

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL (STUDI KASUS : JALAN TENTARA PELAJAR – KEDUNG MUNDU SEMARANG)

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan

Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh :

Ayu Indraswari Pramudita

Mayang Kaila Pramesti

NIM : 30201900048

NIM : 30201900111

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL
(STUDI KASUS : JALAN TENTARA PELAJAR – KEDUNG MUNDU
SEMARANG)



Ayu Indraswari Pramudita

NIM : 30201900048



Mayang Kaila Pramesti

NIM : 30201900111

Telah disetujui dan disahkan di Semarang Juli 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1.	Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D	
	NIDN : 0605016802	
2.	Juny Andry Sulistyo., ST., MT	
	NIDN : 0611118903	
3.	Ir. Gata Dian Asfari, MT	
	NIDN : 0610118101	

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No. 41 / A.2 / SA – T / III / 2023

Pada hari ini tanggal 7 Agustus 2023 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping :

1. Nama : Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D
Jabatan Akademik : Dekan Fakultas Teknik Unissula
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Juny Andry Sulisty, ST., MT
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir.

Ayu Indraswari Pramudita

Mayang Kaila Pramesti

NIM : 30201900048

NIM : 30201900111

Judul : Analisis Kinerja Simpang Tiga Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu Semarang)

Dengan tahap ini sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan Dosen Pembimbing	14/03/2023	ACC
2	Seminar Proposal	29/05/2023	ACC
3	Pengumpulan Data	24/06/2023	ACC
4	Analisis Data	29/06/2023	ACC
5	Penyusunan Laporan	1/07/2023	ACC
6	Selesai Laporan	4/9/2023	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak – pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

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

Juny Andry Sulisty, ST, MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahtar, ST., M.Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

1. NAMA : Ayu Indraswari Pramudita
NIM : 30201900048
2. NAMA : Mayang Kaila Pramesti
NIM : 30201900111

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“Analisis Kinerja simpang Tiga Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu Semarang”

Benar bebas plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 7 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,

Yang membuat pernyataan,

Ayu Indraswari Pramudita

Mayang Kaila Pramesti

NIM : 30201900048

NIM : 30201900111

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

1. NAMA : Ayu Indraswari Pramudita

NIM : 30201900048

2. NAMA : Mayang Kaila Pramesti

NIM : 30201900111

JUDUL TUGAS AKHIR : Analisis Kinerja simpang Tiga Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu Semarang)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli kami sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini kami buat.

Semarang, 7 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,

Yang membuat pernyataan,

Ayu Indraswari Pramudita

Mayang Kaila Pramesti

NIM : 30201900048

NIM : 30201900111

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ ۚ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُ هُمُ الْفَاسِقُونَ

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik” (QS. Ali ‘Imran ayat 110)

وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

"Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga." (HR Muslim , no. 2699)

مَنْ تَعَلَّمَ عِلْمًا مِمَّا يُتَنَعَى بِهِ وَجْهُ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ لَا يَتَعَلَّمُهُ إِلَّا لِيُصِيبَ بِهِ عَرَضًا مِنَ الدُّنْيَا لَمْ يَجِدْ عَرَفَ الْجَنَّةَ يَوْمَ الْقِيَامَةِ

"Barangsiapa yang mempelajari ilmu yang dengannya dapat memperoleh keridhoan Allah SWT, (tetapi) ia tidak mempelajarinya kecuali untuk mendapatkan kesenangan duniawi, maka ia tidak akan mendapatkan harumnya surga di hari kiamat nanti." (HR Abu Daud)

مَنْ خَرَجَ جَفِطَ أَلْبَابُ الْعِلْمِ فَهُوَ فِ سَبِيلِ اللَّهِ حَتَّى يَرْجِعَ سُلْطَانُ أَصْوَحِ الْإِسْلَامِيَّةِ

"Barang siapa keluar dalam rangka menuntut ilmu, maka dia berada di jalan Allah sampai ia kembali." (HR Tirmidzi)

تَعَلَّمُوا وَاعْلَمُوا وَتَوَاضَعُوا لِلْمُعَلِّمِ كُلِّكُمْ وَلْيَلُوا لِمُعَلِّمِكُمْ (رَوَاهُ الطَّبْرَانِيُّ)

“Belajarlah kamu semua, dan mengajarlah kamu semua, dan hormatilah guru-gurumu, serta berlaku baiklah terhadap orang yang mengajarkanmu.” (HR Thabrani)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan alam semesta yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya dan juga para pengikutnya. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, hidayah, rizekinya sehingga atas izin dan karunianya tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Bapak Mas'adi dan Ibu Sri Yuliati, yang telah memberikan semua dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran, do'a dan segalanya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D. dan Bapak Juny Andry Sulistyo, ST, MT yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membimbing kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA, terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
5. Adik saya Muhamad Khoiruz Zaid Taqwa dan sepupu saya Maria Maulida yang telah memberi dukungan dan mendoakan saya.
6. Teruntuk Alm. Nenek saya Ibu Rosyidah dan Paman saya tercinta Alm. Bapak Miyanto yang telah dipanggil terlebih dahulu sebelum menyaksikan saya lulus sarjana. Terimakasih selalu memberikan motivasi, dukungan dan kasih sayang selayaknya orang tua.
7. Saya sangat berterima kasih kepada Hanif Ahmadsyah yang telah kebersamaan pada proses pengerjaan skripsi. Terimakasih telah menjadi bagian perjalanan saya hingga saat ini.
8. Sahabat sekaligus partner laporan tugas akhir saya Mayang Kaila Pramesti, terimakasih atas waktu dan semangatnya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Ayu Indraswari Pramudita

NIM : 30201900048

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan pemilik jiwa dan alam semesta yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya dan juga para pengikutnya. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, hidayah, rizekinya sehingga atas izin dan karunianya tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Bapak saya Jumadi dan Ibu saya Natalia, yang telah memberikan semua dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran, do'a dan segalanya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D. dan Bapak Juny Andry Sulistyo, ST, MT, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membimbing kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil UNISSULA, terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
5. Adik saya Raka Bahari Aldinata yang telah memberi dukungan dan mendoakan saya.
6. Sahabat sekaligus partner laporan tugas akhir saya Ayu Indraswari Pramudita, terimakasih atas waktu dan semangatnya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teruntuk sahabat saya “ KONTRAAN PAPAT” Hazlinda, Meiya, dan Indah ,terima kasih atas doa, dukungan, dan segala bantuannya.

