

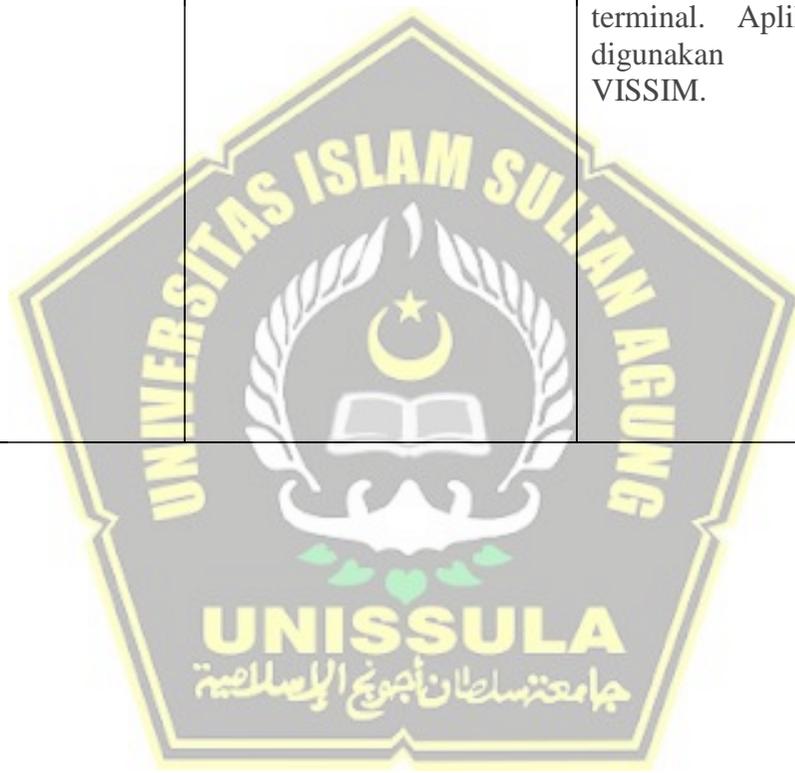
NO.	NAMA PENELITI	JUDUL (TAHUN PEMBUATAN)	METODOLOGI	HASIL	KESIMPULAN
1.	Mohamed Ragab dan Islam Abo El-Naga	<i>Measures To Improve Traffic Operations At Signalized Intersections In Urban Areas (2019).</i>	Mengukur kinerja dua lokasi simpang tiga yang berada di Kota Mansoura Mesir, dengan 3 skenario yaitu skenario 1 : kondisi eksisting, skenario 2 : optimalisasi sinyal APILL, dan skenario 3 : pelebaran jalan. Metode yang digunakan adalah mengukur kecepatan dan tundaan lalu menggunakan data GPS, sedangkan simulasi lalu lintas dengan aplikasi VISSIM.	<p>1. Simpang pertama :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skenario 1 : tundaan lalu lintas 38,9 det/kend dan tingkat pelayanan D.</li> <li>• Skenario 2 : tundaan lalu lintas 31,4 det/kend dan tingkat pelayanan C.</li> <li>• Skenario 3 : tundaan lalu lintas 34,1 det/kend dan tingkat pelayanan C.</li> </ul> <p>2. Simpang kedua :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skenario 1 : tundaan lalu lintas 42,3 det/kend dan tingkat pelayanan D.</li> <li>• Skenario 2 : tundaan lalu lintas 33,2 det/kend dan tingkat pelayanan C.</li> <li>• Skenario 3 : tundaan lalu lintas 34,3 det/kend dan tingkat pelayanan C.</li> </ul>	Skenario 2 dan 3 dapat menurunkan nilai tundaan lalu lintas, sehingga tingkat pelayanan jalan menjadi lebih baik dibandingkan skenario 1.



2.	Dong Lin, Xiaokuan Yang, dan Chao Gao.	<i>VISSIM-based Simulation Analysis on Road Network of CBD in Beijing, China (2013).</i>	<p>Mengukur kinerja jaringan jalan dalam CBD yang terdiri dari jalan utama dan jalan lingkungan, simulasi menggunakan aplikasi VISSIM, dengan menggunakan 4 skenario, yaitu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skenario 1 : Jalan utama dua arah, jalan lingkungan dalam CBD satu arah.</li> <li>• Skenario 2 : Jalan utama dua arah, jalan lingkungan dalam CBD satu arah. (arahnya berbeda dari skenario 1).</li> <li>• Skenario 3 : Jalan utama satu arah, jalan lingkungan dalam CBD satu arah seperti skenario 1.</li> <li>• Skenario 4 : Jalan utama satu arah, jalan lingkungan dalam CBD satu arah seperti skenario 2.</li> </ul>	<p>Hasil penelitian :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skenario 1 : waktu perjalanan 165 detik, kecepatan 20 km/jam, panjang antrian 497 meter, dan tundaan 150 detik.</li> <li>2. Skenario 2 : waktu perjalanan 143 detik, kecepatan 23 km/jam, panjang antrian 403 meter, dan tundaan 143 detik.</li> <li>3. Skenario 3 : waktu perjalanan 97 detik, kecepatan 26 km/jam, panjang antrian 18 meter, dan tundaan 116 detik.</li> <li>4. Skenario 4 : waktu perjalanan 141 detik, kecepatan 21 km/jam, panjang antrian 27 m, dan tundaan 130 detik.</li> </ol>	<p>Manajemen lalu lintas dengan penerapan jalan satu arah pada jalan utama dan jalan lingkungan dalam CBD memberikan hasil yang lebih baik dari pada penerapan manajemen lalu lintas dua arah pada jalan utama tetapi jalan lingkungan dalam CBD dibuat satu arah.</p>
----	--	--	---	---	--



3.	Harsha Priya K, K.V.R. Ravi Shankar, C.S.R.K. Prasaa, dan T.S. Reddy.	<i>Evaluation of Area Traffic Management Measures using Microscopic Simulation Model (2013).</i>	Evaluasi manajemen lalu lintas eksisting pada kawasan Terminal Bus (bus depot) Mehdipatnam India, yang dibandingkan dengan skenario manajemen lalu lintas yang diusulkan peneliti yaitu teknik lalu lintas komprehensif yang terdiri dari penutupan U-turn, kanalisasi persimpangan, pemasangan <i>traffic light</i> , penutupan penyeberangan sebidang, dan pengaturan ulang sirkulasi dalam terminal. Aplikasi yang digunakan adalah VISSIM.	Hasil usulan skenario manajemen lalu lintas peneliti dibandingkan eksisting : waktu perjalanan berkurang 17%, tundaan lalu lintas berkurang 40%, panjang antrian berkurang 20% dan kecepatan bertambah 10%.	Usulan manajemen lalu lintas komprehensif peneliti memberikan tingkat pelayanan jalan yang lebih baik dari pada kondisi eksisting sehingga dapat memberikan dampak yang baik yaitu bisa meningkatkan frekuensi layanan bus pada terminal.
----	---	--	--	---	---



4.	Astri Purnama Dewi, Syafrudin, dan Bambang Riyanto	<i>Analisis Kinerja Jalan Satu Arah di Kecamatan Semarang Tengah, Kota Semarang (2019).</i>	Metode yang digunakan ada dua jenis yaitu metode analisis deskriptif dan metode analisis kuantitatif. Untuk metode analisis deskriptif digunakan untuk menganalisa fungsi dan status jalan pada ruas jalan keseluruhan berdasarkan peraturan atau ketentuan tentang status dan fungsi jalan. Untuk metode analisis kuantitatif digunakan untuk menganalisis derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan jalan kondisi sebelum dan sesudah diberlakukan sistem satu arah serta menganalisis kinerja sistem jaringan jalan kondisi sebelum dan sesudah diberlakukan sistem satu arah.	<p>Hasil penelitian:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hasil dari analisis pada ruas jalan Imam Bonjol Selatan tidak sesuai dengan persyaratan fungsi jalan karena lebar badan jalan hanya 10 meter sedangkan dalam persyaratan untuk fungsi jalan arteri sekunder lebar badan paling sedikit 11 meter. Maka dari itu diperlukan pelebaran jalan selebar 1 meter agar sesuai dengan persyaratan fungsi jalan arteri sekunder.</li> <li>2. Hasil analisis derajat kejenuhan yaitu jalan KP Tendean dan jalan Pandanaran nilai <math>DS &gt; 75</math>, dan tingkat pelayanan masing-masing D dan E.</li> <li>3. Hasil analisis kinerja jaringan jalan adalah dengan diberlakukannya sistem satu arah pada ruas Jalan Gajahmada, Jalan</li> </ol>	Pemberlakuan Sistem Satu Arah berdasarkan analisis fungsi dan status jalan, analisis derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan jalan, dan analisis kinerja jaringan jalan masih belum yang optimal.
----	--	---	---	---	---



				<p>MH. Thamrin, Jalan Pemuda, Jalan Imam Bonjol Selatan, Jalan Kapten Piere Tendean, Jalan Indraprasta, dan Jalan Pandanaran menghemat ketertundaan hingga 22,03 kendaraan/jam dan menghemat perjalanan mencapai 9.831,54 kendaraan/km tetapi pada ruas Jalan Imam Bonjol Selatan dan Jalan Kapten Piere Tendean serta Jalan Pandanaran seksi 1 dan Jalan Pandanaran seksi 3 yang berhubungan langsung dengan pemberlakuan sistem satu arah, masih mengalami pemborosan ketertundaan dan perjalanan karena kecepatan perjalanan menjadi menurun dan kapasitas jalan belum mampu menampung beban lalu lintas.</p>	
--	--	--	--	--	--



5.	Alfian Haris Aryawan dan Sardjito	<i>Analisa Tingkat Pelayanan Jalan Raya Kalirungkut dengan Adanya Kegiatan Pusat Perbelanjaan Transmart Rungkut, Kota Surabaya (2018).</i>	Analisa tingkat pelayanan jalan di Jalan Raya Kalirungkut Kota Surabaya karena beroperasinya Pusat Perbelanjaan baru di lokasi jalan tersebut. Metode yang digunakan adalah menggunakan analisa MKJI 1997 karena ada penambahan arus lalu lintas yang disebabkan adanya tarikan bangkitan dari pusat perbelanjaan tersebut.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan tingkat pelayanan jalan menjadi “D” yang berarti bahwa arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan, dan V/C ratio masih dapat ditolerir.	Terjadi penurunan tingkat pelayanan jalan terutama jam 18.00 – 19.00 dikarenakan pengunjung banyak yang meninggalkan pusat perbelanjaan.
----	---	--	---	---	--



6.	Rudy Santosa, Wahyu Herijanto, dan Hera Widyastuti.	<i>Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Persimpangan Sepanjang Jl. A. Yani Sisi Barat Akibat Pembangunan Frontage Road (2013).</i>	Analisa terkait dengan kinerja jalan dan <i>weaving</i> simpang dikarenakan adanya penambahan kapasitas jalan yaitu pembangunan <i>frontage road</i> di sisi kanan – kiri jalan eksisting. Metode yang digunakan adalah analisa dari MKJI 1997. Kinerja yang diukur adalah kinerja eksisting tahun (2013), kinerja <i>frontage road</i> awal beroperasi (2013) dan kinerja <i>frontage road</i> setelah tujuh tahun beroperasi (2020).	<p>Hasil penelitian yang didapat adalah :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kinerja jalan utama pada tahun eksisting 2013 menunjukkan nilai <math>V/C = 1,22</math> pada sisi selatan dan <math>V/C = 1,3</math> pada sisi selatan.</li> <li>2. Kinerja pada saat <i>frontage road</i> beroperasi (2013) : <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Jalan utama <math>V/C = 0,52</math>(selatan) dan <math>V/C = 0,467</math> (utara).</li> <li>b. <i>Frontage road</i> <math>V/C = 0,469</math> (selatan) dan <math>V/C = 0,467</math> (utara).</li> </ol> </li> <li>3. Kinerja setelah tujuh tahun <i>frontage road</i> beroperasi (2020) : <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Jalan utama <math>V/C = 0,823</math> (selatan) dan <math>V/C = 0,739</math> (utara).</li> <li>b. <i>Frontage road</i> <math>V/C = 0,743</math> (selatan) dan <math>V/C = 0,739</math> (utara).</li> </ol> </li> </ol>	Pembangunan <i>frontage road</i> yang disertai rekayasa simpang dengan pembukaan separator dan pengaturan APILL dapat meningkatkan kinerja jalan.
----	---	--	--	--	---



				<p>4. Pembukaan separator dan ditambah pengaturan APILL merupakan rekayasa paling efektif pada <i>weaving</i> simpang yaitu dapat menurunkan <math>DS = 1,1</math> menjadi <math>DS = 0,63</math>.</p>	
--	--	--	--	--	--



7.	Suhartono, Christine Tjokrorahardjo, dan Rudy Setiawan.	<i>Simulasi Manajemen Lalu Lintas Untuk Meningkatkan Kinerja Jaringan Jalan Raya Jemursari dan Jalan Margorejo Indah (2015).</i>	Penelitian tentang alternatif terbaik dalam pengaturan simpang. Terdapat 4 alternatif yang diusulkan peneliti yaitu pembangunan <i>flyover</i> dua tingkat, pembangunan <i>flyover</i> satu tingkat, pembuatan lajur khusus untuk putar balik, dan menutup simpang – pembuatan U-Turn. Metode yang digunakan adalah MKJI dan aplikasi <i>TrafikPlan</i> .	Data hasil penelitian terhadap data kondisi eksisting adalah : 1. Pembangunan <i>flyover</i> dua tingkat : jumlah arus lalu lintas (-8,5%), waktu tempuh (-42,9%), kecepatan tempuh (+7,5%), tundaan (-72,6%), antrian (-44,6%), DS (-16,2%), bbm (-39,5%), dan emisi (-56%). 2. Pembangunan <i>flyover</i> satu tingkat : jumlah arus lalu lintas (-15,3%), waktu tempuh (+5,4%), kecepatan tempuh (+10,7%), tundaan (-4,7%), antrian (-17,2%), DS (-17,7%), bbm (-13,3%), dan emisi (-21,4%). 3. Pembuatan lajur khusus putar balik : jumlah arus lalu lintas (-3,0%), waktu tempuh (+34,4%), kecepatan tempuh	Dapat disimpulkan bahwa alternatif pembangunan <i>flyover</i> dua tingkat dan pembuatan lajur khusus putar balik merupakan pilihan terbaik.
----	---	--	---	---	---



				<p>(+7,6%), tundaan (-52,7%), antrian (-15,9%), DS (-11,4%), bbm (-22,4%), dan emisi (-40,5%).</p> <p>4. Menutup simpang – pembuatan U-turn : jumlah arus lalu lintas (+34,1%), waktu tempuh (+32,5%), kecepatan tempuh (-7,6%), tundaan (-60,6%), antrian (-42,1%), DS (-0,5%), bbm (-9,7%), dan emisi (-32,1%).</p>	
--	--	--	--	---	--



8.	Dewi Handayani Untari Ningsih	<i>Analisa Optimasi Jaringan Jalan Berdasar Kepadatan Lalu Lintas di Wilayah Semarang dengan Berbantuan Sistem Informasi Geografi (Studi Kasus Wilayah Dati II Semarang (2010).</i>	Metode yang digunakan adalah menggunakan Sistem Informasi Geografi untuk menampilkan gambaran tingkat pelayanan jalan ( <i>level of service</i> ) berdasarkan perhitungan V/C Ratio menurut MKJI 1997 untuk semua ruas jalan pada jaringan jalan perkotaan di Kota Semarang.	Hasil analisa memperlihatkan secara jelas melalui aplikasi Sistem Informasi Geografi mengenai tingkat pelayanan jalan ( <i>level of service</i> ) di Kota Semarang. Tingkat pelayanan jalan yang mempunyai V/C Ratio diatas 0,7 adalah ruas jalan Kaligawe, jalan Siliwangi, jalan A. Yani, jalan Walisongo, dan jalan MT Haryono.	Data-data terkait dengan tingkat pelayanan jalan ( <i>level of service</i> ) di Kota Semarang dapat digambarkan secara jelas. Sehingga ruas jalan dengan kinerja terburuk dapat diketahui secara mudah.
----	----------------------------------	---	--	--	---

Sumber : Hasil Analisis, 2022



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Kerangka Penelitian

Menurut Sukmadinata (2013), suatu penelitian ilmiah dibuat berdasarkan fokus pemikiran dari peneliti. Maksudnya adalah penelitian ilmiah merupakan buah karya peneliti berdasarkan kemampuan berpikir secara komprehensif dan sistematis. Berpikir komprehensif artinya berpikir secara menyeluruh, holistik, *gestalt*, mengetahui lingkup bidang keahliannya (penelitiannya) dan masalah-masalah yang ada di dalamnya. Sedangkan berpikir sistematis artinya dalam pemahaman yang menyeluruh tadi, peneliti mampu mengelompokkan, mengurutkan secara sistematis, tidak simpang siur dan tidak tumpang tindih. Sehingga di dalam penelitian ilmiah, diperlukan suatu kerangka penelitian, agar hasil penelitian dapat dipahami oleh orang lain dengan jelas.

Dalam penyusunan kerangka penelitian, perlu diperhatikan tujuan dari penelitian yaitu untuk menjawab rumusan masalah yang telah dibuat. Metode-metode yang digunakan akan sangat membantu dalam menyelesaikan penelitian. Karena metode penelitian berhubungan erat dengan instrumen yang akan digunakan, data yang diperoleh serta desain penelitian yang digunakan.

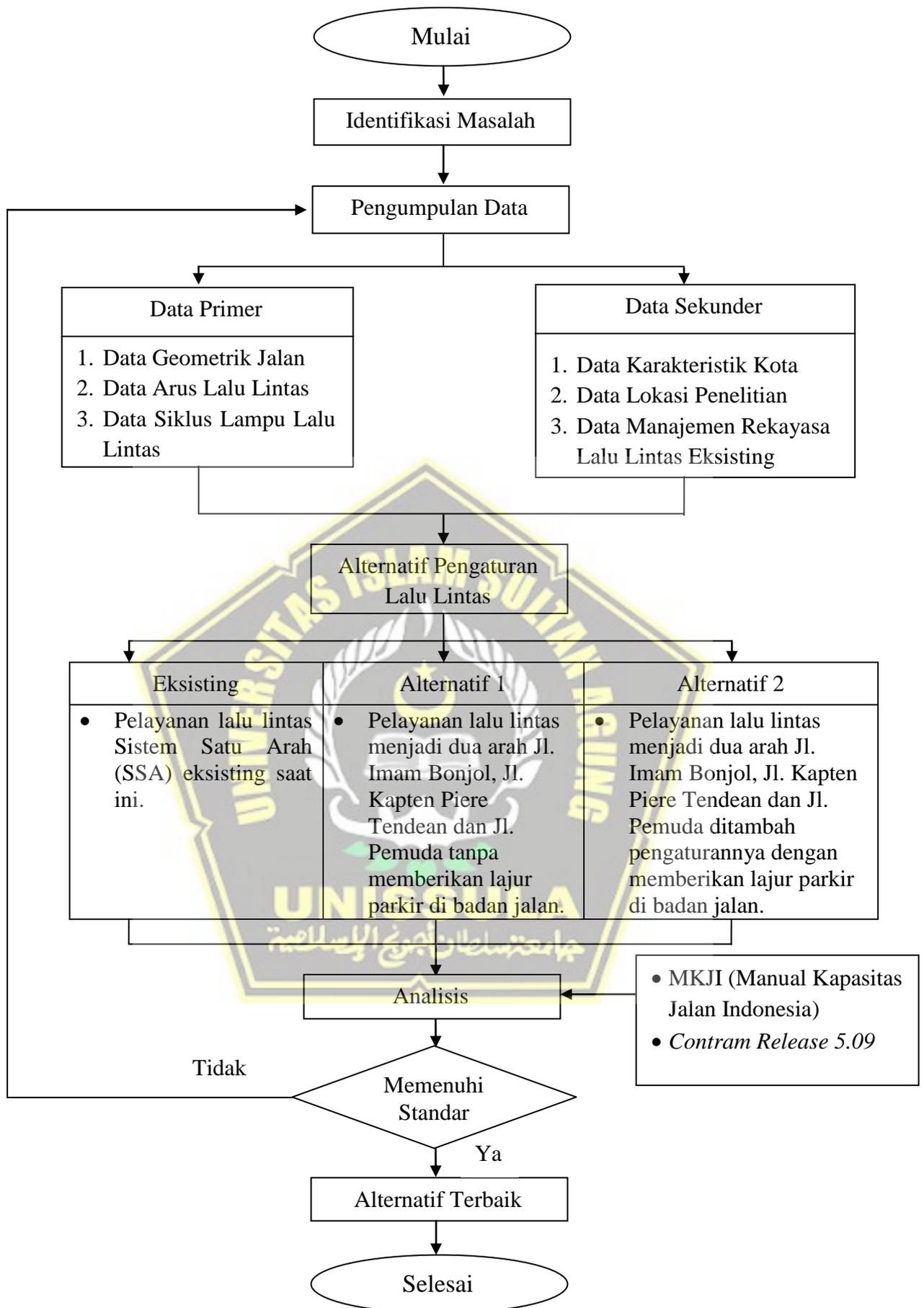
Inti dalam penelitian yang dikerjakan merupakan proses pengukuran kinerja suatu jaringan jalan yang menjadi fokus penelitian, sehingga instrumen yang digunakan adalah tentang standar pengukuran kinerja jalan yang berlaku di Indonesia, yaitu Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Tahun 1997. Dimana standar ini merupakan produk resmi dari institusi negara yaitu Kementerian Pekerjaan Umum. Adapun instrumen lain yang digunakan dalam penelitian adalah aplikasi *Contram Release 5.09* yaitu aplikasi simulasi lalu lintas buatan luar negeri, yang penggunaannya dapat disesuaikan dengan standar dalam MKJI 1997. Karena instrumen utama dan instrumen pendukung yang digunakan selaras, maka kedua

instrumen tersebut dapat saling mendukung demi mencapai hasil penelitian yang diinginkan.

Suatu instrumen penelitian dapat bekerja jika terdapat data masukan. Data masukan tersebut adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan hasil observasi di lapangan sedangkan data sekunder merupakan data yang telah ada sebelumnya, biasanya dari instansi-instansi terkait dan literatur yang relevan. Kemudian kedua data tersebut diproses secara ilmiah. Adapun alur proses ilmiah terkait dengan penelitian ilmiah dari awal sampai dengan mendapatkan kesimpulan sering disebut desain penelitian. Pada proses ilmiah tersebut, dilakukan suatu analisis yang dapat diterima secara ilmiah sehingga hasil penelitian yang diperoleh dapat diterima dan direpresentasikan secara ilmiah pula.

Suatu desain penelitian ilmiah dibuat berdasarkan sistematika proses ilmiah secara berurutan dalam bentuk bagan alir. Agar proses penelitian dapat dimengerti dan dipahami secara akurat sesuai dengan kerangka pemikiran dari peneliti, maka desain penelitian dituangkan dalam bentuk bagan alir. Bagan alir penelitian dibuat sesuai gambar 3.1.

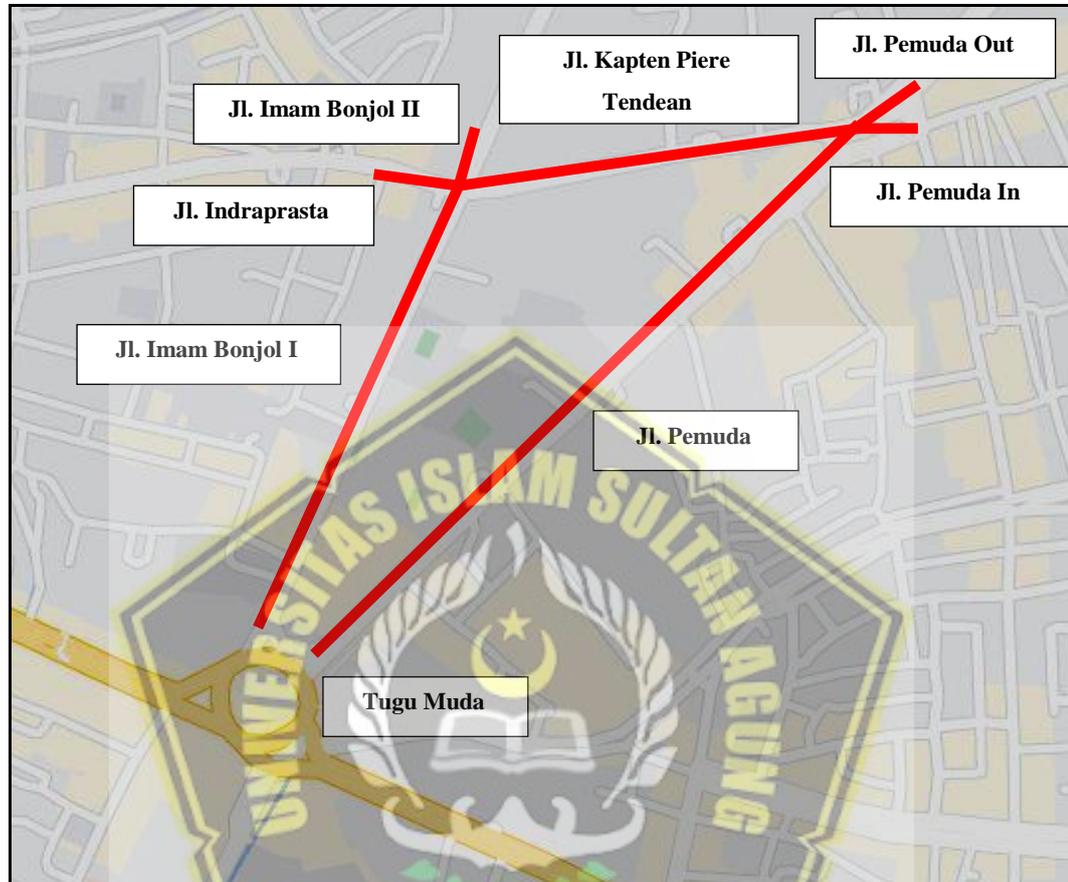




Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

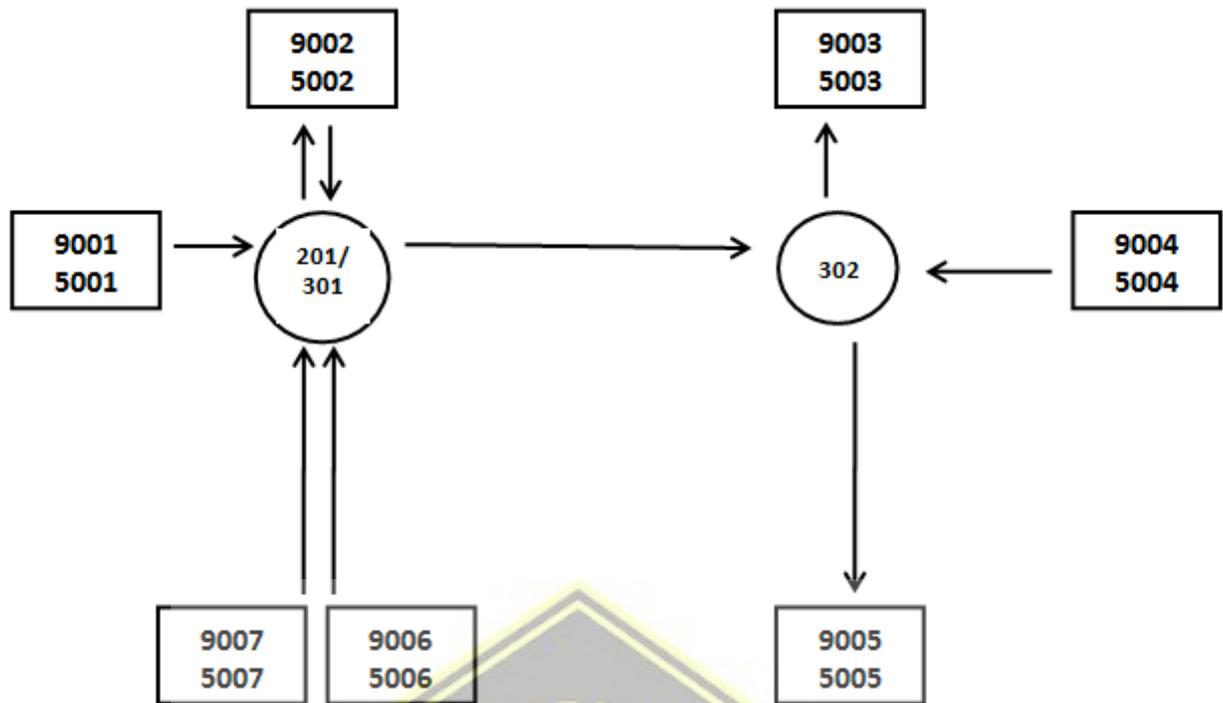
### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan kawasan lalu lintas di sekitar CBD Tugu Muda Semarang yang terdiri dari ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean, dan ruas jalan Pemuda serta ruas-ruas jalan di sekitarnya. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian

Untuk menyederhanakan proses simulasi pada aplikasi *Contram Release 5.09*, dalam penelitian ini dibuat suatu peta imajiner yang berbasis bangkitan tarikan perjalanan (*origin destination*) tentang kondisi pengaturan arus lalu lintas pada CBD Tugu Muda Semarang. Peta imajiner pada aplikasi *Contram Release 5.09* digambarkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Peta Imajiner Bangkitan Tarikan Model Aplikasi  
*Contram Release 5.09*

**Keterangan :**

- 5001/9001** : Bangkitan Tarikan Zona 1 (Jl. Indraprasta)
- 5002/9002** : Bangkitan Tarikan Zona 2 (Jl. Imam Bonjol II)
- 5003/9003** : Bangkitan Tarikan Zona 3 (Jl. Pemuda Out)
- 5004/9004** : Bangkitan Tarikan Zona 4 (Jl. Pemuda In)
- 5005/9005** : Bangkitan Tarikan Zona 5 (Jl. Pemuda)
- 5006/9006** : Bangkitan Tarikan Zona 6 (Jl. Imam Bonjol I arah Jl. K.P Tendean)
- 5007/9007** : Bangkitan Tarikan Zona 7 (Jl. Imam Bonjol I arah Jl Imam Bonjol II)

Dari gambar 3.3 dapat dijelaskan bahwa gambar bentuk persegi panjang dengan tulisan angka 9001/5001 merupakan zona bangkitan tarikan lalu lintas. Sebagai contoh, kode 5001 adalah bangkitan dari zona 1 sedangkan kode 9001 merupakan tarikan ke zona 1. Gambar lingkaran adalah simpul (*node*) yang diartikan sebagai suatu simpang jalan. Untuk kode 201 atau 302 merupakan kode pengaturan simpang. Misalnya 201 merupakan simpang berpengaturan APILL nomor urut 1, sedangkan 301 merupakan simpang prioritas nomor urut 1. Dikarenakan simpang pada jalan Imam Bonjol (kode 201/301) merupakan simpang kombinasi APILL dan belok kanan/belok kiri langsung (prioritas) maka kodifikasi simpang dibuat menyesuaikan dengan kondisi tersebut.

### 3.3 Alternatif Pelayanan Lalu Lintas yang Diusulkan

Untuk mengetahui seberapa efektif dan efisien pelayanan lalu lintas yang diterapkan pada Kawasan CBD Tugu Muda Semarang saat ini, diperlukan nilai pembandingan dari skema alternatif pelayanan lalu lintas. Skema alternatif pengaturan lalu lintas melalui manajemen dan rekayasa lalu lintas perlu dilakukan sesuai dengan proses perencanaan dan simulasi lalu lintas yang baik. Walaupun hasil dari proses perencanaan dan simulasi lalu lintas tersebut hanya bersifat perkiraan, setidaknya akan diketahui tingkat pelayanan lalu lintas alternatif yang mendekati nilai yang valid. Karena penelitian didasarkan pada kaidah-kaidah penelitian dan ilmu pengetahuan.

Pada alternatif pertama, penelitian ini mengusulkan penerapan pengaturan lalu lintas pada jaringan jalan di Kawasan CBD Tugu Muda Semarang dari satu arah menjadi dua arah tanpa memberikan lajur parkir pada badan jalan. Selanjutnya pada alternatif kedua merupakan pengaturan lanjutan dari alternatif pertama, yaitu pengaturan dua arah pada jaringan jalan ditambah pengaturan dengan memberikan lajur parkir pada badan jalan di ruas jalan Imam Bonjol I, ruas jalan Kapten Piere Tendean, dan ruas jalan Pemuda. Berikut ini merupakan skenario dari alternatif pengaturan lalu lintas yang diusulkan tersebut:

#### 3.3.1. Alternatif Pelayanan Lalu Lintas Pertama

##### a. Jalan Imam Bonjol

**Tabel 3.1** Skenario Pengaturan Ruas Jalan Imam Bonjol Dengan Alternatif I

Pelayanan Lalu Lintas Eksisting	Alternatif yang Diusulkan
	

<p>Pada kondisi eksisting, ruas jalan Imam Bonjol yang membentang dari Wisma Perdamaian sampai dengan perempatan ruas jalan Kapten Piere Tendeau diatur menggunakan Sistem Satu Arah (SSA).</p>	<p>Dilakukan pengaturan dari satu arah menjadi dua arah pada ruas jalan Imam Bonjol dengan proporsi ruang lalu lintas yang seimbang antara dua arah tersebut, tanpa median jalan dan tanpa lajur parkir.</p>
---	--

b. Jalan Kapten Piere Tendeau

**Tabel 3.2** Skenario Pengaturan Ruas Jalan Kapten Piere Tendeau Dengan Alternatif I

Pelayanan Lalu Lintas Eksisting	Alternatif yang Diusulkan
	
<p>Pada kondisi eksisting, ruas jalan Kapten Piere Tendeau yang terletak antara jalan Indraprasta sampai dengan jalan Pemuda diatur menggunakan Sistem Satu Arah (SSA).</p>	<p>Dilakukan pengaturan dari satu arah menjadi dua arah pada ruas jalan Kapten Piere Tendeau dengan proporsi ruang lalu lintas yang seimbang antara dua arah tersebut, tanpa median jalan dan tanpa lajur parkir.</p>

c. Jalan Pemuda

**Tabel 3.3** Skenario Pengaturan Ruas Jalan Pemuda Dengan Alternatif I

Pelayanan Lalu Lintas Eksisting	Alternatif yang Diusulkan
	
<p>Pada kondisi eksisting, ruas jalan Pemuda yang terletak antara jalan Bundaran Tugu Muda sampai dengan persimpangan Mall Paragon diatur menggunakan Sistem Satu Arah (SSA).</p>	<p>Dilakukan pengaturan dari satu arah menjadi dua arah pada ruas jalan Pemuda dengan proporsi ruang lalu lintas yang seimbang antara dua arah tersebut tanpa median.</p>

3.3.2. Alternatif Pelayanan Lalu Lintas Kedua

Untuk alternatif kedua, pelayanan lalu lintas pada ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean dan ruas jalan Pemuda diatur persis menggunakan skema pelayanan pada alternatif pelayanan lalu lintas pertama. Yang membedakan adalah terdapat pengaturan lanjutan untuk memberikan lajur parkir di ruas jalan Imam Bonjol I, ruas jalan Kapten Piere Tendean, dan ruas jalan Pemuda. Hal dikarenakan untuk mengakomodir kebiasaan masyarakat yang selalu memarkirkan kendaraannya di badan jalan. Berikut ini merupakan skenario dari alternatif sirkulasi lalu lintas kedua :

a. Jalan Imam Bonjol

**Tabel 3.4** Skenario Pengaturan Ruas Jalan Imam Bonjol Dengan Alternatif II

Pelayanan Lalu Lintas Eksisting	Alternatif yang Diusulkan
	
<p>Pada kondisi eksisting, ruas jalan Imam Bonjol yang membentang dari Wisma Perdamaian sampai dengan perempatan ruas jalan Kapten Piere Tendeau diatur menggunakan Sistem Satu Arah (SSA).</p>	<p>Dilakukan pengaturan dari satu arah menjadi dua arah pada ruas jalan Imam Bonjol dengan proporsi ruang lalu lintas yang seimbang antara dua arah tersebut dan tanpa median jalan ditambah dengan lajur parkir di kanan kiri badan jalan.</p>

b. Jalan Kapten Piere Tendeau

**Tabel 3.5** Skenario Pengaturan Ruas Jalan Kapten Piere Tendeau Dengan Alternatif II

Pelayanan Lalu Lintas Eksisting	Alternatif yang Diusulkan
	

<p>Pada kondisi eksisting, ruas jalan Kapten Piere Tendean yang terletak antara jalan Indraprasta sampai dengan jalan Pemuda diatur menggunakan Sistem Satu Arah (SSA).</p>	<p>Dilakukan pengaturan dari satu arah menjadi dua arah pada ruas jalan Kapten Piere Tendean dengan proporsi ruang lalu lintas yang seimbang antara dua arah tersebut dan tanpa median jalan ditambah dengan lajur parkir di kanan kiri badan jalan.</p>
---	--

c. Jalan Pemuda

**Tabel 3.6** Skenario Pengaturan Ruas Jalan Pemuda Dengan Alternatif II

Pelayanan Lalu Lintas Eksisting	Alternatif yang Diusulkan
	
<p>Pada kondisi eksisting, ruas jalan Pemuda yang terletak antara jalan Bundaran Tugu Muda sampai dengan persimpangan Mall Paragon diatur menggunakan Sistem Satu Arah (SSA).</p>	<p>Dilakukan pengaturan dari satu arah menjadi dua arah pada ruas jalan Pemuda dengan proporsi ruang lalu lintas yang seimbang antara dua arah tersebut tanpa median ditambah dengan lajur parkir di kanan kiri badan jalan.</p>

**3.4 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder.

3.4.1. Data primer

Data primer merupakan data yang didapat dari analisis hasil survei pengamatan dan penghitungan langsung di lapangan. Data ini berupa jumlah kendaraan per satuan waktu, kecepatan kendaraan pada suatu

titik pada ruas jalan dan panjang dan lebar jalan untuk menentukan kapasitas ruas jalan. Survei yang dilakukan diantaranya adalah :

a. Survei Inventarisasi Jalan

Survei inventarisasi jalan merupakan kegiatan pengumpulan data kondisi sarana, prasarana serta lingkungan sekitar jalan sehingga dapat diketahui tentang keadaan sebenarnya di lapangan. Target data yang ingin dicapai adalah panjang dan lebar jalan, jumlah dan jenis rambu, kondisi tata guna lahan, dan prasarana jalan yang lain.