Mayang Kaila Pramesti

NIM : 30201900111

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya laporan Tugas Akhir ini dapat terselasaikan dengan baik tentang “Analisis Lalu Lintas di Persimpangan Bersinyal di Jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu Semarang”, guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik Sipil di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini, yaitu:

1. Bapak M. Rusli Ahyar, ST., M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Bapak Juny Andry Sulisty, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya, semoga tugas akhir ini bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembacanya.

Semarang, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batas Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II.....	4
2.1 Simpangan.....	4
2.1.1 Kapasitas Persimpangan.....	4
2.1.2 Jenis-jenis Simpang.....	4
2.2 Kinerja Simpang Bersinyal	5
2.3 Data Masukan.....	6
2.3.1 Kondisi Arus Lalu Lintas	6
2.3.2 Kondisi Geometrik dan Kondisi Lingkungan	7
2.4 Penggunaan Sinyal	7
2.4.1 Fase Sinyal	7
2.4.2 Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang.....	7
2.5 Penentu Waktu Sinyal	9

2.5.1 Tipe Pendekat.....	9
2.5.2 Arus Jenuh Dasar	9
2.5.3 Faktor Penyesuaian	10
2.5.4 Rasio Arus/Arus Jenuh.....	15
2.5.5 Waktu Siklus	16
2.5.6 Kapasitas	17
2.5.7 Derajat Kejenuhan.....	18
2.5.8 Perilaku Lalu Lintas	18
2.5.9 Tundaan.....	20
2.5.10 Tingkat Pelayanan.....	22
2.5.11 Ringkasan Jurnal	24
BAB III.....	26
3.1 Pendahuluan.....	26
3.2 Perlengkapan Penelitian.....	26
3.3 Bagan Alur Penelitian	27
3.4 Survei Pendahuluan	28
3.4.1 Lokasi Penelitian	28
3.5 Studi Pustaka.....	28
3.6 Pengumpulan Data	29
3.6.1 Data Primer.....	29
3.6.2 Data Sekunder.....	30
3.6.3 Pengolahan dan Penyajian Data.....	35
3.6.4 Analisis Data dan Pembahasan.....	35
3.6.5 Penarikan Kesimpulan.....	36
BAB IV	37
4.1 Umum	37
4.2 Arus Lalu Lintas	37
4.3 Parameter Perhitungan Persimpangan	40
4.4 Kapasitas Jalan Terhadap Kendaraan di Simpang Tiga.....	56
4.5 Solusi Kepadatan Kendaraan di Simpang Tiga.....	56
BAB V.....	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Ekvivalen Pada Tiap Pendekat Untuk Simpang Bersinyal	6
Tabel 2. 2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau.....	7
Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian	10
Tabel 2. 4 Faktor Hambatan Samping.....	10
Tabel 2. 5 Waktu Siklus Layak	16
Tabel 2. 6 Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal (Berdasarkan Nilai Tundaan).....	23
Tabel 2. 7 Ringkasan Jurnal	24
Tabel 3. 1 Jumlah Penduduk Kota Semarang Tahun 2020-2022.....	31
Tabel 3. 2 Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor di Provinsi Jawa Tengah.....	33
Tabel 3. 3 Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor di Provinsi Jawa Tengah.....	34
Tabel 4. 1 Data Arus Lalu Lintas Pada Hari Kerja Kamis Sore	38
Tabel 4. 2 Data Survei Arus Lalu Lintas Bermotor	39
Tabel 4. 3 Perhitungan Arus Sesungguhnya (S)	40
Tabel 4. 4 Perhitungan Arus Jenuh (S_0).....	41
Tabel 4. 5 Nilai Faktor Kelandaian.....	41
Tabel 4. 6 Perhitungan Faktor Belok Kiri dan Kanan.....	42
Tabel 4. 7 Perhitungan <i>Lost Time</i> (LT)	43
Tabel 4. 8 Perhitungan Rasio Arus Penumpang	44
Tabel 4. 9 Data Waktu Sinyal di Lapangan Sebelum	44
Tabel 4. 10 Waktu Hijau	46
Tabel 4. 11 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)	47
Tabel 4. 12 Tundaan Pagi	51
Tabel 4. 13 Tundaan Siang.....	51
Tabel 4. 14 Tundaan Sore	52
Tabel 4. 15 Indeks Tingkat Pelayanan Pagi.....	52
Tabel 4. 16 Indeks Tingkat Pelayanan Siang	52
Tabel 4. 17 Indeks Tingkat Pelayanan Sore.....	53

Tabel 4. 18 Pertumbuhan Lalu Lintas Kota Semarang Tahun 2018-2022.....	53
Tabel 4. 19 Pertumbuhan Arus Lalu Lintas	54
Tabel 4. 20 Pertumbuhan Lalu Lintas Saat Ini.....	54
Tabel 4. 21 Pertumbuhan Lalu Lintas 5 Tahun Mendatang.....	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arus Jenuh Dasar Untuk Pendekat Tipe P	9
Gambar 2. 2 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (FG)	11
Gambar 2. 3 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir Dan Lajur Belok Kiri ..	12
Gambar 2. 4 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Belok Kanan (FRT)	13
Gambar 2. 5 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Belok Kiri (FLT).....	14
Gambar 2. 6 Rasio Arus Simpang IFR.....	16
Gambar 2. 7 Jumlah Kendaraan Antri Dari Fase Hijau Sebelumnya	18
Gambar 2. 8 Perhitungan Jumlah Antrian (NQ MAX) dalam smp.....	20
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	28
Gambar 4. 1 Denah Lokasi Survei	37
Gambar 4. 2 Fase Waktu Sinyal.....	45
Gambar 4. 3 Waktu Sinyal Hijau Kuning Merah.....	45
Gambar 4. 4 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas 5 Tahun Mendatang.....	54
Gambar 4. 5 Grafik Pelayanan 5 Tahun Mendatang.....	55



**ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL
(STUDI KASUS : JALAN TENTARA PELAJAR – KEDUNG MUNDU
SEMARANG)**

Abstrak

Transportasi adalah salah satu indikator penting dalam acuan kemajuan pembangunan pada suatu daerah ataupun suatu kota, dengan tingkat pelayanan transportasi yang baik akan membuat kota tersebut menjadi kota yang maju. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari kinerja persimpangan berdasarkan derajat kejenuhan, tundaan, dan panjang antrian, mengetahui kinerja simpang pada saat jam sibuk.