1) Peralatan Survei

Survei inventarisasi jalan dilakukan dengan cara mendata dan mengukur, sehingga diperlukan alat bantu atau alat survei. Adapun macam - macam peralatan survei yang digunakan adalah :

- *Walking Measure;*
- Penggaris;
- *Clip board;*
- Formulir survei
- Alat tulis.

2) Tata Cara Survei

Survei dilakukan dengan cara mengukur lebar jalan, panjang jalan, lebar trotoar, dan lebar fasilitas sanitasi. Disamping itu juga mencatat semua perlengkapan jalan seperti rambu, APILL, sarana penyeberangan, sarana parkir, marka, median, dan kondisi tata guna lahan disekitar jalan.

b. Survei Pencacahan Lalu Lintas Terklasifikasi

Survei pencacahan lalu lintas terklasifikasi dilaksanakan pada ruas jalan yang bertujuan untuk mengetahui jumlah kendaraan yang melalui satu titik yang tetap pada jalan dalam satuan waktu tertentu. Volume lalu lintas biasanya dihitung dalam kendaraan per hari atau kendaraan per jam. Survei ini dilakukan pada titik-titik yang telah ditetapkan sehingga dapat mencakup seluruh lalu lintas kendaraan yang ingin dihitung. Target data yang ingin didapatkan adalah

jumlah kendaraan setiap jam secara terklasifikasi dan kondisi volume lalu lintas pada jam sibuk.

#### 1) Peralatan Survei

Survei pencacahan lalu lintas terklasifikasi dilakukan dengan cara menghitung setiap jenis kendaraan/moda yang melewati titik tertentu pada suatu ruas jalan atau persimpangan. Sehingga dibutuhkan peralatan yang dapat mendukung dalam penghitungan jumlah setiap jenis kendaraan tersebut. Adapun peralatan survei yang digunakan adalah :

- Alat pencacah (*traffic counter*);
- Alat tulis;
- *Clip board*;
- Formulir survei;
- Alat penghitung waktu / *stopwatch*.

#### 2) Tata Cara Survei

Survei dilakukan dengan cara menempati titik yang tetap di tepi jalan, dengan tujuan untuk mendapatkan pandangan yang jelas. Teknik survei dengan mencatat setiap kendaraan yang melintasi titik yang telah ditetapkan pada formulir sesuai dengan klasifikasinya dan mempergunakan alat (*counter*). Pencatatan data umumnya dilakukan secara terpisah untuk masing-masing arah lalu lintas, dan kemudian menjumlahkannya pada tahap analisis guna memperoleh volume total 2 arah. Jumlah kendaraan dihitung berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan, yaitu menggunakan interval tiap 15 menit dalam 1 jam sibuk. Satu jam sibuk yang telah ditetapkan dalam pembatasan masalah adalah jam sibuk pagi.

#### c. Survei Kecepatan

Survei kecepatan lalu lintas yang digunakan dalam penelitian adalah survei kecepatan titik atau *spot speed*. Survei ini dilakukan

untuk mengetahui kecepatan kendaraan sesaat pada waktu kendaraan melintasi suatu titik konsisten yang telah ditetapkan pada ruas jalan. Survei ini dilaksanakan pada ruas jalan dimana disesuaikan dengan lokasi survei pencacahan lalu lintas terklasifikasi. Target data yang ingin diperoleh adalah kecepatan kendaraan rata-rata pada ruas jalan yang disurvei.

#### 1) Peralatan Survei

Peralatan yang digunakan dalam survei kecepatan dengan teknik spot speed adalah menggunakan peralatan sebagai berikut :

- *Speed Gun*;
- Alat tulis;
- *Clip board*;
- Formulir survei;
- Alat penghitung waktu / *Stop Watch*.

#### 2) Tata Cara Survei

Survei dilakukan dengan cara menempati titik yang sama seperti pelaksanaan survei pencacahan lalu lintas terklasifikasi. Teknik survei dengan cara menembakkan *speed gun* kearah kendaraan yang melintas dengan sudut kemiringan terhadap garis tepi jalan sebesar 40 derajat. Karena keterbatasan sumber daya, maka survei dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 50 kendaraan per titik atau ruas jalan yang disurvei.

#### 3.4.2. Data Sekunder

Data sekunder didapat dari instansi yang terkait, yaitu : Dinas Perhubungan Kota Semarang dan BPS Kota Semarang. Data sekunder lainnya adalah literatur dan sumber lain yang berkaitan dengan penelitian. Adapun data sekunder yang akan diperlukan adalah sebagai berikut :

- a. Data karakteristik kota.
- b. Data lokasi penelitian.

- c. Data manajemen dan rekayasa lalu lintas eksisting pada lokasi penelitian.

### **3.5 Simulasi Model Lalu Lintas dengan Aplikasi *Contram Release 5.09***

#### 3.5.1. Proses analisis pada aplikasi *Contram Release 5.09* terdiri atas:

- a. Persiapan pekerjaan awal program aplikasi *Contram*:

Pembuatan peta dasar jaringan jalan dan peta tata guna lahan.

Penyiapan peta dasar jaringan jalan berdasarkan peta tata guna lahan pada wilayah studi adalah persiapan utama yang harus dilakukan, kemudian menentukan batas/wilayah studi yaitu cakupan daerah-daerah yang akan diteliti. Selanjutnya menetapkan ruas jalan utama yang terdapat pada daerah studi dan menentukan zona-zona lalu lintas beserta pusat zonanya (*centroid zone*). Tahap berikutnya adalah melakukan identifikasi secara detail terhadap sistem pengendalian persimpangan yang digunakan pada setiap ruas jalan di dalam daerah studi. Hal tersebut dapat berupa persimpangan yang tidak diatur, diatur secara prioritas, diatur dengan bundaran, dan diatur dengan APILL.

- b. Pemberian nomor pada jaringan (*Network Coding*)

Persiapan selanjutnya adalah menetapkan nomor simpul/persimpangan (*node*) dan ruas jalan (*link*) yang terdapat pada jaringan jalan yang diteliti. Beberapa ketentuan umum dalam proses pemberian nomor jaringan sebagai berikut:

- 1) Zona asal atau zona bangkitan diberi nomor awal "5"  
Contoh: 5001, 5002, 5003 dan seterusnya.
- 2) Zona tujuan atau zona tarikan diberi nomor awal "9"  
Contoh: 9001, 9002, 9003 dan seterusnya.

Sehingga satu buah zona harus diidentifikasi dengan dua buah nomor, misalnya zona 1 yaitu 5001 dan 9001.

- c. Tata cara penomoran simpul/ persimpangan

Penomoran simpul pada jaringan menggunakan tiga digit angka untuk mengidentifikasi masing-masing simpul. Ketentuan penomoran dimulai dari simpang paling atas (arah Utara) dan

didasarkan atas perputaran searah jarum jam dan nomor urut persimpangan berdasarkan atas kedekatan persimpangan. Untuk menghindari kekacauan dan kebingungan dalam penomoran simpul tersebut, maka diikuti prosedur sebagai berikut :

- 1) Lampu penyeberangan pejalan kaki diberi nomor awal “0”, misalnya: 001, 002, 003, 017, 020 dan seterusnya;
- 2) Persimpangan berlampu lalu lintas diberi nomor awal “2”, misalnya: 201, 202, 203, 217, 220 dan seterusnya;
- 3) Persimpangan prioritas diberi nomor awal “3”, misalnya: 321, 332, 333 dan seterusnya;
- 4) Persimpangan dengan bundaran lalu lintas diberi nomor awal “4”, misalnya: 412, 432, 433 dan seterusnya;
- 5) Persimpangan yang tidak dikendalikan diberi nomor awal “5”, misalnya 501, 502, 519 dan seterusnya.

3.5.2. Data-data yang diperlukan sebagai data input untuk proses pada aplikasi Contram adalah:

- a. Jaringan jalan dan penomoran simpul atau simpang.
- b. Jarak antar simpul dan pusat zona.
- c. Sirkulasi lalu lintas dan tipe tiap persimpangan /simpul lalu lintas.
- d. Posisi pusat zona lalu lintas pada jaringan.

Nilai indeks konsumsi bahan bakar maupun *saturation flow* merupakan nilai default dari aplikasi Contram.

Data-data ini dimasukkan pada file non dokumen diperangkat lunak Wordstar Release 7 dan diberi nama “\*. Net”.

3.5.3. Data Permintaan Contram

Yaitu data permintaan perjalanan masing-masing zona yang telah diperoleh pada tahap analisis bangkitan perjalanan dengan pemilihan moda antara lain mobil pribadi (*car*), angkutan umum (*bus*), dan angkutan barang (*lorry*). Langkah selanjutnya adalah penyebaran perjalanan ke tiap zona yang didasarkan dari nilai bangkitan dan tarikan perjalanan yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya yaitu analisis distribusi perjalanan. Nilai penyebaran perjalanan itu

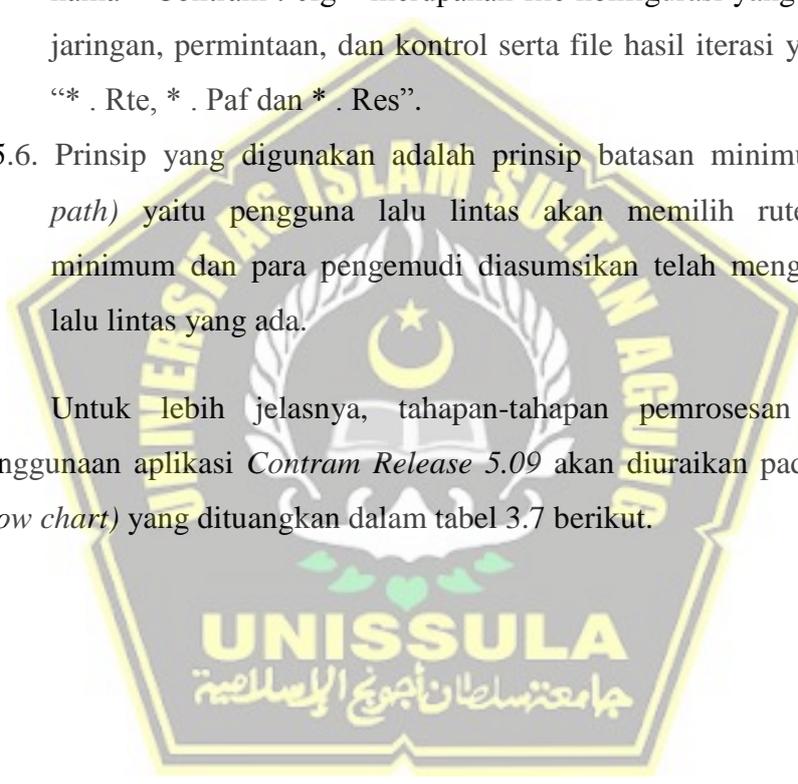
kemudian dijadikan data permintaan Contram yang disimpan dalam file non dokumen di folder aplikasi Contram Release 5.09 dan diberi nama dengan format “\*.Dem”

3.5.4 Data selanjutnya adalah data kontrol yang mencakup proses iterasi, proses pencetakan hasil keluaran Contram dan jaringan jalan untuk rute tetap (*fixed route*) yang telah direncanakan. Data ini disimpan dalam file non dokumen di folder aplikasi Contram Release 5.09 dan diberi nama dengan format “\*.Con”.

3.5.5. Untuk proses keluaran diperlukan file tersendiri yang disimpan dalam file non dokumen di folder aplikasi Contram Release 5.09 dan diberi nama “ Contram . cfg “ merupakan file konfigurasi yang meliputi file jaringan, permintaan, dan kontrol serta file hasil iterasi yang meliputi “\* . Rte, \* . Paf dan \* . Res”.

3.5.6. Prinsip yang digunakan adalah prinsip batasan minimum (*shortest path*) yaitu pengguna lalu lintas akan memilih rute perjalanan minimum dan para pengemudi diasumsikan telah mengenal kondisi lalu lintas yang ada.

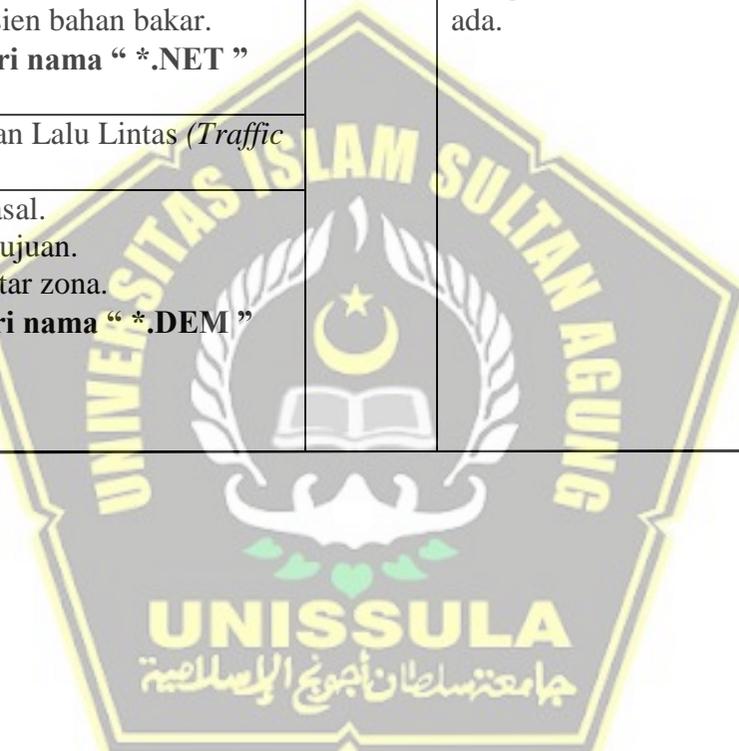
Untuk lebih jelasnya, tahapan-tahapan pemrosesan data pada penggunaan aplikasi *Contram Release 5.09* akan diuraikan pada bagan alir (*flow chart*) yang dituangkan dalam tabel 3.7 berikut.



## PROSES DATA DALAM CONTRAM RELEASE 5.09

**Tabel 3.7** Bagan Alir Pemrosesan Data *Contram Release 5.09*

DATA INPUT	PROSES CONTRAM	DATA OUTPUT
<p>1. Data Jaringan Jalan (<i>Road Network</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Data Umum (satuan waktu, interval analisis).</li> <li>b. Data zona.</li> <li>c. Data simpang (jenis pengaturan lalu lintas, kapasitas, kecepatan/waktu, panjang link).</li> <li>d. Perbandingan nilai satuan mobil penumpang/smp (<i>car, bus, dan lorry</i>).</li> <li>e. Nilai koefisien bahan bakar.</li> </ul> <p><b>Data ini diberi nama “ *.NET ”</b></p>	<p><b>Running aplikasi</b></p> <p>Prinsip yang digunakan dalam <i>Contram Release 5.09</i> adalah prinsip batasan minimum (<i>shortest path</i>) yaitu pengguna lalu lintas akan memilih rute dengan perjalanan minimum dan para pengemudi diasumsikan telah mengenal kondisi lalu lintas yang ada.</p>	<p>1. Output Kinerja Jaringan Jalan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Total panjang perjalanan (kend-km).</li> <li>b. Total waktu perjalanan (kend-jam).</li> <li>c. Total delay (detik).</li> <li>d. Kecepatan rata-rata (kend/km).</li> <li>e. Konsumsi bahan bakar.</li> </ul>
<p>2. Data Permintaan Lalu Lintas (<i>Traffic Demand</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Data zona asal.</li> <li>b. Data zona tujuan.</li> <li>c. <i>Demand</i> antar zona.</li> </ul> <p><b>Data ini diberi nama “ *.DEM ”</b></p>		<p>2. Output Kinerja Ruas Jalan (<i>Link</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. V/C ratio.</li> <li>b. Kecepatan ruas jalan.</li> <li>c. Tundaan pada ruas jalan.</li> <li>d. Antrian pada ruas jalan.</li> </ul>



3. Data Kontrol ( <i>Control</i> )				<b>Data output diberi nama “ *.RES ”</b>
a. Iterasi. b. Data persimpangan traffic light ( <i>cycle time, green time, phase plan</i> ). c. Rute angkutan umum ( <i>fixed route</i> ). <b>Data ini diberi nama “ *.CON ”</b>				

Sumber : Pusdiklat Perhubungan Darat, 2011 (diolah).



### 3.6 Validasi Data

Setelah dilakukan simulasi lalu lintas dengan bantuan aplikasi *Contram Release 5.09*, maka didapat data model yang terdiri dari data volume ruas jalan, kecepatan, waktu tempuh, dan konsumsi BBM. Langkah selanjutnya adalah memvalidasi antara data model dengan data hasil observasi (data survei), yaitu dengan membandingkan dan menilai kesesuaian variabel inti dari simulasi lalu lintas berupa data arus per ruas jalan. Hasil model dapat diterima dan digunakan apabila tingkat validasinya maksimal 20% terhadap hasil survei (Ofyar Z. Tamin, 2000) dan apabila tingkat validasinya lebih dari 20% maka dibutuhkan kembali perbaikan terhadap model yang telah dibuat.

Sebelum melakukan validasi, perlu diuji secara statistik antara hasil model dengan hasil survei dengan uji statistik Chi-kuadrat ( $\chi^2$ ). Uji statistik ini merupakan uji kecocokan/kesesuaian (*goodness of fit*) di mana pengujian ini akan mengetes apakah hasil simulasi model sesuai (*fit*) dengan hasil survei (Sudaryono, 2012). Apabila tidak terdapat perbedaan yang cukup kontras, maka hasil simulasi dapat diterima dan tidak perlu dilakukan validasi, karena validasi pada dasarnya adalah pengujian kenormalan data. Tetapi sebaliknya, jika terdapat perbedaan yang signifikan maka hasil simulasi tidak dapat diterima. Rumus umum uji Chi-kuadrat ( $\chi^2$ ) menurut Sunyoto (Sudaryono, 2012) dinyatakan pada rumus 3.1 berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \dots\dots\dots 3.1$$

Keterangan:

- $\chi^2$  = Chi-kuadrat
- $f_o$  = frekuensi observasi (*frequencies of observed*)
- $f_h$  = frekuensi harapan (*frequencies of expected*)

dengan penyesuaian berdasarkan simulasi lalu lintas yang dibuat adalah :

- untuk  $f_o$  = data hasil simulasi model
- untuk  $f_h$  = data hasil survei.

Nilai diperoleh dari hasil pengujian hipotesis dengan prosedur berikut:

- a. Menyatakan hipotesis nol dan hipotesis alternatif  
Ho : hasil survai (fh) = hasil model (fo)  
H1 : hasil survai (fh) ≠ hasil model (fo)
- b. Menentukan tingkat signifikan dengan derajat keyakinan 95% atau  $\alpha = 0.05$
- c. Menentukan uji statistik Chi-kuadrat dengan derajat kebebasan  $df = k-1$ , dengan  $k =$  jumlah baris
- d. Menentukan kriteria uji :  
Ho diterima jika :  $\chi^2$  hasil hitung  $\leq \chi^2$  hasil tabel Chi-kuadrat  
H1 ditolak jika :  $\chi^2$  hasil hitung  $> \chi^2$  hasil tabel Chi-kuadrat
- e. Menarik kesimpulan.

### 3.7 Analisis Kinerja Lalu Lintas

Data – data yang dibutuhkan telah diperoleh melalui pengumpulan data primer dan data sekunder, maka tahapan selanjutnya adalah pengolahan data. Data yang telah terkumpul perlu diolah terlebih dahulu dengan tujuan menyederhanakan seluruh data yang terkumpul dan menyajikan dalam susunan yang lebih baik dan rapi untuk kemudian dianalisis.

Langkah – langkah analisis dilakukan dengan menggunakan data primer maupun data sekunder yang dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Pembagian Zona Lalu Lintas dan Kodifikasi Jaringan Jalan.  
Langkah awal yang dilakukan dalam analisis data yaitu pembagian zona. Zona lalu lintas dibuat untuk mempermudah pengkajian pola pergerakan dengan melihat karakter – karakter dari masing – masing zona yang berbeda. Untuk menentukan zona, dalam pembuatan peta sistem zona wilayah secara garis besar berdasarkan ruas jalan asal tujuan perjalanan.
- b. Distribusi Perjalanan (matriks asal – tujuan perjalanan)  
Penyebaran perjalanan merupakan jumlah perjalanan antara satu zona lalu lintas dan zona lalu lintas yang lainnya berdasarkan hasil survai volume lalu lintas pada ruas jalan di dalam jaringan jalan wilayah studi. Selanjutnya pola distribusi ditentukan dengan bantuan aplikasi *Comest*

yang merupakan aplikasi tambahan pada sistem aplikasi *Contram Release 5.09*.

c. Pemilihan Moda

Tahap pemilihan moda ini akan mengidentifikasi besarnya pergerakan antar zona yang menggunakan setiap moda transportasi tertentu. Adapun jenis moda yang digunakan dalam analisis skripsi ini adalah sepeda motor, mobil pribadi, angkutan kota, bus sedang, bus besar, taksi, truk, ojek, dan lainnya. Tahap pemilihan moda mempunyai tujuan untuk mengetahui proporsi orang yang akan menggunakan setiap jenis moda.

d. Pembebanan Lalu Lintas

Tahap pembebanan lalu lintas merupakan tahap perencanaan transportasi yang keempat atau terakhir. Tahap ini adalah untuk menentukan ruas-ruas jalan yang dilalui dengan mempertimbangkan jenis moda dari zona awal ke zona tujuan, jenis moda dibedakan menjadi tiga yaitu kendaraan pribadi (*car*), bus (*bus*), dan truk (*truck*), berdasarkan pada faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan rute dimaksud.

Maksud dan tujuan dari tahap keempat atau pembebanan perjalanan adalah untuk menentukan besarnya volume lalu lintas pada ruas jalan dan persimpangan pada kondisi eksisting maupun pada pemodelan perencanaan yang akan dilaksanakan, dan seberapa besar ruas jalan dan persimpangan yang diteliti akan mampu menampung arus lalu lintas yang ada.

Penulis menggunakan metode pembebanan dengan bantuan aplikasi *Contram Release 5.09* dalam proses analisis. Pembebanan yang dilakukan dalam analisis ini adalah sebagai berikut :

- 1) Pembebanan pada saat sekarang (eksisting) pada sistem jaringan jalan yang ada.
- 2) Pembebanan perjalanan pada skenario yang akan distudi.

Unjuk kerja jaringan jalan merupakan output dalam analisis data – data yang telah diperoleh. Adapun indikator untuk menilai kinerja ruas jalan adalah berikut ini :

1) V/C Ratio

V/C ratio didapat dari perbandingan volume dengan kapasitas. Untuk kondisi eksisting, V/C ratio dihitung dari perbandingan volume lalu lintas yang didapat dari hasil survei dengan kapasitas jalan. Sedangkan untuk kondisi skenario, V/C ratio ditentukan dari output data volume lalu lintas pada *Contram Release 5.09* dibagi dengan kapasitas tanpa lajur parkir dan kapasitas dengan lajur parkir.

2) Kecepatan

Kecepatan rata-rata (km/jam) arus lalu lintas dihitung dengan menggunakan data kecepatan lokasi dari sampel kendaraan yang disurvei. Sampel kendaraan ditentukan sebesar 50 unit kendaraan untuk setiap ruas jalan. Kecepatan pada kondisi pelayanan eksisting berdasarkan rata-rata nilai survei, sedangkan kecepatan pada kondisi pelayanan skenario I dan skenario II didapat dari output data *Contram Release 5.09*.

3) Waktu Tempuh Keseluruhan

Waktu perjalanan merupakan waktu yang digunakan dalam melakukan perjalanan. Sedangkan waktu tempuh keseluruhan adalah keseluruhan waktu perjalanan yang digunakan oleh semua unit kendaraan yang dianggap melakukan kegiatan lalu lintas di jaringan jalan yang diteliti. Waktu tempuh keseluruhan didapat secara langsung dari data output aplikasi *Contram Release 5.09*. Satuan yang digunakan untuk penentuan waktu tempuh keseluruhan adalah Kendaraan-Jam.

4) Jarak Tempuh Keseluruhan

Jarak tempuh merupakan jarak yang ditempuh oleh setiap unit kendaraan dari zona asal menuju zona tujuan. Sedangkan jarak tempuh keseluruhan adalah jarak total dari semua unit kendaraan yang dianggap melakukan kegiatan lalu lintas di jaringan jalan yang diteliti. Satuan yang digunakan untuk penentuan waktu tempuh keseluruhan adalah Kendaraan-Km. Pada model *Contram Release 5.09*, pergerakan kendaraan dari zona satu ke zona lain dihitung menggunakan lintasan terpendek. Data jarak tempuh keseluruhan bisa didapatkan secara

langsung dari data output aplikasi *Contram Release 5.09* yang digunakan dalam melakukan analisis.

5) Kecepatan Rata-Rata Jaringan Jalan

Berbeda halnya dengan kecepatan pada tiap ruas, kecepatan rata-rata jaringan jalan adalah kecepatan rata-rata setiap kendaraan dari sistem jaringan jalan yang diteliti. Data kecepatan rata-rata jaringan jalan bisa dibaca secara langsung dari data output aplikasi *Contram Release 5.09*.

6) Konsumsi Bahan Bakar

Nilai konsumsi bahan bakar kendaraan untuk masing-masing skenario pelayanan lalu lintas yang diteliti didapat dari data output analisis yang dilakukan secara otomatis oleh aplikasi *Contram Release 5.09*. Data konsumsi bahan bakar ini bersifat makroskopis yaitu nilai penggunaan untuk seluruh kendaraan yang melalui jaringan jalan yang diteliti.



## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Analisis Lalu Lintas Eksisting**

##### **4.1.1. Pola Jaringan Lalu Lintas Eksisting**

Penelitian ini merupakan proses evaluasi manajemen rekayasa lalu lintas eksisting yang telah berlaku di lapangan. Analisis yang digunakan adalah dengan melakukan perbandingan unjuk kinerja antara sistem jaringan jalan eksisting yang berupa Sistem Satu Arah (SSA) dengan beberapa kondisi yang direncanakan dalam penelitian, sehingga didapat hasil yang membedakan diantaranya untuk mengetahui perbedaan unjuk kinerja pada masing-masing sistem manajemen rekayasa lalu lintas tersebut. Analisis dalam penelitian ini dilaksanakan pada salah satu CBD Kota Semarang yaitu ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean dan ruas jalan Pemuda yang berupa Sistem Satu Arah (SSA). Analisis yang dilakukan untuk mengetahui unjuk kinerja lalu lintas yang terdiri dari beberapa variabel kinerja lalu lintas antara lain V/C Ratio, kecepatan, waktu tempuh keseluruhan kendaraan dalam satu jam sibuk, jarak tempuh keseluruhan kendaraan dalam satu jam sibuk, kecepatan kendaraan rata-rata pada sistem jaringan jalan dan jumlah bahan bakar kendaraan yang dipakai.

Kondisi yang direncanakan untuk proses evaluasi sistem manajemen rekayasa lalu lintas merupakan kondisi jaringan jalan yang digunakan untuk mengevaluasi apakah kondisi rencana itu lebih baik atau lebih buruk dari pada Sistem Satu Arah (SSA) yang digunakan saat ini. Kondisi yang direncanakan terdiri dari dua bentuk manajemen dan rekayasa lalu lintas, yaitu pola jaringan jalan Sistem Dua Arah dengan parkir dan pola jaringan jalan Sistem Dua Arah tanpa parkir.

Pada tahap awal analisis yang dilakukan adalah dengan melakukan pembagian zona dan kodifikasi jaringan jalan yang telah ditetapkan

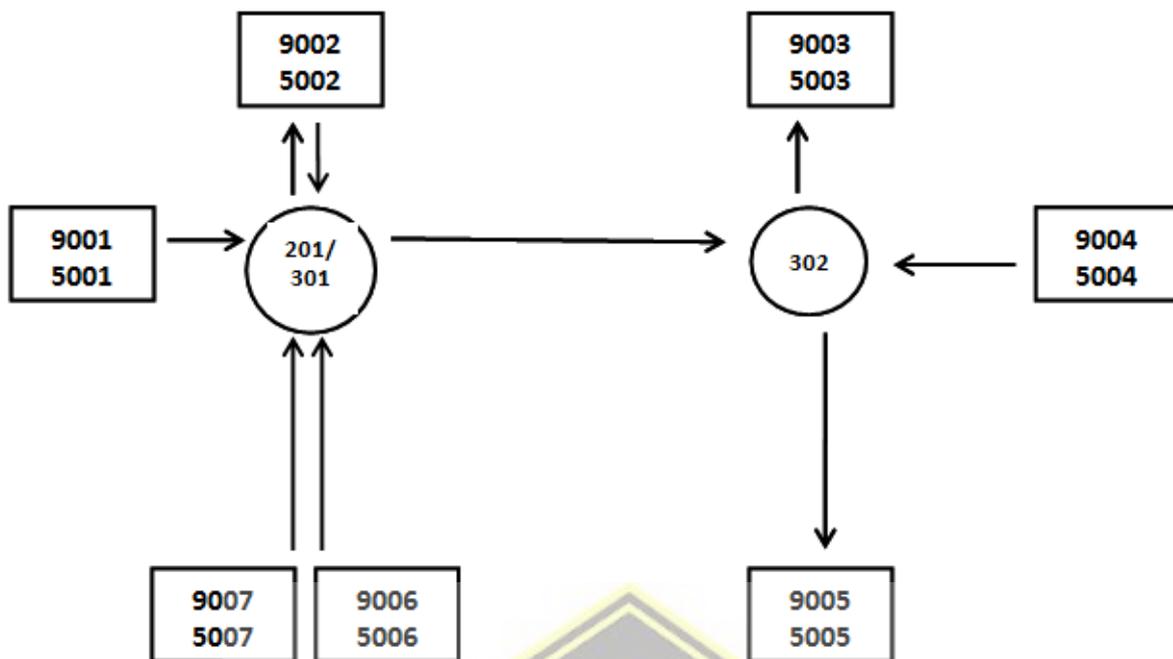
sebagai lingkup studi karena analisis dalam studi ini menggunakan bantuan aplikasi *Contram Release 5.09*. Adapun kodifikasi pada tabel 4.1, sketsa jaringan jalan Sistem Satu Arah (SSA) pada gambar 4.1 dan pembagian zona kondisi eksisting menurut aplikasi *Contram Release 5.09* dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.1** Kodifikasi Jaringan Jalan

No	Link	Node		Nama Ruas
		Asal	Tujuan	
1	2013	5007	201	Jl Imam Bonjol I
2	2014	5001	201	Jl Indraprasta
3	3011	5002	301	Jl Imam Bonjol II
4	3013	5006	301	Jl Imam Bonjol I
5	3022	5004	302	Jl Pemuda In
6	3024	301	302	Jl Kapten Piere Tendean

Sumber : *Hasil Analisis, 2022*

Dari tabel 4.1, terdapat keterangan link dan node. Link merupakan gambaran dari ruas jalan, sedangkan node atau simpul mewakili dari simpang jalan. Link digambarkan dengan tanda panah yang artinya arus lalu lintas menuju arah anak panah. Sedangkan node digambarkan dengan lingkaran dengan nomor ditengahnya merupakan keterangan jenis pengaturan simpang. Untuk 201 merupakan jenis pengaturan APILL, sedangkan 302 merupakan jenis pengaturan simpang prioritas. Gambar persegi empat yang didalamnya terdapat keterangan seperti 5001 merupakan bangkitan perjalanan dari zona 1, sedangkan 9001 merupakan tarikan perjalanan ke zona 1. Kodifikasi jaringan jalan Sistem Satu Arah (SSA) eksisting dapat dilihat melalui peta imajiner jaringan jalan gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kodifikasi Jaringan Jalan Kondisi Eksisting

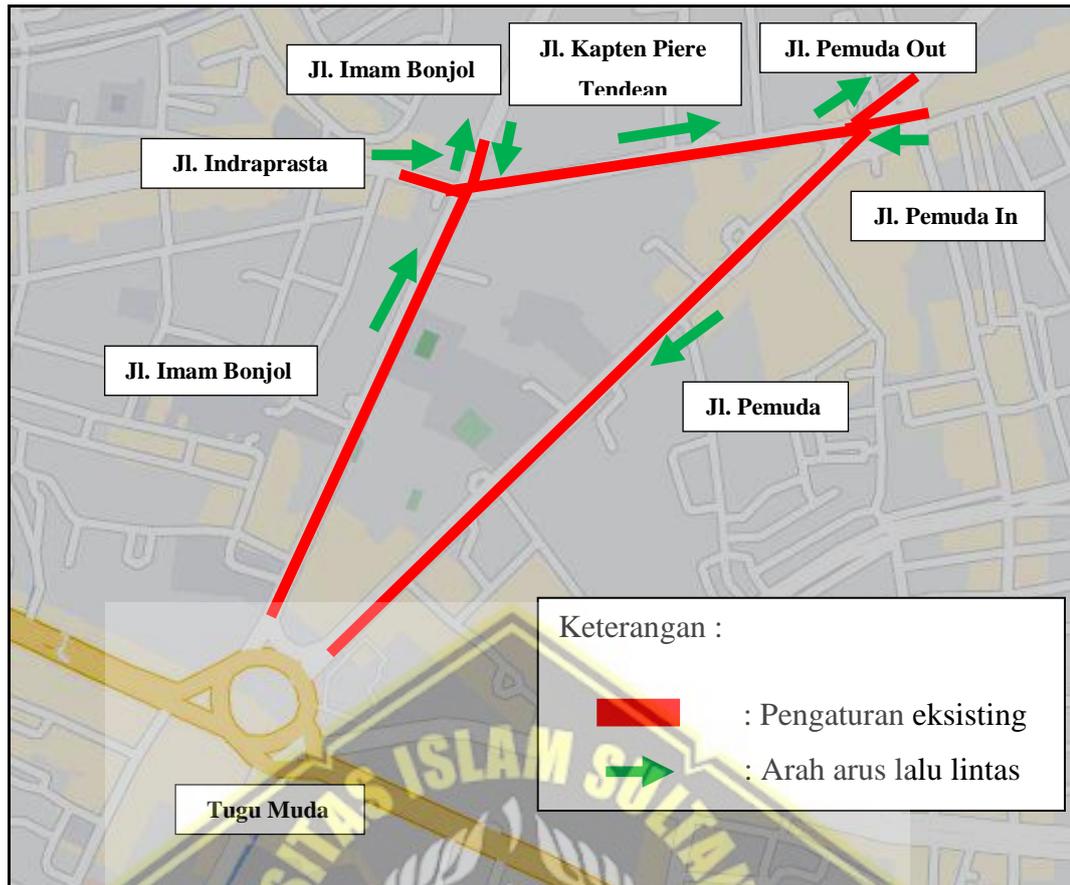
Keterangan pembagian zona lalu lintas pada pengaturan Sistem Satu Arah (SSA) eksisting dapat dilihat pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Pembagian Zona Lalu Lintas

No	Zona Lalu Lintas	Nomor	Deskripsi
1	1	5001 / 9001	Zona Indraprasta
2	2	5002 / 9002	Zona Imam Bonjol II
3	3	5003 / 9003	Zona Pemuda Out
4	4	5004 / 9004	Zona Pemuda In
5	5	5005 / 9005	Zona Pemuda
6	6	5006 / 9006	Zona Imam Bonjol I (arah Kapt. Piere Tendean)
7	7	5007 / 9007	Zona Imam Bonjol I (arah Imam Bonjol II)

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Untuk lebih jelasnya maka disajikan dalam peta terkait pengaturan Sistem Satu Arah (SSA) eksisting. Peta ini menunjukkan lokasi penelitian disertai keterangan gambar dan keterangan arah arus lalu lintas. Peta pengaturan sistem dua arah tanpa menggunakan lajur parkir yang disertai keterangan arah arus lalu lintas dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Pengaturan Lalu Lintas Eksisting

Pengaturan Sistem Satu Arah (SSA) menyebabkan sirkulasi lalu lintas menjadi lebih panjang dari pada sistem dua arah. Pergerakan antar zona lalu lintas menyebabkan rutanya memutar seperti arus lalu lintas di bundaran, tetapi dengan lintasan/ruas jalan yang panjang.

#### 4.1.2. Panjang Jalan

Sebelum melakukan analisis perhitungan simulasi lalu lintas, hal utama yang dilakukan adalah melakukan survei lalu lintas. Salah satu survei lalu lintas yang dilakukan adalah survei inventarisasi jalan. Survei ini dilaksanakan dengan menggunakan bantuan alat survei yang disebut *walking measure* dan meteran. Adapun target data yang ingin didapatkan adalah berupa data geometrik jalan yaitu antara lain panjang jalan. Berdasarkan survei inventarisasi jalan yang telah dilakukan, maka didapatkan data panjang jalan yang dibutuhkan untuk analisis pemodelan lalu lintas. Data panjang jalan tersebut dituangkan pada tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3** Panjang Ruas Jalan

NO	RUAS JALAN	PANJANG RUAS ( meter )
1	Jl. Imam Bonjol I	565
2	Jl. Indraprasta	100
3	Jl. Imam Bonjol II	100
4	Jl. Kapten Piere Tendean	440
5	Jl. Pemuda Out	100
6	Jl. Pemuda In	150
7	Jl. Pemuda	850

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

#### 4.1.3. Kapasitas Jalan

Disamping data panjang jalan, data geometrik jalan yang telah didapatkan dari survei inventarisasi jalan adalah berupa lebar jalan, lebar bahu jalan, lebar trotoar, dan ketersediaan median jalan. Data-data geometrik jalan ini merupakan bagian dari data-data yang didapatkan dari survei inventarisasi jalan. Data-data ini sangat dibutuhkan untuk menghitung kapasitas suatu ruas jalan yang akan diteliti. Selain itu, data-data seperti ukuran kota, proporsi ruang lalu lintas, dan tipe arus lalu lintas juga dibutuhkan dalam mencari kapasitas suatu ruas jalan. Untuk data ukuran kota tersebut bisa didapatkan dari instansi Pemerintah yaitu BPS Kota Semarang sedangkan data proporsi ruang lalu lintas dan tipe arus lalu lintas bisa didapatkan dari pengamatan langsung dari lapangan.