Acuan yang dipakai dalam menganalisis kinerja simpang adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Pada penelitian ini menggunakan metodologi kuantitatif dengan penelitian secara langsung di lapangan. Pada penelitian menggunakan cctv dan Go-Pro sebagai alat bantu analisis di lapangan.

Berdasarkan penelitian pada simpang jalan Tentara Pelajar – Kedung mundu diketahui bahwa masing – masing pendekatan mempunyai derajat kejenuhan untuk pendekatan selatan sebesar 0,61, pendekatan barat 0,51, pendekatan timur 0,53, dengan demikian nilai derajat kejenuhan pada Simpang Tiga Jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu $>0,5$, ini berarti tingkat kapasitas jalan sudah berada pada tingkat kejenuhan yang merupakan tingkat pelayanan simpang C. Panjang antrian tertinggi dihasilkan pada pendekatan selatan sebesar 228,67 m. Tundaan rata-rata simpang didapat adalah 23 det/smp dan masuk tingkat pelayanan simpang (LOS) dengan tingkat C ($< 40 - 60$ det/smp)

Kata Kunci : Transportasi, MKJI 1997, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan

PERFORMANCE ANALYSIS OF THE SIGNALING THREE JUNCTIONS
(CASE STUDY : TENTARA PELAJAR – KEDUNG MUNDU ROAD
SEMARANG)

ABSTRACT

Transportation is one of the important indicators in reference to the progress of development in the area or a city. With a good level of transportation service it will make the city a developed city. The purpose of this study is to find the intersection performance based on degree saturation, delay, and queue length, knowing the performance of the intersection during peak hours.

The reference used in analyzing the performance of the intersection is the 1997 Indonesian Highway Capacity Manual. In this study, a quantitative methodology was used with direct research in the field. On research using CCTV and Go-Pro as analytical tools in the field.

Based on research on the Tentara Pelajar – Kedung Mundu road junction, it is known that each approach has a degree of saturation for the southern approach of 0,61, for the western approach 0,51, for the east approach 0,53, therefore value of the degree of saturation of the intersection of three Tentara Pelajar – Kedung Mundu roads $> 0,5$, this means that the level of road capacity is already at the saturation level which is the service level for intersection C. The highest queue length is produced on the south approach of 228,67 m. the average delay obtained at the intersection is 23 sec/smp and enters the intersection service level (LOS) with level C ($< 40-60$ sec/smp)

Keywords : Transportation, MKJI 1997, degree of saturation, queue length, delay.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah salah satu indikator penting dalam acuan kemajuan pembangunan pada suatu daerah ataupun suatu kota dengan tingkat pelayanan transportasi yang baik akan membuat kota tersebut menjadi kota yang maju (Zainul Arifin, 2015). Pertumbuhan Kota Semarang sebagai Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah lebih cepat dibandingkan daerah lainnya, hal ini menyebabkan Kota Semarang pun tak luput dari masalah-masalah perkotaan, yakni mulai dari masalah pertumbuhan, jumlah penduduk, masalah laju urbanisasi, masalah tata guna lahan dan kawasan, masalah rob dan banjir tiap tahun, serta masalah transportasi.

Pada Persimpangan Jalan Tentara Pelajar Segmen Jalan Depan Pasar Mrican Semarang sering mengalami kemacetan yang tidak hanya terjadi pada jam-jam puncak. Persimpangan jalan tersebut merupakan salah satu jalan pusat kota maupun alternatif. Dengan demikian jalan tersebut sangat berperan penting dalam melayani arus lalu lintas yang cukup besar. Geometrik jalan yang cenderung naik turun dari jalan kedungmundu ke arah Jalan Tentara Pelajar juga menjadi pengaruh dalam kelajuan kendaraan, traffic light yang tidak efisien serta banyaknya Petugas tidak resmi yang berkeliaran dalam penyebrangan pengendara justru menjadi kemacetan pada persimpangan ini.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka penulis akan melakukan penelitian dan analisis kinerja pada Persimpangan Kota Semarang. Untuk menganalisis Persimpangan Jalan Tentara Pelajar Segmen Jalan Depan Pasar Mrican Semarang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang diatas adalah:

- a. Bagaimana menganalisis kinerja simpang tiga bersinyal di Jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu Semarang dari segi kapasitas, derajat kejenuhan tundaan, dan Tingkat Pelayanan Jalan (MKJI, 1997) ?
- b. Bagaimana kinerja simpang tiga bersinyal di Jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu Semarang saat jam jam sibuk (peak hour)?

1.3 Batas Masalah

Adapun pembatasan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian hanya dilakukan pada simpang tiga jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu
2. Peninjauan kapasitas dan tingkat kinerja lalu lintas dihitung dengan jangka waktu 5 tahun kedepan dari tahun 2023-2027.
3. Perencanaan tidak membahas dari segi konstruksi dan maupun analisi biaya.
4. Metode yang digunakan berdasarkan Pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yang dikeluarkan Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum tahun 1997.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dan manfaat penelitian antara lain:

1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dikehendaki dalam penelitian ini adalah :

- a. Menganalisa kinerja simpang tiga bersinyal di jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu Semarang yang mencakup kapasitas, siklus waktu, jumlah fase, derajat kejenuhan, tundaan, antrian, berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).
- b. Menganalisa kinerja simpang tiga bersinyal di jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu Semarang saat jam sibuk (peak hour).