Metode analisis yang digunakan untuk menghitung kapasitas ruas jalan adalah dengan cara mengikuti standar tentang teknis jalan yang telah dikeluarkan oleh pihak berwenang, yaitu Kementerian Pekerjaan Umum sebagai instansi pembina jalan. Kementerian Pekerjaan Umum melalui Direktorat Jenderal Bina Marga telah mengeluarkan aturan baku tentang perhitungan kapasitas jalan pada tahun 1997 melalui standar teknis yang disebut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Pada kesempatan kali ini, ruas jalan dalam sistem jaringan jalan yang diteliti yang dibagi menjadi 7 (tujuh) ruas jalan, yaitu ruas jalan

Imam Bonjol I, ruas jalan Indraprasta, ruas jalan Imam Bonjol II, ruas jalan Kapten Piere Tendean, ruas jalan Pemuda Out, ruas jalan Pemuda In, dan ruas jalan Pemuda. Hasil analisis perhitungan kapasitas ruas jalan berdasarkan data survei lapangan dengan menggunakan metode perhitungan MKJI 1997 adalah pada tabel 4.4.

#### 4.1.4. Volume dan Kecepatan Lalu Lintas Jam Sibuk

Hal dasar kedua dalam analisis lalu lintas adalah mengumpulkan data volume lalu lintas dengan cara melaksanakan survei langsung dari lapangan. Survei pengumpulan data volume lalu lintas biasanya dikenal dengan Survei Pencacahan Lalu Lintas Terklasifikasi. Kegunaan survei ini adalah untuk mencari nilai volume lalu lintas pada skala waktu tertentu. Biasanya skala waktu digunakan adalah skala waktu berdasarkan satu jam sibuk. Survei ini dilakukan dengan cara menghitung kendaraan yang melintasi suatu ruas jalan dengan menggunakan alat survei seperti *traffic counter*, lembar formulir, dan alat tulis lainnya. Survei dilakukan selama satu jam pada saat jam sibuk (*peak hour*).

Dalam penelitian ini, karena keterbatasan sumber daya yang ada maka satu jam sibuk telah ditentukan sebelumnya yaitu memakai data satu jam sibuk pagi hari. Hal ini dikarenakan bahwa jam sibuk pagi merupakan waktu yang wajib bagi setiap individu atau waktu yang tidak ada pilihan lain bagi pengguna jalan untuk melintas karena alasan sangat penting, misalnya pergi ke tempat kerja dan pergi sekolah. Karena aktifitas itu merupakan aktifitas wajib bagi masyarakat umum berdasarkan jadwal harian pada umumnya yang dialami masyarakat pada umumnya di Kota Semarang.

Selain volume lalu lintas, data lalu lintas yang lain yang wajib diperoleh dalam pengolahan analisis simulasi pada aplikasi Contram Release 5.09 adalah kecepatan rata-rata suatu ruas jalan. Survei ini biasanya disebut dengan survei kecepatan kendaraan. Untuk pelaksanaan survei dalam penelitian ini dilakukan dengan metode survei kecepatan lokasi yang dilakukan adalah dengan cara

**Tabel 4.4** Kapasitas Ruas Jalan Kondisi Eksisting

NO	RUAS JALAN	TIPE ARUS	LEBAR ( meter )	KAPASITAS DASAR (smp/jam)	FAKTOR PENYESUAIAN					KAPASITAS (smp/jam)	KET.
					FCw	FCsp	FCsf	FCcs	FCks		
1	Jl. Imam Bonjol I	SSA	13,1	4.950	0,96	1	0,97	1	1,02	4.702	1 Lajur Parkir
2	Jl. Indraprasta	SSA	13	4.950	1,08	1	0,97	1	0,98	5.082	Non Parkir
3	Jl. Imam Bonjol II	2/2 UD	13,1	2.900	1,34	1	0,9	1	1	3.497	Non Parkir
4	Jl. Kapten Piere Tendean	SSA	14,3	4.950	1,04	1	0,9	1	1,02	4.726	1 Lajur Parkir
5	Jl. Pemuda Out	SSA	14	4.950	1,08	1	1	1	0,98	5.239	Non Parkir
6	Jl. Pemuda In	SSA	15	4.950	1,08	1	1	1	1,02	5.453	Non Parkir
7	Jl. Pemuda	SSA	16,8	6.600	1,08	1	0,97	1	1,02	7.052	Non Parkir

Sumber : Hasil Analisis, 2022

menghitung langsung kecepatan masing-masing kendaraan yang melintas dengan menggunakan alat survei yang dinamakan *speed gun*. Oleh karena keterbatasan sumber daya yang dimiliki peneliti, maka survei *spot speed* dilaksanakan hanya menggunakan sampel data sebanyak 50 sampel kecepatan kendaraan per ruas jalan yang diteliti. Data volume lalu lintas dan data kecepatan rata-rata kendaraan pada masing-masing ruas jalan yang diteliti yang diperoleh berdasarkan pengukuran langsung di lapangan adalah pada tabel 4.5 berikut.

**Tabel 4.5** Volume dan Kecepatan Lalu Lintas Kondisi Eksisting

NO	RUAS JALAN	TIPE ARUS	PANJANG		VOLUME ( smp/jam )	KECEPATAN ( km/jam )
			( m )	( km )		
1	Jl. Imam Bonjol I	SSA	2.386,54	2,4	1.034	50,7
2	Jl. Indraprasta	SSA	100,00	0,1	1.768	50,0
3	Jl. Imam Bonjol II	2/2 UD	100,00	0,1	943	44,9
4	Jl. Kapten Piere Tendeau	SSA	487,39	0,5	2.338	56,8
5	Jl. Pemuda Out	SSA	50,00	0,05	1.511	29,3
6	Jl. Pemuda In	SSA	50,00	0,05	3.143	48,7
7	Jl. Pemuda	SSA	2.756,46	2,8	3.796	55,9

Sumber : Hasil Analisis, 2022

#### 4.1.5. Kinerja Lalu Lintas Eksisting

Setelah data lalu lintas yang dibutuhkan dalam penelitian diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis terkait kinerja lalu lintas pada kondisi eksisting yaitu Sistem Satu Arah (SSA). Data kinerja lalu lintas ini bisa diperoleh berdasarkan nilai V/C Ratio ruas jalan yang diteliti. V/C Ratio sendiri merupakan nilai yang didapatkan dengan cara membagi nilai volume lalu lintas pada jam sibuk pagi dengan nilai dari kapasitas dari ruas jalan tersebut. Nilai ini merupakan indikator apakah ruas jalan tersebut masuk kategori macet atau tidak. Adapun ketentuan untuk kriteria tingkat pelayanan jalan (*level of service*) berdasarkan standar teknis yang telah dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Darat yaitu Buku Menuju Lalu Lintas

dan Angkutan Jalan yang Tertib yang dikeluarkan tahun 1997. Adapun data V/C Ratio pada kondisi eksisting Sistem Satu Arah (SSA) adalah pada tabel 4.6.

**Tabel 4.6** V/C Ratio Kondisi Eksisting

NO	RUAS JALAN	KAPASITAS ( smp/jam )	VOLUME (smp/jam)	V/C RATIO
1	Jl. Imam Bonjol 1	4.702	1.034	0,22
2	Jl. Indraprasta	5.082	1.768	0,35
3	Jl. Imam Bonjol 2	3.497	943	0,27
4	Jl. Kapten Piere Tendean	4.726	2.338	0,49
5	Jl. Pemuda Out	5.239	1.511	0,29
6	Jl. Pemuda In	5.453	3.143	0,58
7	Jl. Pemuda	7.052	3.796	0,54

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

Dari tabel 4.6 dapat diketahui nilai kapasitas dan volume lalu lintas dalam bentuk smp/jam. Nilai kapasitas didapat dari kapasitas dasar standar MKJI (smp/jam) yang disesuaikan dengan faktor penyesuaian dari kondisi nyata jalan tersebut. Sedangkan nilai volume didapat dari keseluruhan volume lalu lintas per moda berdasarkan survei dalam bentuk kendaraan per jam, dikalikan dengan ekuivalensi jenis moda MKJI (smp/jam).

## **4.2 Analisis dan Validasi Model**

### **4.2.1. Data Volume Lalu Lintas Per Moda**

Salah satu bagian terpenting dari proses untuk mengevaluasi kinerja jaringan jalan adalah dengan melakukan analisis terhadap permintaan perjalanan. Dimana permintaan perjalanan ini merupakan estimasi terhadap perjalanan akan prasarana atau sarana lalu lintas. Pada dasarnya perjalanan dipengaruhi oleh tata guna lahan, sosial ekonomi masyarakat dan tingkat aksesibilitas dari suatu wilayah atau zona. Dengan kata lain bahwa perubahan tata guna lahan, sosial ekonomi masyarakat, dan tingkat aksesibilitas dari suatu wilayah atau zona akan

mempengaruhi perubahan permintaan perjalanan. Proses evaluasi yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan proses analisis perubahan tingkat aksesibilitas suatu jaringan jalan dari Sistem Satu Arah (SSA) menjadi Sistem Dua Arah dengan kriteria tambahan penambahan ruang parkir dan tanpa ruang parkir. Adapun data dasar permintaan lalu lintas adalah data lalu lintas menurut moda kendaraan atau biasa disebut data volume lalu lintas terklasifikasi. Data lalu lintas terklasifikasi menurut ruas jalan adalah pada tabel 4.7 berikut.

**Tabel 4.7** Volume Lalu Lintas Per Moda

NO	RUAS JALAN	TIPE ARUS	VOLUME JAM SIBUK				
			SEPEDA MOTOR (smp/jam)	MOBIL (smp/jam)	BUS (smp/jam)	TRUK (smp/jam)	SEPEDA (UNMOTORIZED) (smp/jam)
1	Jl. Imam Bonjol I	SSA	422	377	123	7	106
2	Jl. Indraprasta	SSA	952	760	12	29	16
3	Jl. Imam Bonjol II	2/2 UD	530	341	51	10	11
4	Jl. Kapten Piere Tendean	SSA	1.072	1.022	101	27	116
5	Jl. Pemuda Out	SSA	750	613	61	17	69
6	Jl. Pemuda In	SSA	1.441	1.374	137	36	155
7	Jl. Pemuda	SSA	1.769	1.635	163	44	185

*Sumber : Analisis, 2022*

Volume lalu lintas per moda tabel 4.7 didapat dari perhitungan volume lalu lintas jam sibuk per moda di lampiran 4.

#### 4.2.2. Matriks Bangkitan Tarikan Perjalanan Kondisi Eksisting

Tahapan analisis permintaan perjalanan terdiri dari empat tahap, yaitu bangkitan perjalanan, penyebaran perjalanan, pemilihan moda, dan pembebanan lalu lintas. Analisis bangkitan perjalanan adalah tahapan pertama yang bertujuan untuk menentukan jumlah bangkitan perjalanan daerah studi yang dibagi dalam sejumlah zona lalu lintas. Zona lalu lintas tersebut merupakan daerah yang mempunyai karakteristik yang bersifat homogen. Selanjutnya, penyebaran perjalanan merupakan jumlah perjalanan antara zona lalu lintas satu dengan zona lalu lintas yang lain. Tahap yang ketiga adalah pemilihan moda. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar

permintaan masyarakat akan masing-masing moda yang dibutuhkan dalam melayani masyarakat. Pada tahap survei, pemilihan moda dibagi kedalam 5 moda yaitu sepeda motor, mobil pribadi, bus, truk dan sepeda (*unmotorised*).

Dalam aplikasi *Contram Release 5.09* pemilihan moda hanya menampung 3 kriteria moda yaitu mobil (*car*), bus (*bus*), dan truk (*lorry*), maka untuk tahap analisis pada aplikasi *Contram Release 5.09*, sepeda motor dan sepeda (*unmotorised*) dikonversikan kedalam nilai ekuivalen dari mobil (*car*). Data masukan aplikasi *Contram Release 5.09* adalah jumlah volume lalu lintas dalam bentuk smp/jam yang dibedakan kedalam 3 moda yaitu:

- a. Mobil, sepeda motor, sepeda, dan angkutan kota yang mempunyai faktor smp 1 (*car*).
- b. Bus dengan faktor smp 1.3 (*bus*).
- c. Angkutan barang dengan faktor smp 1.3 (*lorry*).

Data bangkitan tarikan perjalanan, penyebaran perjalanan dan pemilihan moda berdasarkan analisis *Comest* pada Aplikasi *Contram Release 5.09* adalah sebagai berikut:

- a. Moda Mobil (*Car*) dan Konversi Sejenisnya

**Tabel 4.8** OD Matriks Moda Mobil (*Car*) Kondisi Eksisting

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	9007	Total
5001	0	404	861	0	463	0	0	1.728
5002	0	0	69	0	160	0	0	229
5003	0	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	0	94	0	2.898	0	0	2.992
5005	0	0	0	0	0	0	0	0
5006	0	0	394	0	263	0	0	657
5007	0	248	0	0	0	0	0	248
Total	0	652	1.418	0	3.784	0	0	5.854

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan tabel 4.8, jumlah bangkitan tarikan dari zona ke zona untuk moda mobil adalah sebesar 5.854 smp/jam.

b. Moda Bus (*Bus*)

**Tabel 4.9** OD Matriks Moda Bus (*Bus*) Kondisi Eksisting

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	9007	Total
5001	0	4	5	0	3	0	0	12
5002	0	0	3	0	6	0	0	9
5003	0	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	0	0	0	219	0s	0	219
5005	0	0	0	0	0	0	0	0
5006	0	0	51	0	34	0	0	85
5007	0	38	0	0	0	0	0	38
Total	0	42	59	0	262	0	0	363

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari tabel 4.9 pergerakan zona ke zona untuk model Contram jenis moda bus pada kondisi eksisting adalah 363 smp/jam.

c. Moda Truk (*Lorry*)

**Tabel 4.10** OD Matriks Moda Truk (*Lorry*) Kondisi Eksisting

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	9007	Total
5001	0	7	14	0	8	0	0	29
5002	0	0	1	0	0	0	0	1
5003	0	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	0	0	0	27	0	0	27
5005	0	0	0	0	0	0	0	0
5006	0	0	2	0	2	0	0	4
5007	0	3	0	0	0	0	0	3
Total	0	10	17	0	37	0	0	64

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Moda truk untuk pergerakan zona ke zona pada model contram kondisi eksisting untuk moda truk adalah sebesar 64 smp/jam.

d. Jumlah Moda Keseluruhan

**Tabel 4.11** OD Matriks Moda Keseluruhan Kondisi Eksisting

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	9007	Total
5001	0	415	880	0	474	0	0	1.769
5002	0	0	73	0	166	0	0	239
5003	0	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	0	94	0	3.144	0	0	3.238
5005	0	0	0	0	0	0	0	0
5006	0	0	447	0	299	0	0	746
9007	0	289	0	0	0	0	0	289
Total	0	704	1.494	0	4.083	0	0	6.281

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari tabel 4.11, dapat diketahui bahwa model Contram pada kondisi eksisting pergerakan lalu lintas secara keseluruhan adalah sebesar 6.281 smp/jam.

#### 4.2.3. Data Output Contram Pada Kondisi Eksisting

Analisis *Contram Release 5.09* merupakan proses pembebanan jalan dengan bantuan aplikasi komputer. Aplikasi ini dirancang untuk memudahkan pembebanan lalu lintas dengan prinsip *All or Nothing*. Proses pembebanan lalu lintas dilakukan menurut matrik asal tujuan perjalanan. Proses pembebanan lalu lintas dilakukan setelah model jaringan jalan terbangun dan diketahuinya besarnya bangkitan perjalanan dalam bentuk perjalanan pada jam sibuk. Dimana pada waktu ini terjadi fluktuasi volume lalu lintas tertinggi. Setelah pembebanan lalu lintas diproses pada aplikasi *Contram Release 5.09*, maka didapat data output dengan tingkat iterasi maksimal. Data output itu antara lain volume, kecepatan, waktu tempuh keseluruhan, jarak tempuh keseluruhan, kecepatan rata-rata pada jaringan jalan, dan konsumsi bahan bakar yang digunakan selama jam sibuk pagi. Data output model dari pemrosesan *Contram Release 5.09* berdasarkan kondisi eksisting dapat dilihat pada tabel 4.12 dan 4.13.

**Tabel 4.12** Data Output Model Kondisi Eksisting

NO	RUAS JALAN	KAPASITAS ( smp/jam )	VOLUME ( smp/jam )	V/C RATIO	KECEPATAN ( km/jam )
1	Jl. Imam Bonjol I	4.702	1.035	0,22	43,9
2	Jl. Indraprasta	5.082	1.769	0,35	50,0
3	Jl. Imam Bonjol II	3.497	943	0,27	45,5
4	Jl. Kapten Piere Tendeau	4.726	2.339	0,49	57,8
5	Jl. Pemuda Out	5.239	1.494	0,29	29,3
6	Jl. Pemuda In	5.453	3.139	0,58	48,5
7	Jl. Pemuda	7.052	2.821	0,40	55,9

Sumber : Hasil Analisis, 2022

**Tabel 4.13** Data Kinerja Jaringan Jalan dari Output Contram Kondisi Eksisting

NO	VARIABEL YANG DIUKUR	TOTAL	SATUAN
1	Waktu Tempuh Keseluruhan	48,2	kend-jam
2	Jarak Tempuh Keseluruhan	2.285,6	kend-km
3	Kecepatan Rata-rata	47,5	km/jam
4	Konsumsi Bahan Bakar	223,9	liter

Sumber : Hasil Analisis, 2022

#### 4.2.4. Analisis Validasi Model

Untuk memprediksi kondisi lalu lintas rencana, model perlu divalidasi terlebih dahulu dengan cara membandingkan unjuk kerja hasil survei (aktual) dengan unjuk kerja hasil model (kondisi eksisting). Model validasi yang digunakan adalah uji Chi-kuadrat. Apabila nilai uji Chi-kuadrat model lebih kecil dari nilai uji Chi-kuadrat hasil pengamatan, maka model dapat digunakan.

Pengujian dilakukan pada hasil model pada ruas jalan yang lalu lintasnya telah disurvei sebelumnya. Tabel 4.14 merupakan validasi model berdasarkan data output pada aplikasi *Contram Release 5.09*.

**Tabel 4.14** Validasi Model Contram

NO	NODE		NAMA RUAS JALAN	VOLUME		X <sup>2</sup>
	AWAL	AKHIR		SURVAI (fo) (smp/jam)	CONTRAM (fh) (smp/jam)	
1	5006-5007	201-301	Jl. Imam Bonjol I	1.034	1.035	0,00097
2	5001	201	Jl. Indraprasta	1.768	1.769	0,00057
3	5002	301	Jl. Imam Bonjol II	943	943	0,00000
4	201	302	Jl. Kapten Piere Tendean	2.338	2.339	0,00043
5	302	9003	Jl. Pemuda Out	1.511	1.494	0,19344
6	9004	302	Jl. Pemuda In	3.143	3.139	0,00510
7	302	9005	Jl. Pemuda	3.796	3.984	8,87149
<b>Total (RU<sub>x</sub><sup>2</sup>)</b>						9,07198

Sumber : Analisis, 2022

Derajat kebebasan (df)

$$df = k - 1 = 7 - 1 = 6$$

Tingkat signifikan yang dipakai adalah 95 %

$$\text{Chi-kuadrat tabel } (0.95;6) = 12,5916$$

$$\text{Chi-kuadrat model } (RU_X^2) = 9,07198$$

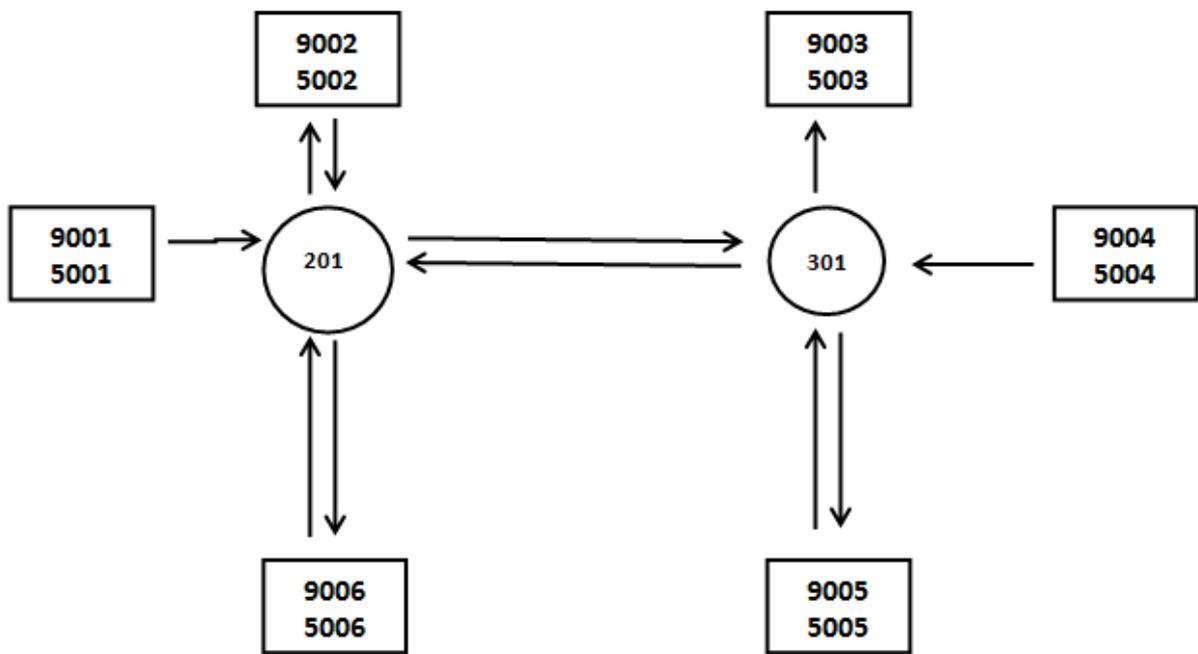
Uji Chi-kuadrat dikatakan telah memenuhi syarat jika nilai Chi-kuadrat model lebih kecil dari pada standar Chi-kuadrat tabel. Dari data output aplikasi *Contram Release 5.09* yang telah dihitung, nilai Chi-kuadrat model adalah 9,07198. Sedangkan Chi-kuadrat tabel (0.95;6) sebesar 12,5916. Karena nilai Chi-kuadrat model lebih kecil dari Chi-kuadrat tabel, maka model memenuhi syarat dan tervalidasi sehingga dapat digunakan.

### **4.3 Analisis Lalu Lintas Dua Arah Tanpa Lajur Parkir**

#### **4.3.1. Pola Lalu Lintas Dua Arah**

Pada keterangan sebelumnya bahwa penelitian ini mempunyai tujuan untuk mencari perbandingan antara pengaturan lalu lintas eksisting yaitu Sistem Satu Arah (SSA) dengan metode pengaturan lalu lintas rencana sebagai pembanding. Maksud dari analisis perbandingan tersebut adalah agar nilai-nilai dari variabel dari unjuk kinerja jaringan jalan dapat diketahui, pengaturan mana yang lebih baik apakah Sistem Satu Arah (SSA) yang merupakan eksisting ataukah pengaturan dua arah dengan lajur parkir ataupun pengaturan dua arah tanpa lajur parkir.

Pada kesempatan kali akan dilakukan analisis untuk menghitung dan mengetahui nilai-nilai variabel kinerja lalu lintas jika pengaturannya menggunakan sistem dua arah tanpa menggunakan lajur parkir. Adapun gambar sketsa peta imajiner sistem dua arah tanpa lajur parkir untuk jaringan jalan yang diteliti adalah pada gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Kodifikasi Jaringan Jalan Alternatif I

Keterangan kodifikasi jaringan jalan pada Alternatif I tanpa lajur parkir bisa dilihat di tabel 4.15, sedangkan tabel 4.16 untuk pembagian zona lalu lintasnya.

**Tabel 4.15** Kodifikasi Jaringan Jalan Alternatif I

No	Link	Node		Nama Ruas
		Asal	Tujuan	
1	2011	5002	201	Jl Imam Bonjol I
2	2012	301	201	Jl Kapten Piere Tendean
3	2013	5006	201	Jl Imam Bonjol II
4	2014	5001	201	Jl Indraprasta
5	3022	5004	301	Jl Pemuda In
6	3023	5005	301	Jl Pemuda
7	3024	201	301	Jl Kapten Piere Tendean

Sumber : Hasil Analisis, 2022

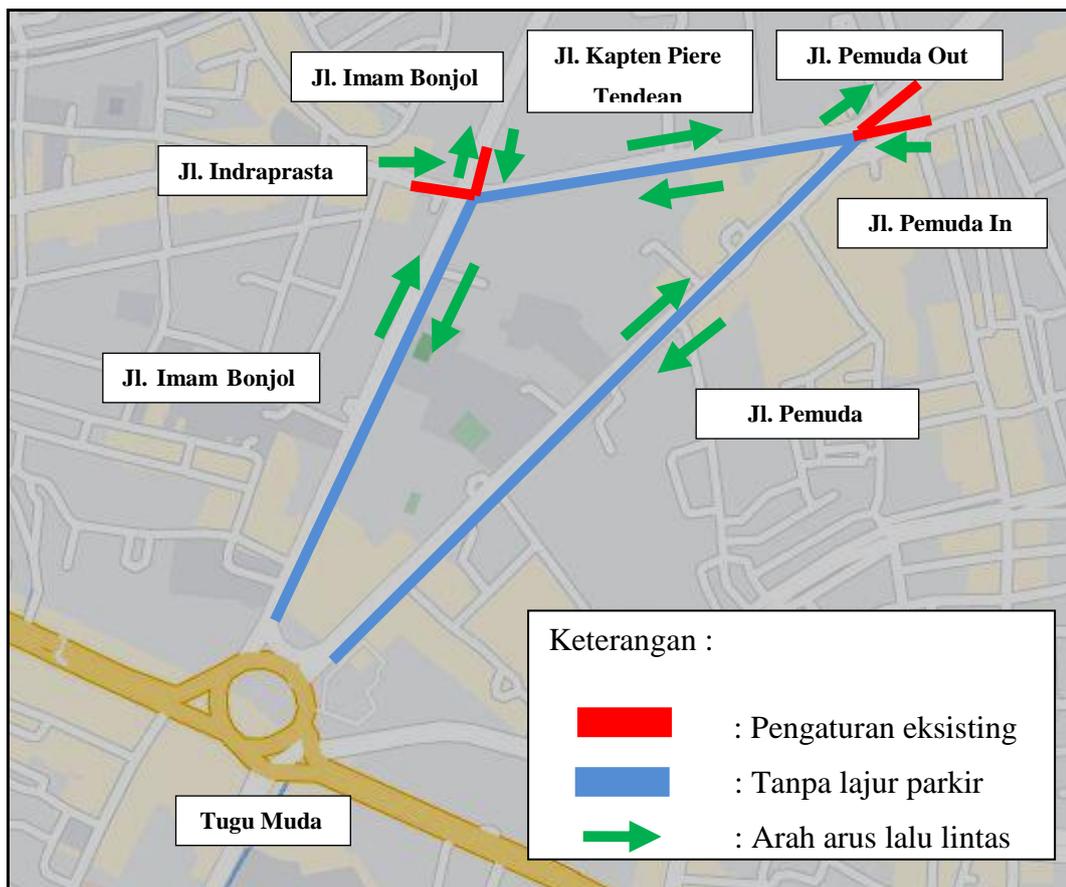
Sama halnya dengan keterangan kodifikasi pada sistem jaringan jalan eksisting, untuk sistem pengaturan dengan Alternatif I juga memiliki kodifikasi jaringan jalan. Yang membedakan adalah antara jalan simpang Indraprasta ke arah jalan Kapten Piere Tendean diatur full menggunakan sistem APILL sehingga Node simpang menjadi 201. Sedangkan zona lalu lintas hanya terdiri dari 6 zona, disesuaikan dengan pengaturan dua arah.

**Tabel 4.16** Pembagian Zona Lalu Lintas Alternatif I

No	Zona Lalu Lintas	Nomor	Deskripsi
1	1	5001 / 9001	Zona Indraprasta
2	2	5002 / 9002	Zona Imam Bonjol II
3	3	5003 / 9003	Zona Pemuda Out
4	4	5004 / 9004	Zona Pemuda In
5	5	5005 / 9005	Zona Pemuda
6	6	5006 / 9006	Zona Imam Bonjol I

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Untuk lebih memahami pengaturan jaringan lalu lintas CBD Kota Semarang yaitu ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendea, dan ruas jalan Pemuda disajikan dalam peta. Peta ini menunjukkan lokasi penelitian disertai keterangan gambar dan keterangan arah arus lalu lintas. Peta pengaturan sistem dua arah tanpa menggunakan lajur parkir yang disertai keterangan arah arus lalu lintas adalah pada gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Pengaturan Lalu Lintas Alternatif I (Tanpa Lajur Parkir)

#### 4.3.2. Kapasitas Jalan

Sistem jaringan jalan yang telah dibuat menjadi dua arah akan menyebabkan perubahan tipe arus lalu lintas. Tipe arus lalu lintas akan berubah dari Sistem Satu Arah (SSA) menjadi dua arah yaitu dua jalur terbagi 2 lajur tanpa median (2/2 UD) atau dua jalur terbagi 4 lajur tanpa median (4/2 UD). Karena perubahan ini akan menyebabkan perubahan pada nilai kapasitas dasar dari jalan yaitu dari Sistem Satu Arah (SSA) menjadi dua arah. Selain itu, perubahan dua arah juga menyebabkan perubahan pada faktor-faktor penyesuaian penghitungan kapasitas jalan seperti faktor penyesuaian pemisah arah dan faktor penyesuaian lebar efektif. Karena pengaturan manajemen rekayasa lalu lintas dibuat tanpa menggunakan lajur atau ruang parkir, maka faktor penyesuaian hambatan samping dan faktor penyesuaian bahu jalan diasumsikan tidak mengalami perubahan dari kondisi eksisting. Demikian pula faktor penyesuaian ukuran kota tidak mengalami perubahan dikarenakan analisis yang dilakukan tidak dilakukan pada tahun rencana atau masa depan. Untuk perubahan nilai kapasitas jalan yang menyesuaikan menjadi dua arah tanpa lajur parkir seperti disajikan pada tabel 4.17.

**Tabel 4.17** Kapasitas Ruas Jalan Kondisi Rencana Tanpa Lajur Parkir

NO	RUAS JALAN	TIPE ARUS	LEBAR ( m )	KAPASITAS DASAR ( smp/jam )	FAKTOR PENYESUAIAN					KAPASITAS ( smp/jam )	KET.
					FCw	FCsp	FCsf	FCcs	FCks		
1	Jl. Imam Bonjol I	2/2 UD	13,1	2.900	1,34	1	0,9	1	1,02	3.567	Non Parkir
2	Jl. Indraprasta	SSA	13	4.950	1,08	1	0,97	1	0,98	5.082	Non Parkir
3	Jl. Imam Bonjol II	2/2 UD	13,1	2.900	1,34	1	0,9	1	1	3.497	Non Parkir
4	Jl. Kapten Piere Tendean	2/2 UD	14,3	2.900	1,34	1	0,9	1	1,02	3.567	Non Parkir
5	Jl. Pemuda Out	SSA	14	4.950	1,08	1	1	1	0,98	5.239	Non Parkir
6	Jl. Pemuda In	SSA	15	4.950	1,08	1	1	1	1,02	5.453	Non Parkir
7	Jl. Pemuda	4/2 UD	16,8	6.000	1,09	1	0,9	1	1,02	6.004	Non Parkir

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

#### 4.3.3. Matriks Bangkitan Tarikan Perjalanan Tanpa Lajur Parkir

Aplikasi *Contram Release 5.09* merupakan program aplikasi pemodelan transportasi yang menggunakan prinsip pembebanan jalan dengan lintasan terpendek (*shortest path*). Oleh karena itu, pada pengaturan dua arah akan menyebabkan pola pembebanan lalu lintas antara zona yang satu dengan zona yang lain juga mengalami perubahan. Hal ini akan menyebabkan nilai dari permintaan perjalanan antara zona yang satu dengan zona yang lain akan berubah. Dengan asumsi bahwa pembebanan jalan antar zona menggunakan metode pembebanan jalan dengan lintasan yang paling pendek, sehingga OD Matriks juga mengalami perubahan.

Perubahan jumlah permintaan antar zona berdasarkan jenis moda yang digunakan dan juga jumlah permintaan antar zona berdasarkan jumlah keseluruhan permintaan lalu lintas disajikan dalam bentuk tabel OD Matriks. Tabel 4.18 merupakan OD Matriks untuk moda mobil (*car*) dan konversi sejenisnya, tabel 4.19 untuk OD Matriks moda bus (*bus*), tabel 4.20 untuk OD Matriks moda truk (*lorry*), dan tabel 4.21 untuk OD Matriks jumlah dari ketiga jenis moda keseluruhan.

##### a. Moda Mobil (*Car*) dan Konversi Sejenisnya

**Tabel 4.18** OD Matriks Moda Mobil (*Car*) Tanpa Lajur Parkir

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	Total
5001	0	404	861	0	375	88	1.728
5002	0	0	69	0	76	84	229
5003	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	188	94	0	2.428	282	2.992
5005	0	103	269	0	0	0	372
5006	0	145	125	0	263	0	533
Total	0	840	1.418	0	3.142	454	5.854

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Tabel 4.18 merupakan jumlah pergerakan moda mobil zona ke zona (termasuk sepeda motor dan sepeda (*unmotorise*) yang telah dikonversikan) pada jam sibuk pagi untuk kondisi lalu lintas dua arah tanpa lajur parkir (Alternatif II), jumlahnya sebesar 5.854 smp/jam.

b. Moda Bus (*Bus*)

**Tabel 4.19** OD Matriks Moda Bus (*Bus*) Tanpa Lajur Parkir

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	Total
5001	0	4	5	0	3	0	12
5002	0	0	3	0	6	0	9
5003	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	0	0	0	219	0	219
5005	0	0	0	0	0	0	0
5006	0	38	51	0	34	0	123
Total	0	42	59	0	262	0	363

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

Dari tabel 4.19, pergerakan zona ke zona Alternatif I pada jam sibuk pagi untuk moda bus sebesar 363 smp/jam.

c. Moda Truk (*Lorry*)

**Tabel 4.20** OD Matriks Moda Truk (*Lorry*) Tanpa Lajur Parkir

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	Total
5001	0	7	14	0	8	0	29
5002	0	0	1	0	0	0	1
5003	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	0	0	0	27	0	27
5005	0	0	0	0	0	0	0
5006	0	3	2	0	2	0	7
Total	0	10	17	0	37	0	64

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

Tabel 4.20 OD Matriks model lalu lintas untuk moda truk pada Alternatif I, pergerakan untuk moda truk adalah sebesar 64 smp/jam.

d. Jumlah Moda Keseluruhan

**Tabel 4.21** OD Matriks Moda Keseluruhan Tanpa Lajur Parkir

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	Total
5001	0	415	880	0	386	88	1.769
5002	0	0	73	0	82	84	239
5003	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	188	94	0	2674	282	3.238
5005	0	103	269	0	0	0	372
5006	0	186	178	0	299	0	663
Total	0	892	1.494	0	3.441	454	6.281

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

Penggabungan pergerakan lalu lintas secara keseluruhan untuk ketiga jenis moda dari Alternatif I adalah sebesar 6.281 smp/jam.

#### 4.3.4. Volume Lalu Lintas

Setelah dilakukan analisis pembebanan antar zona lalu lintas pada aplikasi *Contram Release 5.09* menurut OD Matriks yang telah dibuat sebelumnya, maka akan didapat data output dari aplikasi *Contram Release 5.09* yang berupa data variabel-variabel kinerja lalu lintas. Data tersebut diantaranya adalah data tentang volume jam sibuk. Data volume jam sibuk dengan menggunakan pengaturan sistem dua arah tanpa menggunakan lajur parkir berdasarkan output dari aplikasi *Contram Release 5.09* disajikan pada tabel 4.22.

**Tabel 4.22** Volume Lalu Lintas Kondisi Tanpa Lajur Parkir

NO	RUAS JALAN	TIPE ARUS	PANJANG		VOLUME JAM SIBUK ( smp/jam )
			m	km	
1	Jl. Imam Bonjol I	2/2 UD	2.386,54	2,4	1.103
2	Jl. Indraprasta	SSA	100,00	0,1	1.769
3	Jl. Imam Bonjol II	2/2 UD	100,00	0,1	1.558
4	Jl. Kapten Piere Tendean	2/2 UD	487,39	0,5	2.471
5	Jl. Pemuda Out	SSA	50,00	0,05	1.494
6	Jl. Pemuda In	SSA	50,00	0,05	3.238
7	Jl. Pemuda	4/2 UD	2.756,46	2,8	3.813

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

#### 4.3.5. Kinerja Lalu Lintas

Selain data tentang volume jam sibuk, data yang didapat dari model pengaturan lalu lintas dua arah tanpa lajur parkir menurut aplikasi *Contram Release 5.09* terdiri dari berbagai macam data. Diantaranya adalah data tentang kecepatan, waktu tempuh keseluruhan, jarak tempuh keseluruhan, kecepatan rata-rata jaringan jalan, dan penggunaan bahan bakar. Untuk data volume jam sibuk sendiri akan diolah lebih lanjut menjadi data unjuk kinerja lalu lintas terkait dengan V/C Ratio. Data V/C Ratio dan kecepatan pada masing-masing ruas jalan ditunjukkan dalam tabel 4.23. Sedangkan data kinerja jaringan

jalan terkait dengan waktu tempuh keseluruhan, jarak tempuh keseluruhan, kecepatan rata-rata jaringan jalan dan penggunaan BBM disajikan dalam tabel 4.24.