1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian perlintasan jalan Pasar Mrican Semarang yaitu :

- a. Dapat manfaat dan mengetahui kinerja ruas jalan Tentara Pelajar segmen jalan Depan Pasar Mrican Semarang.
- b. Dapat mengetahui penyebab kepadatan lalu lintas di jalan tersebut.
- c. Dapat mengetahui solusi penyelesaian masalah pada ruas jalan tersebut.
- d. Sebagai bahan referensi bagi pemerintah Semarang, tentang analisis ruas jalan Tentara Pelajar segmen jalan Depan Pasar Mrican Semarang.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang landasan teori dan penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya yang memiliki hubungan dengan tema penelitian dan dasar-dasar teori yang mendukung penelitian yang dilaksanakan.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode penelitian, prosedur penelitian, alat penelitian dan diagram alur penelitian.

BAB IV : ANALISIS DATA DAN PERHITUNGAN DATA

Salah satu rangkaian dari penelitian yang bertujuan untuk menyajikan dan mengolah data yang valid dengan perhitungan secara rinci. Sehingga laporan mudah dimengerti dan bermanfaat untuk khalayak.

BAB V : PENUTUP

Memberikan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis dan perhitungan data.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Simpangan

Persimpangan merupakan bagian terpenting dari jalan perkotaan, sebab sebagian besar dari efisiensi, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas pada. Pada perencanaan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dengan persimpangan (*approach*) dan mencakup juga pergerakan perputaran. Pergerakan lalu lintas di kendalikan dengan persimpangan. Tujuan utama dari perencanaan persimpangan adalah mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan antar kendaraan bermotor, pejalan kaki, kenyamanan dan ketenangan terhadap pengguna jalan yang memakai persimpangan.

Persimpangan juga hal yang penting dari bagian jalan khususnya persimpangan yang berada di perkotaan. Hal tersebut dikarenakan tingginya angka kemacetan yang terjadi di persimpangan, kemacetan terjadi dikarenakan banyaknya volume kendaraan yang meningkat dan melebihi kapasitas jalan persimpangan tersebut.

2.1.1 Kapasitas Persimpangan

Menurut Oglesby dan Hick (1982) beberapa kontrol yang berlaku pada kapasitas persimpangan yang ditinjau pada saat kondisi lalu lintas dan kondisi geometrik jalan berpengaruh pada arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan tersebut. Faktor yang sangat mempengaruhi kapasitas dan pelayanan persimpangan seperti kondisi dan fisik jalan persimpangan itu sendiri dan operasi, kondisi pada lingkungan sekitar persimpangan, karakteristik dari gerakan lalu lintas yang ada pada persimpangan tersebut, dan banyaknya kesadaran berat yang melalui persimpangan tersebut.

2.1.2 Jenis-jenis Simpang

Dalam jaringan transportasi pengguna jalan di bebaskan untuk menggunakan jalur yang sudah ditentukan, hal ini merupakan suatu karakteristik utama dari transportasi jalan. Oleh karena itu, demi kenyamanan dan efisiensi arus lalu lintas yang ingin berpindah dari satu ruas ke ruas jalan yang lain diperlukan adanya suatu persimpangan (Morlok 1978).

1. Persimpangan Sebidang

Persimpangan sebidang yaitu suatu persimpangan yang mengarahkan arus kendaraan yang masuk dari berbagai jalur yang berlawanan dengan arus kendaraan yang lain, seperti persimpangan yang kita temuka di jalan-jalan sekitar.

Persimpangan di bagi menjadi dua jenis persimpangan untuk mengontrol pengendara lalu lintas, sebagai berikut:

a. Simpang Tak Bersinyal

Simpang tak bersinyal adalah suatu persimpangan yang tidak memiliki lampu lalu lintas (*traffic light*) sehingga persimpangan ini tidak cocok untuk jala yang sering terjadinya kemacetan.

b. Simpang Bersinyal

Simpang Bersinyal merupakan persimpang yang memiliki lampu pengatur lalu lintas (*traffic light*) hal ini sangat membantu di suatu jalan perkotaan yang sangat padat kemacaetan.

2. Persimpangan Tidak Sebidang

Persimpangan tidak sebidang merupakan persimpangan yang membedakan jalur kendaraan yan berbeda dengan jenis persimpangan lainnya, sehingga keadaan ini dapat terjadi saat kendaraan berada pada jalur berbeda ataupun pada saat akan bergabung kembali pada suatu jalur arus yang sama. (Morlok 1987)

2.2 Kinerja Simpang Bersinyal

Berdasarkan dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), dimana tujuan dari penggunaan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan yaitu sebagai berikut:

1. Banyaknya konflik lalu lintas yang terjadi sehingga menyebabkan kemacetan pada daerah persimpangan maka perlu adanya perencanaan penggunaan sinyal lalu lintas untuk menjamin kapasitas pergerakan kendaraan pada saat jam puncak.
2. Agar meminimalisir jumlah angka kecelakaan yang diakibatkan dari konflik antar pengguna jalan dari berbagai arah.
3. Agar jalan lebih disarankan untuk memberikan ruang bagi kendaraan dan pejalan kaki yang berasal dari simpang yang kecil ketika ingin masuk ataupun keluar dari jalan utama.

2.3 Data Masukan

Beberapa langkah untuk mengevaluasi simpang bersinyal menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) dapat dilihat dengan metode di bawah ini:

2.3.1 Kondisi Arus Lalu Lintas

Sepeda motor (MC), Kendaraan ringan (LV), dan Kendaraan berat (HV) merupakan jenis kendaraan yang menurut dengan pada kelasnya kendaraan. Untuk mengatasi kasus arus lalu lintas maka dapat diambil data dari persatuan jam untuk satu periode atau lebih, hal ini didasarkan dengan kondisi arus lalu lintas maksimum misalnya jam puncak rencana. Arus lalu lintas (Q) untuk pergerakan harus dikonversikan dahulu dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam. Konversi dilakukan dengan menggunakan nilai ekivalen kendaraan (emp), nilai ekivalen dapat dilihat dalam tabel 2.1. (MKJI 1997).