**Tabel 4.23** Data Output Model Kondisi Tanpa Lajur Parkir

NO	RUAS JALAN	KAPASITAS ( smp/jam )	VOLUME ( smp/jam )	V/C RATIO	KECEPATAN ( km/jam )
1	Jl. Imam Bonjol I	3.567	1.103	0,31	41,7
2	Jl. Indraprasta	5.082	1.769	0,35	50,0
3	Jl. Imam Bonjol II	3.497	1.558	0,45	31,0
4	Jl. Kapten Piere Tendeau	3.567	2.471	0,69	52,1
5	Jl. Pemuda Out	5.239	1.494	0,29	29,3
6	Jl. Pemuda In	5.453	3.238	0,59	48,2
7	Jl. Pemuda	6.004	3.813	0,64	56,0

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

**Tabel 4.24** Kinerja Jaringan Jalan Output Contram Kondisi Tanpa Lajur Parkir

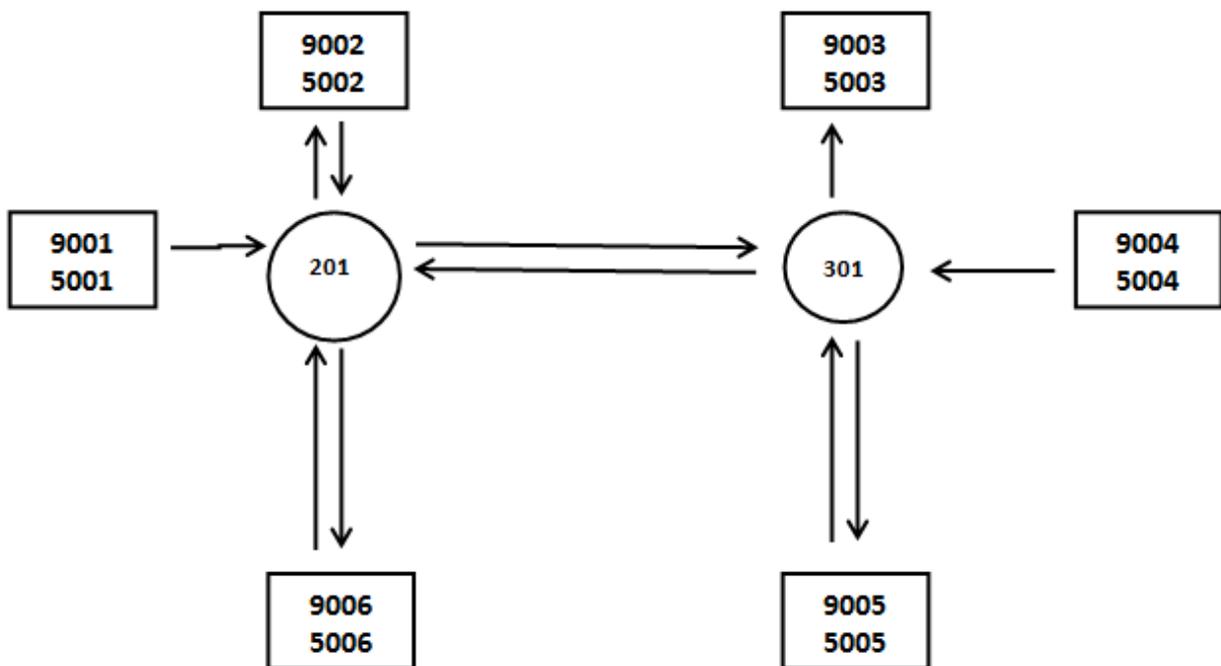
NO	VARIABEL YANG DIUKUR	TOTAL	SATUAN
1	Waktu Tempuh Keseluruhan	56	Jam
2	Jarak Tempuh Keseluruhan	2460,8	Km
3	Kecepatan Rata-rata	44	Km/Jam
4	Konsumsi Bahan Bakar	259	Liter

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

#### 4.4 Analisis Lalu Lintas Dua Arah Dengan Lajur Parkir

##### 4.4.1. Pola Lalu Lintas Dua Arah

Alternatif kedua yang dibuat untuk melakukan evaluasi kinerja dari manajemen rekayasa lalu lintas eksisting adalah model lalu lintas dua arah dengan menggunakan lajur parkir. Berbeda dengan model pengaturan lalu lintas sebelumnya, model pengaturan lalu lintas ini menerapkan pengaturan dengan lajur parkir di kanan kiri jalan yaitu pada ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendeau, dan ruas jalan Pemuda. Untuk ruas jalan Indraprasta, ruas jalan Imam Bonjol II, ruas jalan Pemuda In, dan ruas jalan Pemuda Out tetap mempergunakan pengaturan eksisting. Gambar imajiner pola arus lalu lintas pengaturan Alternatif II adalah pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Kodifikasi Jaringan Jalan Alternatif II

Keterangan kodifikasi jaringan jalan pada Alternatif II dengan menggunakan lajur parkir disajikan pada tabel 4.25, sedangkan tabel 4.26 untuk pembagian zona lalu lintasnya.

Tabel 4.25 Kodifikasi Jaringan Jalan Alternatif II

No	Link	Node		Nama Ruas
		Asal	Tujuan	
1	2011	5002	201	Jl Imam Bonjol I
2	2012	301	201	Jl Kapten Piere Tendean
3	2013	5006	201	Jl Imam Bonjol II
4	2014	5001	201	Jl Indraprasta
5	3022	5004	301	Jl Pemuda In
6	3023	5005	301	Jl Pemuda
7	3024	201	301	Jl Kapten Piere Tendean

Sumber : Hasil Analisis, 2022

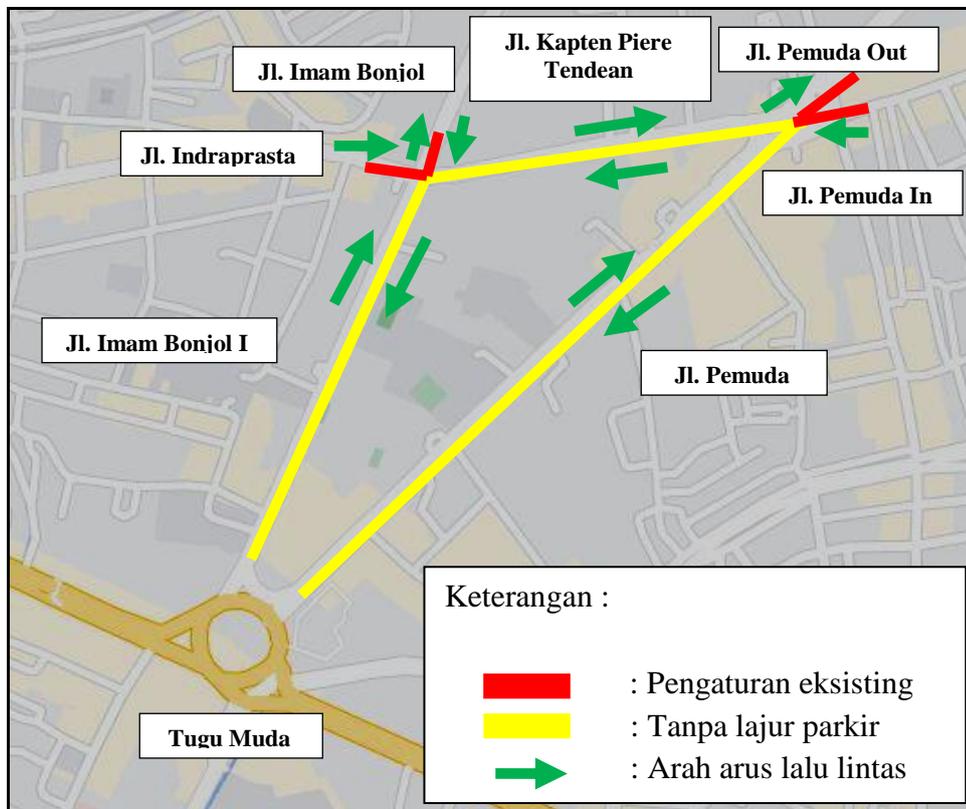
Kodifikasi jaringan jalan Alternatif II sama seperti sistem pengaturan dengan Alternatif I. Tidak ada perbedaan, tetap node simpang menjadi 201. Yang membedakan hanyalah pengukuran dari kapasitas jalan dikarenakan penambahan lajur parkir. Zona lalu lintas juga terdiri dari 6 zona, disesuaikan dengan pengaturan dua arah.

**Tabel 4.26** Pembagian Zona Lalu Lintas Alternatif II

No	Zona Lalu Lintas	Nomor	Deskripsi
1	1	5001 / 9001	Zona Indraprasta
2	2	5002 / 9002	Zona Imam Bonjol II
3	3	5003 / 9003	Zona Pemuda Out
4	4	5004 / 9004	Zona Pemuda In
5	5	5005 / 9005	Zona Pemuda
6	6	5006 / 9006	Zona Imam Bonjol I

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Peta pengaturan sistem dua arah Alternatif II dengan menggunakan lajur parkir yang disertai keterangan arah arus lalu lintas diperlihatkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pengaturan Lalu Lintas Alternatif II (Dengan Lajur Parkir)

#### 4.4.2. Kapasitas Jalan

Pada pengaturan lalu lintas yang Alternatif II ini yaitu penerapan sistem dua arah dengan penggunaan lajur parkir pada kanan kiri badan jalan, menyebabkan perbedaan penghitungan kapasitas jalan dari pengaturan lalu lintas Alternatif I tanpa menggunakan lajur parkir. Adapun perubahan itu mencakup perbedaan dari pada faktor penyesuaian untuk faktor penyesuaian lebar efektif jalan. Hal ini merupakan bentuk pengurangan dari lebar jalan yang digunakan pada kedua sisi luar dari badan jalan. Sehingga ruang untuk lalu lintas semakin berkurang dari Alternatif I. Data kapasitas ruas jalan dengan pengaturan Alternatif II disajikan pada tabel 4.27.

**Tabel 4.27** Kapasitas Ruas Jalan Kondisi Dengan Lajur Parkir

NO	RUAS JALAN	TIPE ARUS	LEBAR ( m )	KAPASITAS DASAR ( smp/jam )	FAKTOR PENYESUAIAN					KAPASITAS ( smp/jam )	KET.
					FCw	FCsp	FCsf	FCcs	FCks		
1	Jl. Imam Bonjol I	2/2 UD	13,1	2.900	1	1	0,86	1	1,02	2.544	2 Lajur Ka-Ki
2	Jl. Indraprasta	SSA	13	4.950	1,08	1	0,97	1	0,98	5.082	Non Parkir
3	Jl. Imam Bonjol II	2/2 UD	13,1	2.900	1	1	0,86	1	1	2.494	2 Lajur Ka-Ki
4	Jl. Kapten Piere Tendean	2/2 UD	14,3	2.900	1,14	1	0,86	1	1,02	2.900	2 Lajur Ka-Ki
5	Jl. Pemuda Out	SSA	14	4.950	1,08	1	1	1	0,98	5.239	Non Parkir
6	Jl. Pemuda In	SSA	15	4.950	1,08	1	1	1	1,02	5.453	Non Parkir
7	Jl. Pemuda	4/2 UD	16,8	6.000	0,91	1	0,86	1	1,02	4.790	2 Lajur Ka-Ki

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

#### 4.4.3. Matriks Bangkitan Tarikan Perjalanan Dengan Lajur Parkir

Secara keseluruhan dalam analisis bangkitan dan tarikan perjalanan dengan model pengaturan lalu lintas yang kedua tidak ada perbedaan satu pun dengan model pengaturan lalu lintas yang pertama. Dikarenakan panjang jalan yang digunakan untuk ruang lalu lintas tidak terdapat perbedaan dari model pengaturan lalu lintas yang pertama. Hal ini sesuai dengan prinsip penggunaan lalu lintas pada lintasan panjang jalan terpendek (*shortest path*) sebagaimana metode dipergunakan dalam aplikasi *Contram Release 5.09*.

OD Matriks yang dibuat berdasarkan jenis moda yang dibedakan menjadi 3 jenis yaitu moda mobil (*car*), moda bus (*bus*), dan moda truk (*truck*). Proses membuat beda ketiga jenis moda ini karena analisis pembebanan lalu lintas dari model kedua juga akan dilakukan dengan bantuan aplikasi *Contram Release 5.09*, seperti model yang pertama. OD Matriks model kedua adalah sebagai berikut pada tabel 4.28 untuk moda mobil (*car*), tabel 4.29 untuk jenis moda bus (*bus*), tabel 4.30 untuk moda truk (*truck*), dan tabel 4.31 untuk jumlah bangkitan dan tarikan secara keseluruhan semua moda.

##### a. Moda Mobil (*Car*) dan Konversi Sejenisnya

**Tabel 4.28** OD Matriks Moda Mobil (*Car*) Dengan Lajur Parkir

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	Total
5001	0	404	861	0	375	88	1.728
5002	0	0	69	0	76	84	229
5003	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	188	94	0	2.428	282	2.992
5005	0	103	269	0	0	0	372
5006	0	145	125	0	263	0	533
Total	0	840	1.418	0	3.142	454	5.854

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari tabel 4.28 dapat diketahui bahwa pergerakan zona ke zona secara keseluruhan untuk moda mobil dan konversi sejenisnya (sepeda motor dan sepeda) adalah sebesar 5.854 smp/jam.

b. Moda Bus (*Bus*)

**Tabel 4.29** OD Matriks Moda Bus (*Bus*) Dengan Lajur Parkir

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	Total
5001	0	4	5	0	3	0	12
5002	0	0	3	0	6	0	9
5003	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	0	0	0	219	0	219
5005	0	0	0	0	0	0	0
5006	0	38	51	0	34	0	123
Total	0	42	59	0	262	0	363

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari OD Matriks moda bus pada Alternatif II (tabel 4.29), dapat diketahui bahwa pergerakan zona per zona moda bus sebesar 363 smp/jam.

c. Moda Truk (*Lorry*)

**Tabel 4.30** OD Matriks Moda Truk (*Lorry*) Dengan Lajur Parkir

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	Total
5001	0	7	14	0	8	0	29
5002	0	0	1	0	0	0	1
5003	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	0	0	0	27	0	27
5005	0	0	0	0	0	0	0
5006	0	3	2	0	2	0	7
Total	0	10	17	0	37	0	64

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari tabel 4.30, moda truk untuk pergerakan zona ke zona pada Alternatif II adalah sebesar 64 smp/jam.

d. Jumlah Moda Keseluruhan

**Tabel 4.31** OD Matriks Moda Keseluruhan Dengan Lajur Parkir

OD	9001	9002	9003	9004	9005	9006	Total
5001	0	415	880	0	386	88	1.769
5002	0	0	73	0	82	84	239
5003	0	0	0	0	0	0	0
5004	0	188	94	0	2.674	282	3.238
5005	0	103	269	0	0	0	372
5006	0	186	178	0	299	0	663
Total	0	892	1.494	0	3.441	454	6.281

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Pergerakan zona ke zona untuk moda secara keseluruhan pada kondisi Alternatif II adalah sebesar 6.281 smp/jam.

#### 4.4.4. Volume Lalu Lintas

Setelah data OD Matriks model kedua pengaturan lalu lintas diolah dengan menggunakan aplikasi *Contram Release 5.09*, maka data output dari proses pembebanan model dapat didapatkan. Data yang didapat itu seperti halnya model pertama, yang salah satu target data yang didapat adalah volume lalu lintas pada jam sibuk. Data volume ini berdasarkan tingkat iterasi dari aplikasi *Contram Release 5.09*. Berdasarkan data output yang didapat, proses iterasi berlangsung dalam 3 tahap. Adapun data volume lalu lintas pada jam sibuk dengan pengaturan sistem dua arah dengan menggunakan jalur parkir adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.32** Volume Lalu Lintas Kondisi Dengan Lajur Parkir

NO	RUAS JALAN	TIPE ARUS	PANJANG		VOLUME JAM SIBUK ( smp/jam )
			( meter )	( km )	
1	Jl. Imam Bonjol I	2/2 UD	2.386,54	2,4	1.103
2	Jl. Indraprasta	SSA	100,00	0,1	1.769
3	Jl. Imam Bonjol II	2/2 UD	100,00	0,1	1.558
4	Jl. Kapten Piere Tendean	2/2 UD	487,39	0,5	2.471
5	Jl. Pemuda Out	SSA	50,00	0,05	1.494
6	Jl. Pemuda In	SSA	50,00	0,05	3.238
7	Jl. Pemuda	4/2 UD	2.756,46	2,8	3.813

Sumber : Hasil Analisis, 2022

#### 4.4.5. Kinerja Lalu Lintas

Data output dari aplikasi *Contram Release 5.09* berdasarkan model pengaturan lalu lintas yang kedua selain volume jam sibuk adalah kecepatan, waktu tempuh keseluruhan pada jam sibuk, jarak tempuh keseluruhan pada jam sibuk, kecepatan rata-rata jaringan jalan dan konsumsi bahan bakar kendaraan pada jaringan jalan yang diteliti. Untuk data volume pada jam sibuk sendiri digunakan untuk mengukur tingkat kinerja V/C Ratio dari ruas-ruas jalan yang diteliti. Dengan cara membagi antara volume yang didapat dari aplikasi *Contram*

*Release 5.09* dengan kapasitas ruas jalan yang menggunakan pengaturan dengan lajur parkir. Data perhitungan V/C Ratio dan data kecepatan ditampilkan pada tabel 4.33. Sedangkan data unjuk kinerja jaringan jalan berdasarkan model kedua dapat diperlihatkan pada tabel 4.34.