Tabel 2. 1 Nilai Ekivalen Pada Tiap Pendekat Untuk Simpang Bersinyal

JenisKendaraan	emp untuk tipe pendekat:	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber: Manual Kapasitas Jalan (MKJI,1997)

Adapun contoh persamaan yang digunakan adalah :

$$Q = Q_{LV} + (Q_{HV} \times emp_{HV}) + (Q_{MC} \times emp_{MC}) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

Q = Arus kendaraan bermotor total

Q_{LV} , Q_{HV} , Q_{MC} = Arus lalu lintas tiap tipe kendaraan

emp_{HV} , emp_{MC} = Nilai emp untuk tiap kendaraan

2.3.2 Kondisi Geometrik dan Kondisi Lingkungan

Untuk mengetahui informasi tentang kondisi lebar jalan, lebar bahu, dan lebar median jalan serta suatu petunjuk arah jalan berbagai lengan samping. Dapat dilihat dari keadaan geometrik yang diolah menjadi gambar sketsa. Pada gambar sketsa dapat dilihat dari suatu kota, hambatan samping, dan dari berbagai jenis lingkungan jalan tersebut. Untuk jenis lingkungan jalan dapat terbagi menjadi beberapa macam tipe meliputi komersial, permukiman, dan akses terbatas.

2.4 Penggunaan Sinyal

2.4.1 Fase Sinyal

Siklus sinyal yang memiliki lampu untuk mengatur kombinasi suatu dari pergerakan arus lalu lintas biasanya disebut dengan fase sinyal. Yang dimana memiliki dampak terhadap kondisi kinerja serta berpengaruh terhadap keselamatan pengguna lalu lintas pada daerah yang bersimpangan. Fase sinyal dapat dikatakan berjalan dengan efisien ketika dapat menampung kendaraan dengan jumlah besar dan antrian tundaan saat kondisi rendah.

2.4.2 Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Periode sinyal dalam menunggu hijau ke hijau kembali disebut dengan waktu antar hijau (*interegreen*), nilai *interegreen* ini dapat dilihat pada saat waktu merah. Nilai normal waktu antar hijau untuk perhitungan analisa operasional simpang tersaji seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan (MKJI,1997)

Waktu yang dipakai untuk mengosongkan akhir dari suatu fase dan harus memberikan jalan kepada pengendara terakhir yang melewati garis henti pada akhir waktu sinyal kuning ialah waktu merah, sebelum kedatangan kendaraan pertama

yang berasal dari fase setelahnya yang telah dilalui garis henti awal waktu sinyal hijau di titik yang sama dengan berangkat dari tempat konflik. Fungsi dari sinyal merah adalah kecepatan dan jarak kendaraan tersebut, yang berasal dari tempat konflik dan datang dari garis henti sampai ke titik konflik, dan termasuk dari panjangnya kendaraan yang berangkat.

Titik konflik pada saat kritis masing-masing fase (i) merupakan titik yang menghasilkan waktu merah terbesar semua, yaitu:

$$\text{MERAH SEMUA} : \left[\frac{(L_{EV} + l_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]_{\text{MAX}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

L_{EV}, L_{AV} = jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

l_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan kendaraan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang.

Nilai yang dipilih untuk V_{EV}, V_{AV} dan L_{EV} tergantung dari komposisi lali lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini :

Kecepatan kendaraan yang datang V_{AV} : 10m/det (Kendaraan bermotor)

Kecepatan kendaraan yang berangkat V_{EV} : 10m/det (Kendaraan bermotor)

3m/det (kendaraan bermotor misal sepeda), 1,2m/det (pejalan kaki)

Panjang kendaraan yang berangkat L_{EV} : 5m (LV atau HV), 2m (MC atau UM)

Ketika periode merah pada tiap-tiap akhir fase telah diterapkan, maka waktu hilang atau LTI dapat dilanjutkan untuk menghitung jumlah waktu akhir hijau yaitu:

$$LTI = \sum (\text{MERAH SEMUA} + \text{KUNING})_i = \sum IG_i \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

LTI = Waktu hilang total per siklus (detik)

IG = Waktu antar hijau (detik)

Pada perkotaan khususnya di Indonesia panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas yang ada biasanya adalah 3,0 detik.

2.5 Penentu Waktu Sinyal

2.5.1 Tipe Pendekat

Mengidentifikasi dari setiap pendekat dan menetapkan jenis setiap pendekat terlindung / *Protected* = P atau terlawan *Opposed* = dengan mengacu pada gambar penentuan tipe pendekat.

2.5.2 Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar (S_0) adalah besarnya suatu titik keberangkatan antrian kendaraan di dalam suatu pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). (MKJI 1997)

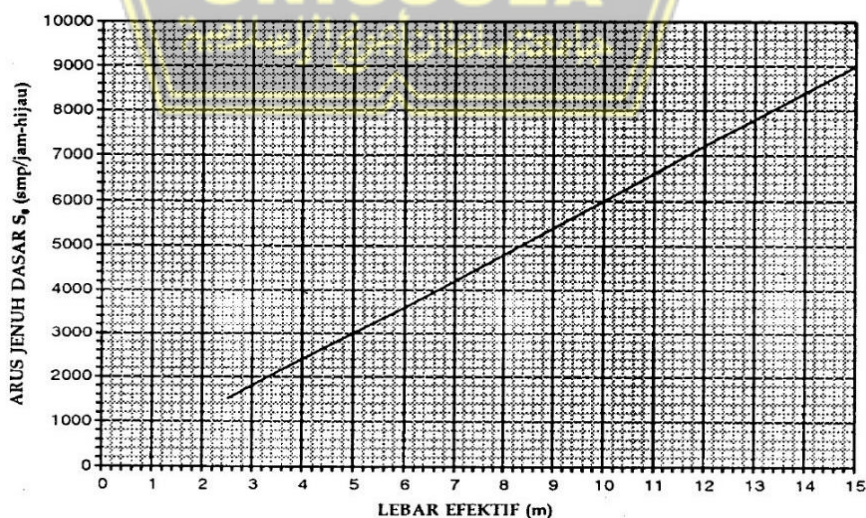
Digunakan persamaan untuk tipe P (Arus Terlindungi) :

$$S_0 = 600 \times W_e \quad (2.4)$$

Dimana:

S_0 = Arus jenuh dasar

W_e = Lebar efektif



Gambar 2. 1 Arus Jenuh Dasar Untuk Pendekat Tipe P

Sumber: Manual Kapasitas Jalan (MKJI,1997)

2.5.3 Faktor Penyesuaian

Faktor ini untuk nilai arus jenuh dasar kedua pendekatan (tipe P dan O) yaitu:

1. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS}) dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian

Penduduk Kota (Kota Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})
>3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
<0,1	0,82

Sumber: Manual Kapasitas Jalan (MKJI,1997)

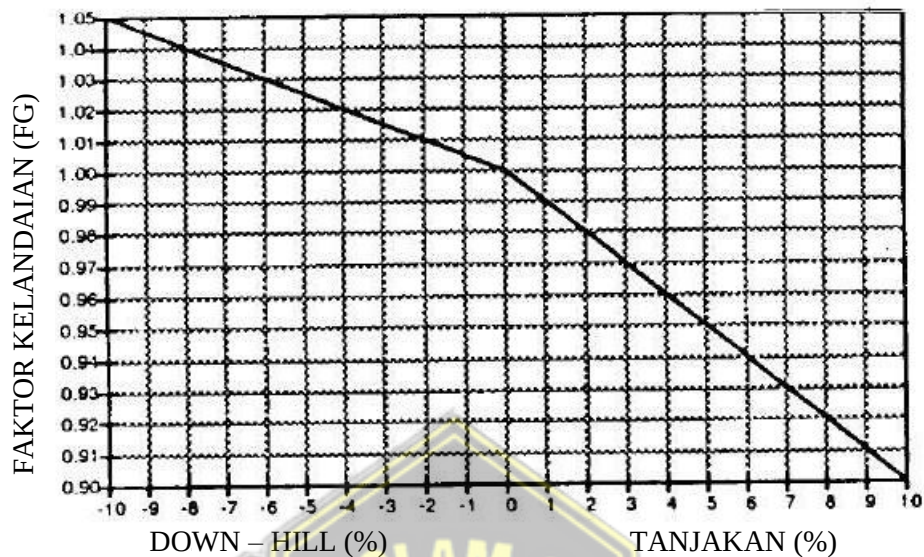
2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF}) dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2. 4Faktor Hambatan Samping

Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Kecil	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Kecil	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/ Sedang / Kecil	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: Manual Kapasitas Jalan (MKJI,1997)

3. Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G) dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (F_G)

Sumber: Manual Kapasitas Jalan(MKJI,1997)

4. Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Faktor ini dapat diterapkan pada kasus panjang lajur belok kiri yang terbatas, dapat dilihat pada Gambar 2.3. Pada faktor ini perlu di terapkan jika faktor efektif ditentukan oleh lebar keluar, digunakan persamaan yaitu:

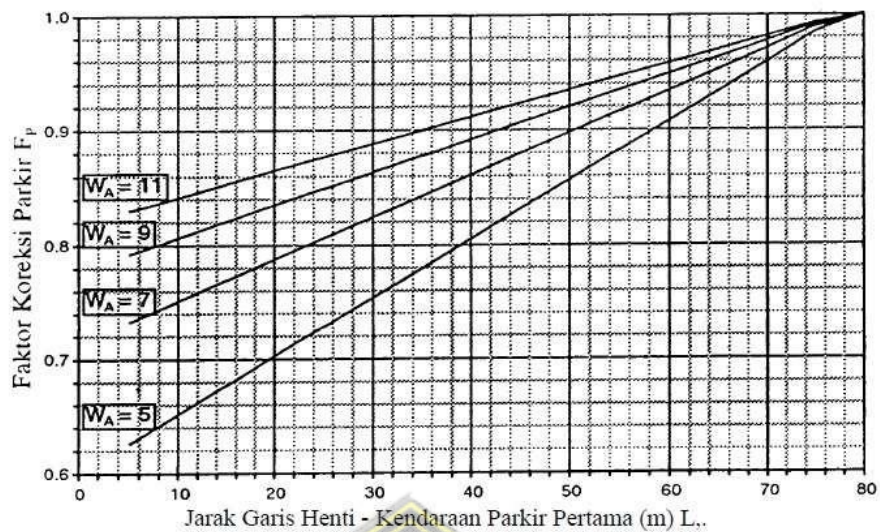
$$F_p = [L_p/3 - (W_A - 2) \times (L_p/3 - g)/W_A] / g \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

L_p = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) (atau panjang dari lajur pendek).

W_A = Lebar pendekat

G = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det)



Gambar 2. 3 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir Dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek (Fp)

Sumber: Manual Kapasitas Jalan (MKJI,1997)

5. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

Dijadikan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belokkanan (PRT). Perlu diperhatikan faktor ini hanya peruntukkan untuk pendekat tipe P, tanpa median, jalan dua arah, dan lebar efektif yang ditentukan oleh lebar masuk. Persamaan yang digunakan yaitu:

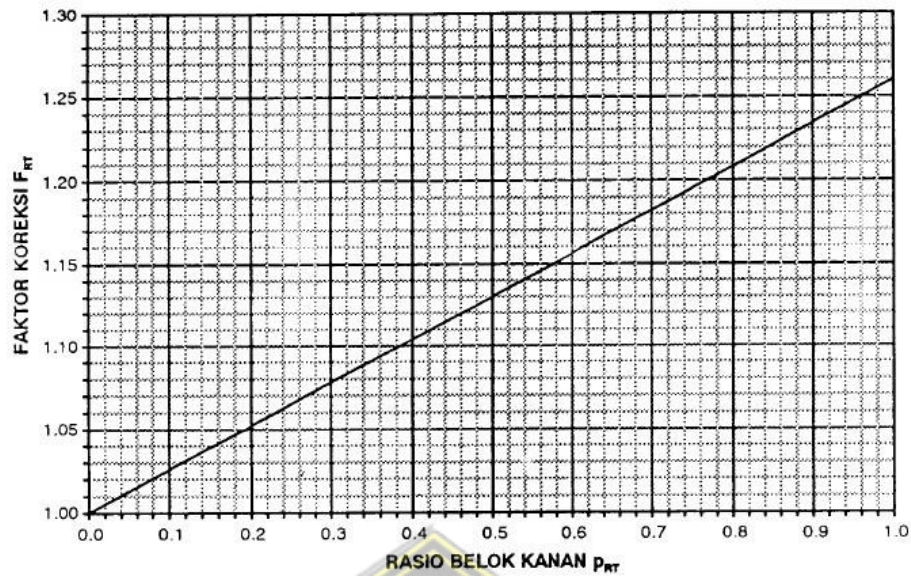
$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$$

$$P_{RT} = \frac{RT_{\text{smp}}/\text{jam}}{\text{Total smp}/\text{jam}} \dots\dots\dots (2,6)$$

FRT = Faktor penyesuaian belok kanan

PRT = Rasio Kendaraan belok kanan

Atau juga bisa didapatkan dari Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2. 4 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Belok Kanan (FRT)

Sumber: Manual Kapasitas Jalan (MKJI,1997)

6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Dijadikan ketetapan sebagai rasiobelok kiri (P_{LT}). Hal terpenting pada faktor ini hanya untuk pendekat tipe P tanpa LTOR, lebar efektifnya di tentukan oleh lebar masuk. Digunakan persamaan:

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16 \dots \dots \dots (2.7(1))$$

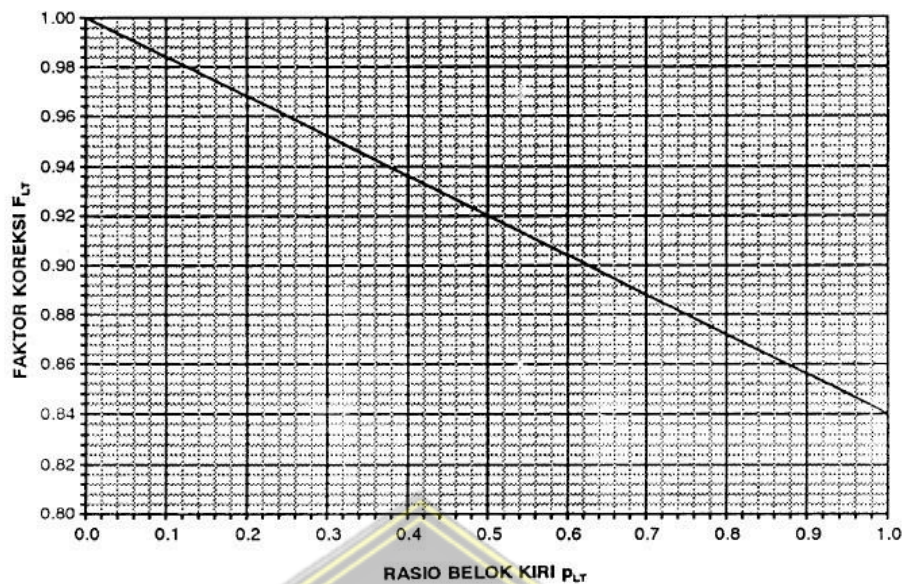
$$P_{LT} = \frac{LT \text{ smp/jam}}{\text{Total smp/jam}}$$

Keterangan:

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

P_{LT} = Rasio Kendaraan belok kiri

Atau juga bisa didapat dari Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2. 5 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Belok Kiri (FLT)

Sumber:Manual Kapasitas Jalan(MKJI,1997)

7. Faktor Penyesuaian Nilai Arus Jenuh Dasar

Pendekatan yang memiliki sinyal hijau lebih dari satu fase dan arus jenuhnya telah ditetapkan secara tidak bersamaan atau terpisah dari barisan. Jika seperti itu harus menghitung nilai dari suatu arus jenuh kombinasi secara proposional terhadap waktu hijau setiap fase.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

- S = Arus jenuh (smp/jam hijau)
- S_0 = Arus jenuh dasar
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
- F_G = Faktor penyesuaian kelandaian
- F_p = Faktor penyesuaian parkir
- F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan
- F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

2.5.4 Rasio Arus/Arus Jenuh

Rasio arus atau arus jenuh (FR), masing - masing pendekat menggunakan perbandingan, yaitu :

$$FR = Q / S \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

FR=Rasio Arus

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

S = Arus Jenuh (smp/jam)

- a. Memberi tanda pada rasio arus kritis (FRcrit) (tertinggi) pada tiap-tiap fase
- b. Menghitung rasio arus simpang (IFR) sebagai jumlah dari nilai-nilai FR yang dilingkari (kritis)

$$IFR = \sum (FR_{crit}) \dots\dots\dots(2.10)$$

- c. Hitung Rasio Fase (IFR) tiap fase sebagai rasio antara FRcrit dan IFR

$$PR = FR_{crit} / IFR \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan:

Cua : Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal(det)

LTI : Waktu hilang total per siklus (det) $IFR = \frac{\sum (FR_{crit})}{\sum (FR_{crit})}$

IFR : Rasio arus simpang $\sum (FR_{crit})$

Dimana:

gi : Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

Cua : Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI : Waktu hilang total persiklus