**Tabel 4.33** Data Output Model Kondisi Dengan Lajur Parkir

NO	RUAS JALAN	KAPASITAS ( smp/jam )	VOLUME ( smp/jam )	V/C RATIO	KECEPATAN ( km/jam )
1	Jl. Imam Bonjol I	2.544	1.103	0,43	41,5
2	Jl. Indraprasta	5.082	1.769	0,35	50,0
3	Jl. Imam Bonjol II	2.494	1.558	0,62	30,7
4	Jl. Kapten Piere Tendeau	2.900	2.471	0,85	50,2
5	Jl. Pemuda Out	5.239	1.494	0,29	29,3
6	Jl. Pemuda In	5.453	3.238	0,59	48,5
7	Jl. Pemuda	4.790	3.813	0,80	55,9

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

**Tabel 4.34** Kinerja Jaringan Jalan Output Contram Kondisi Dengan Lajur Parkir

NO	VARIABEL YANG DIUKUR	TOTAL	SATUAN
1	Waktu Tempuh Keseluruhan	51,7	Jam
2	Jarak Tempuh Keseluruhan	2.254,7	Km
3	Kecepatan Rata-rata	43,6	Km/Jam
4	Konsumsi Bahan Bakar	242,4	Liter

*Sumber : Hasil Analisis, 2022*

## 4.5 Pembahasan

### 4.5.1. Perbandingan Kinerja Lalu Lintas

Setelah dilakukan analisis pada manajemen rekayasa lalu lintas kondisi Sistem Satu Arah (SSA) eksisting, Alternatif I yaitu pengaturan lalu lintas tanpa lajur parkir, dan Alternatif II terkait pengaturan lalu lintas dengan lajur parkir maka akan didapat perbandingan dari unjuk kinerja lalu lintas. Data unjuk kinerja lalu lintas terdiri dari data variabel-variabel lalu lintas yang terdiri dari V/C Ratio, kecepatan, waktu tempuh jaringan jalan, jarak tempuh jaringan jalan, kecepatan rata-rata, dan konsumsi bahan bakar. Untuk menentukan sistem manajemen

rekayasa lalu lintas yang mana yang mempunyai kinerja lalu lintas yang paling baik maka ditampilkan komparasi data kinerja lalu lintas dari masing-masing sistem pengaturan lalu lintas yang telah berhasil didapat dari proses analisis.

Data perbandingan kinerja lalu lintas pada masing-masing ruas jalan yang meliputi kinerja V/C Ratio dan kinerja kecepatan ruas jalan disajikan pada tabel 4.35.

**Tabel 4.35** Perbandingan V/C Ratio dan Kecepatan Kondisi Eksisting, Alternatif I, dan Alternatif II

NO	RUAS JALAN	EKSISTING			ALTERNATIF 1			ALTERNATIF 2		
		V/C RATIO	KEC*	LOS	V/C RATIO	KEC*	LOS	V/C RATIO	KEC*	LOS
1	Jl. Imam Bonjol I	0,22	50,7	B	0,31	41,7	B	0,43	41,5	B
2	Jl. Indraprasta	0,35	50,0	B	0,35	50,0	B	0,35	50,0	B
3	Jl. Imam Bonjol II	0,27	44,9	B	0,45	31,0	C	0,62	30,7	C
4	Jl. Kapten Piere Tendean	0,49	56,8	C	0,69	52,1	C	0,85	50,2	E
5	Jl. Pemuda Out	0,29	29,3	B	0,29	29,3	B	0,29	29,3	B
6	Jl. Pemuda In	0,58	48,7	C	0,59	48,2	C	0,59	48,5	C
7	Jl. Pemuda	0,54	55,9	C	0,64	56,0	C	0,80	55,9	D

Sumber : Hasil Analisis, 2022

(\* satuan kecepatan dalam km/jam)

Berdasarkan tabel 4.35, *level of service* (LOS) atau tingkat pelayanan lalu lintas ditentukan dari nilai V/C Ratio berdasarkan karakteristik tingkat pelayanan pada tabel 2.9 (Bab II). Sedangkan perbandingan kinerja jaringan jalan secara keseluruhan ditampilkan pada tabel 4.36.

**Tabel 4.36** Perbandingan Kinerja Jaringan Jalan Kondisi Eksisting, Alternatif I, dan Alternatif II

NO	VARIABEL YANG DIUKUR	EKSISTING		ALTERNATIF 1		ALTERNATIF 2	
1	Waktu Tempuh Keseluruhan	48,2	Kend-Jam	56	Kend-Jam	51,7	Kend-Jam
2	Jarak Tempuh Keseluruhan	2.285,6	Kend-Km	2.460,8	Kend-Km	2.254,7	Kend-Km
3	Kecepatan Rata-rata	47,5	Km/Jam	44	Km/Jam	43,6	Km/Jam
4	Konsumsi Bahan Bakar	233,9	Liter	259	Liter	242,4	Liter

Sumber : Hasil Analisis, 2022

#### 4.5.2. Pembahasan

Setelah dilakukan komparasi data, maka didapat hasil sebagai berikut:

- a. Untuk V/C Ratio, ruas jalan Kapten Piere Tendean yang merupakan ruas jalan yang berada di tengah-tengah pada jaringan jalan yang diteliti atau disimulasikan, memiliki tingkat kenaikan signifikan dari kondisi eksisting jika dibandingkan dengan Alternatif I dan Alternatif II. Pada kondisi eksisting V/C Ratio 0,49 dan LOS C, kondisi Alternatif I sebesar 0,69 dan LOS C dan untuk Alternatif II sebesar 0,82 dan LOS E. Demikian juga untuk ruas-ruas jalan yang lainnya.
- b. Dengan menggunakan cara yang sama seperti pembahasan V/C Ratio, didapatkan kecepatan rata-rata ruas jalan Kapten Piere Tendean didapatkan nilai yang semakin menurun dari kondisi eksisting, Alternatif I dan Alternatif II. Pada kondisi eksisting kecepatannya sebesar 56,8 Km/Jam, kondisi Alternatif I kecepatannya sebesar 52,1 Km/Jam dan kondisi Alternatif II kecepatan rata-ratanya sebesar 50,2 Km/Jam. Demikian halnya dengan ruas-ruas jalan yang lain, kecepatannya juga mengalami penurunan dari kondisi eksisting, Alternatif I, dan Alternatif II.
- c. Untuk waktu tempuh keseluruhan pada jaringan jalan, didapatkan hasil pada kondisi eksisting waktu tempuh keseluruhan kendaraan dalam satu jam sibuk sebesar 48,2 jam, untuk kondisi Alternatif I waktu tempuh keseluruhan kendaraan dalam jaringan jalan sebesar 56 jam dan untuk kondisi Alternatif II waktu tempuh yang digunakan untuk keseluruhan kendaraan dalam menggunakan jaringan jalan pada jam sibuk sebesar 51,7 jam.
- d. Untuk jarak tempuh keseluruhan, kondisi eksisting didapatkan hasil bahwa seluruh kendaraan dalam jaringan jalan pada jam sibuk menempuh jarak 2.285,6 km, sedangkan kondisi Alternatif I dengan sistem dua arah tanpa parkir menempuh jarak sebesar 2.460,8 km, dan juga kondisi Alternatif II semua kendaraan dalam jaringan jalan menempuh jarak sebesar 2.254,7 km.

- e. Untuk kecepatan rata-rata dalam jaringan jalan, kondisi pengaturan lalu lintas eksisting Sistem Satu Arah (SSA) mempunyai kecepatan rata-rata sebesar 47,5 km/jam, pada kondisi Alternatif I mempunyai kecepatan rata-rata sebesar 44 km/jam, dan kondisi Alternatif II mempunyai kecepatan rata-rata sebesar 43,6 km/jam.
- f. Konsumsi bahan bakar kendaraan pada jaringan jalan untuk jam sibuk, didapatkan data analisis bahwa pada kondisi eksisting membutuhkan 233,9 liter, sedangkan pada kondisi Alternatif I seluruh kendaraan pada jaringan jalan telah menghabiskan bahan bakar sebesar 259 liter, dan untuk kondisi Alternatif II pada sistem pengaturan lalu lintas dua arah dengan jalur parkir menghabiskan bahan bakar sebesar 242,4 liter.
- g. Untuk setiap variabel yang diukur mempunyai keterkaitan satu sama yang lain, semakin efektif dan efisien suatu pengaturan jaringan jalan maka akan didapat waktu tempuh yang seminimal mungkin. Tidak berlaku untuk jarak tempuh, jika jarak tempuh pendek tetapi ruang lalu lintas yang dipakai terdapat hambatan samping maka waktu tempuhnya semakin lama.
- h. Dari tabel 4.36, terdapat korelasi positif antara waktu tempuh dengan kecepatan. Semakin tinggi kecepatan rata-rata jaringan jalan, maka semakin kecil waktu tempuhnya. Demikian juga untuk konsumsi bahan bakar, semakin kecil waktu tempuh maka konsumsi bahan bakar juga semakin efektif dan efisien.
- i. Berdasarkan analisis secara keseluruhan, maka pelayanan lalu lintas pada kondisi Sistem Satu Arah (SSA) eksisting memiliki kinerja secara mikro (ruas jalan) yaitu V/C Ratio dan kecepatan ruas yang paling baik jika dibandingkan Alternatif I dan Alternatif II. Demikian juga untuk kinerja secara makro (jaringan jalan) yang terdiri dari variabel waktu tempuh keseluruhan, jarak tempuh keseluruhan, kecepatan rata-rata jaringan jalan, dan konsumsi bahan bakar memiliki nilai yang paling baik jika dibandingkan Alternatif I dan Alternatif II.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilaksanakan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pelayanan lalu lintas Sistem Satu Arah (SSA) pada ruas jalan Imam Bonjol kondisi eksisting mempunyai unjuk kinerja ruas jalan V/C Ratio 0,22 (LOS B) dengan kecepatan 50,7 km/jam, ruas jalan Kapten Piere Tendean V/C Ratio 0,49 (LOS C) dengan kecepatan 56,8 km/jam, dan ruas jalan Pemuda V/C Ratio 0,54 (LOS C) dengan kecepatan 55,9 km/jam. Unjuk kinerja jaringan jalan secara keseluruhan pada kondisi eksisting adalah waktu tempuh 48,2 kend-jam, jarak tempuh 2.285,6 kend-km, kecepatan jaringan 47,5 km/jam, dan konsumsi bahan bakar 233,9 liter.
- b. Uji layanan lalu lintas Alternatif I pada ruas jalan Imam Bonjol mempunyai unjuk kinerja ruas jalan V/C Ratio 0,31 (LOS B) dengan kecepatan 41,7 km/jam, ruas jalan Kapten Piere Tendean V/C Ratio 0,69 (LOS C) dengan kecepatan 52,1 km/jam, dan ruas jalan Pemuda V/C Ratio 0,64 (LOS C) dengan kecepatan 56 km/jam. Unjuk kinerja jaringan jalan secara keseluruhan pada Alternatif I adalah waktu tempuh 56 kend-jam, jarak tempuh 2.460,8 kend-km, kecepatan jaringan 44 km/jam, dan konsumsi bahan bakar 259 liter.
- c. Hasil uji layanan lalu lintas Alternatif II pada ruas jalan Imam Bonjol mempunyai unjuk kinerja ruas jalan V/C Ratio 0,43 (LOS B) dengan kecepatan 41,5 km/jam, ruas jalan Kapten Piere Tendean V/C Ratio 0,85 (LOS E) dengan kecepatan 50,2 km/jam, dan ruas jalan Pemuda V/C Ratio 0,80 (LOS D) dengan kecepatan 55,9 km/jam. Unjuk kinerja jaringan jalan secara keseluruhan pada Alternatif II adalah waktu tempuh 51,7 kend-jam, jarak tempuh 2.254,7 kend-km, kecepatan jaringan 43,6 km/jam, dan konsumsi bahan bakar 242,4 liter.

- d. Sistem Satu Arah (SSA) yang saat ini diberlakukan (kondisi eksisting) mempunyai tingkat kinerja yang paling baik jika dibandingkan dengan Alternatif I dan Alternatif II. Hal ini memperlihatkan kinerja secara mikro (ruas jalan) dan makro (jaringan jalan) penggunaan Sistem Satu Arah (SSA) untuk saat ini (eksisting) masih sangat baik.

## **5.2 Saran**

- a. Untuk menjaga kinerja jaringan jalan tetap baik pada pemberlakuan manajemen rekayasa lalu lintas Sistem Satu Arah (SSA) di Kawasan CBD Tugu Muda Semarang yaitu ruas jalan Imam Bonjol, ruas jalan Kapten Piere Tendean, dan ruas jalan Pemuda, perlu dilakukan evaluasi rutin unjuk kinerja tiap tahunnya.
- b. Kegiatan manajemen rekayasa yang diperlukan antara lain tetap memonitor operasional lalu lintas terutama untuk meminimalisir hambatan samping yang mungkin terjadi, contohnya yaitu parkir di badan jalan, menyeberang seenaknya, tumbuhnya PKL yang menggunakan trotoar dan badan jalan, dan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, K.I., Ben-Akiva, M.E., Koutsopoulos, H.N., and Mishalani, R.G. (1996): Models of Freeway Lane Changing And Gap Acceptance Behavior. *Proceedings of The 13<sup>th</sup> International Symposium on Transportation and Traffic Theory*. France.
- Alamsyah, Alik A. (2008): *Rekayasa Lalu Lintas, Edisi Revisi*. Malang : UPT UMM.
- Anwar, A.C. (2011): *Kajian Mengenai Kapasitas dan Pelayanan Terminal Terhadap Kinerja Antrian dan Akses Terminal (Studi Kasus : Terminal Tipe A Mahir Mahar Kota Palangka Raya)*. Program Diploma IV Transportasi Darat, STTD. Bekasi.
- Archer, J., and Kosonen. I. (2000): *The Potential of Micro-Simulation Modelling in Relation to Traffic Safety Assesment*. Conference Presentation, ESS Conference 2000 Proceedings. Germany.
- Aryawan, A.H. dan Sardjito. (2018): Analisa Tingkat Pelayanan Jalan Raya Kalirungkut dengan Adanya Kegiatan Pusat Perbelanjaan Transmart Rungkut, Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 7 (2), 2337-3539 (2301-9271 Print).
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2021): *Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin (Jiwa), 2017 – 2019*. Semarang. Diakses tanggal 22 Juni 2021 dari-- <http://www.semarangkota.bps.go.id/indicator/12/78/1/jumlahpenduduk-menurut-jenis-kelamin.html>.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1997): *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Sweroad & Bina Karya*
- Departemen Perhubungan. (2009): *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta.

- Devi, A.S., Putro, S., dan Hariyanto. (2012): *Tingkat Kemacetan Lalu Lintas Ruas Jalan Semarang – Demak Kecamatan Genuk Kota Semarang*. Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang. Semarang. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/geoimage>.
- Dewi, A.P., Syafrudin, dan Riyanto, B. (2019): Analisis Kinerja Jalan Satu Arah di Kecamatan Semarang Tengah, Kota Semarang. *Warta Penelitian Perhubungan 2019*, 31 (2) : 55 – 66. Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. (1997): *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib*. Departemen Perhubungan. Jakarta.
- Hidayat, N.W. (2011): *Aplikasi Program Contram (Continuous Traffic Assignment Model)*. Pusdiklat Perhubungan Darat.
- Hasrul, M. Reza. (2017): *Analisis Pembebanan Pergerakan Pada Jaringan Jalan di Kota Makasar Berbasis Aplikasi EMME*. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makasar.
- Lin, D., Yang, X., and Gao, C. (2013): Vissim-based Simulation Analysis on Road Network of CBD in Beijing, China. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 96 (2013): 461 – 472. 13th COTA International Conference of Transportation Professionals (CICTP 2013).
- Mayasari, Rika. (2009): *Analisis Efektivitas Lampu Lalu Lintas di Kota Surakarta*. Program Studi Pendidikan Geografi, Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Milam, R.T. and Choa, F. (2000): *Recommended Guideline for The Calibration and Validation of Traffic Simulation Models*. Fehr and Peers Associates Inc, Roseville, CA, USA.

- Ningsih, Dewi H.V. (2010): Analisa Optimasi Jaringan Jalan Berdasar Kepadatan Lalulintas di Wilayah Semarang dengan Berbantuan Sistem Informasi Geografi (Studi Kasus Wilayah Dati II Semarang). *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik Volume XI, No.2, Juli 2010 : 121 – 135. ISSN : 0854 – 9524.*
- Nurdjanah, Nunuj. (2013): *Biaya BBM Akibat Kemacetan di Persimpangan Wilayah Jabodetabek.* Puslitbang Perhubungan Darat dan Perkeretaapian. Jakarta.
- Osleeb, J. P. and Moellering, H. (1976): *Transplan : an Interactive Geographic Information System for The Design and Analysis of Urban Transit Systems.* Department of Geography, Ohio State University. Columbus.
- Pebriyetti, S., Widodo, S., dan Akhmadali. (2017): *Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jalan Veteran, Gajahmada, Pahlawan, dan Budi Karya Pontianak, Kalimantan Barat).* Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Priya, H.K., Shankar, K.V.R.R., Prasad, C.S.R.K., and Reddy, T.S. (2013): Evaluation of Area Traffic Management Measures using Microscopic Simulation Model. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 104 (2013): 815 – 824.* 2nd Conference of Transportation Research Group of India (2nd CTRG).
- Ragab, M., and El-Naga, I.A. (2019): Measures to Improve Traffic Operations at Signalized Intersections in Urban Areas. *International Journal for Traffic and Transport Engineering, 9(4): 408 – 418.*
- Santosa, R., Herijanto, W., dan Widyastuti, H. (2013): Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Persimpangan Sepanjang Jl. A. Yani Sisi Barat Akibat Pembangunan Frontage Road. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII.* Program Studi MMT-ITS, Teknik Sipil FTSP ITS. Surabaya. ISBN : 978-602-97491-7-5.

- Sekolah Tinggi Transportasi Darat. (2011): *Modul Diklat Manajemen Lalu Lintas*. Sekolah Tinggi Transportasi Darat. Bekasi.
- Sudaryono. (2012): *Statistika Probabilitas (Teori dan Aplikasi)*. Yogyakarta : Penerbit Andi Yogyakarta.
- Sugiyanto, G., Malkhamah, S., Munawar, A., dan Sutomo, H. (2011): Pengembangan Model Biaya Kemacetan Bagi Pengguna Mobil Pribadi di Daerah Pusat Perkotaan Yogyakarta. *Jurnal Transportasi*, 11 (2), 87-94.
- Suhartono, Tjokrorahardjo, C., dan Setiawan, R. (2015): *Simulasi Manajemen Lalu Lintas Untuk Meningkatkan Kinerja Jaringan Jalan Raya Jemursari dan Jalan Margorejo Indah*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra.
- Sukmadinata, N.S. (2013): *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Tamin, Ofyar Z. (2000): *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Edisi Kedua*, 227-270. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Tjahjono, Tri. (1995): *Kursus Singkat Manajemen Lalu Lintas*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Trinanda, Aditya. (2011): *Modul Aplikasi Transportasi Contram (Continues Traffic Assignment Model)*. STTD Bekasi.
- Ulfah, Marissa. (2017): *Mikrosimulasi Lalu Lintas pada Simpang Tiga dengan Software Vissim (Studi Kasus : Simpang Jl. A.P. Pettarani – Jl. Let. Jend. Hertasning dan Simpang Jl. A.P. Pettarani – Jl. Rappocini Raya)*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Zhou, H., and Huang, F. (2013): Development of Traffic Safety Evaluation Method Based on Simulated Conflicts at Signalized Intersections. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 96 (2013) 881 – 885. 13th COTA International Conference of Transportation Professionals (CICTP 2013).