Pri : Rasio fase $FR_{CRIT} / \sum (FR_{CRIT})$

2.5.5 Waktu Siklus

a. Waktu siklus sebelum menyesuaikan dihitung dengan persamaan

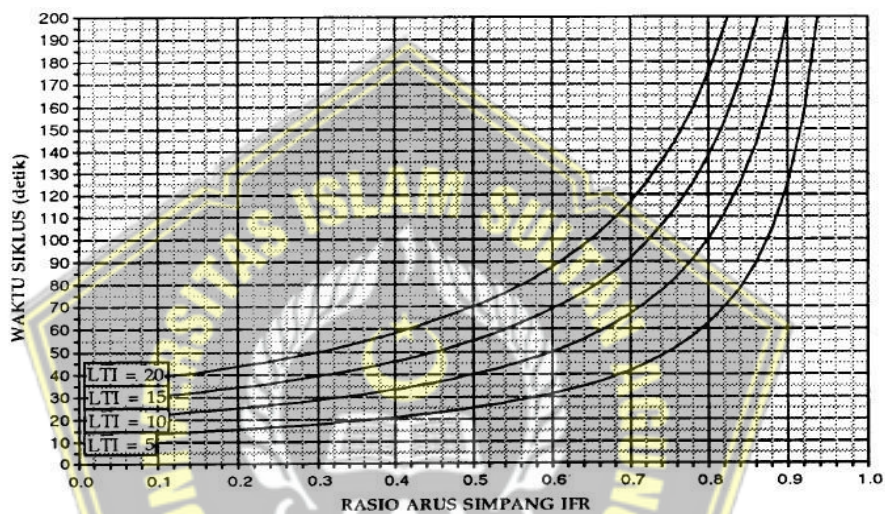
$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

c_{ua} = Waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik)

LTI = Total waktu hilang persiklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang waktu siklus sebelum penyesuaian



Gambar 2. 6 Rasio Arus Simping IFR

Sumber:Manual Kapasitas Jalan(MKJI,1997)

Untuk waktu siklus simpang dapat dilihat dari Tabel 2.5

Tabel 2. 5 Waktu Siklus Layak

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus Yang Layak (det)
2fase	40–80
3fase	50-100
4fase	60–130

Sumber:Manual Kapasitas Jalan(MKJI,1997)

b. Waktu Hijau (*Green Time*)

Untuk setiap fase digunakan persamaan:

$$g_i = (cua - LTI) \times Pri \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana:

g_i = Waktu hijau dalam fase-I (detik)

cua = Waktu siklus pra penyesuaian sinyal (detik)

LTI = Total waktu hilang persiklus (detik)

Pri = Perbandingan fase $FR_{kritis} / \Sigma (FR_{kritis})$

c. Waktu Siklus Yang Disesuaikan

Berdasarkan waktu hijau yang didapat, dibulatkan dan waktu hilang (LTI) dihitung dengan persamaan:

$$c = \Sigma g + LTI \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana:

c = Waktu siklus sinyal (detik)

Σg = Total waktu hijau (detik)

LTI = Total waktu hilang persiklus (detik)

2.5.6 Kapasitas

Kapasitas dari suatu pendekat simpang bersinyal digunakan persamaan:

$$C = Sx^g / c \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus yang disesuaikan (detik)

2.5.7 Derajat Kejenuhan

Untuk menghitung derajat kejenuhan (DS) suatu pendekat, digunakan persamaan:

$$DS = Q/C \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

2.5.8 Perilaku Lalu Lintas

a. Panjang Antrian

Untuk menghitung jumlah antrian (NQ₁) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya, dapat dihitung dengan persamaan atau dari Gambar 2.8 dibawahini:

1. Bila DS > 0,5 maka

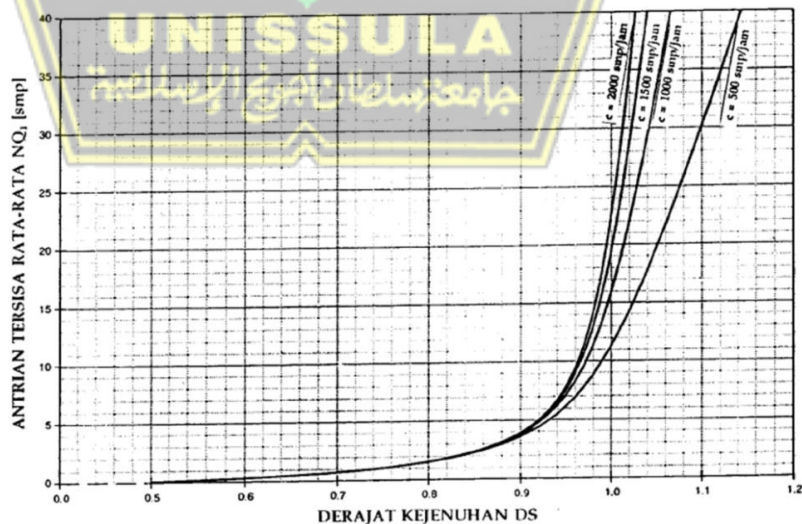
$$NQ_1 = 0,25 \times C \times [(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8 \times (DS-0,5)}{C}}] \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana:

NQ₁ = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

DS = Derajat kejenuhan



Gambar 2. 7 Jumlah Kendaraan Antri (smp) Yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya (NQ₁)

Sumber:Manual Kapasitas Jalan(MKJI,1997)

2. Bila $DS < 0,5$ maka :

- $NQ_1 = 0$

Menghitung jumlah antrian kendaraan, kemudian menghitung jumlah antrian satuan mobil penumpang yang datang selama fase merah (NQ_2) yaitu:

$$NQ_2 = C \times \frac{1-GR-}{1-G \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan:

NQ_2 = Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

c = Waktu siklus (detik)

GR = g_i/c

DS = Derajat kejenuhan

Q = Volume lalu lintas(smp/jam)

- Untuk antrian total (NQ) dihitung dengan menjumlahkan kedua hasil NQ_1 dan NQ_2

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots \dots \dots (2.19)$$

Keterangan:

NQ = Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau

NQ_1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

- Panjang antrian (QL) dihitung dengan formula:

$$QL = N Q_{MAK} \times \frac{20}{WM_{ASUK}} \dots \dots \dots (2.20)$$

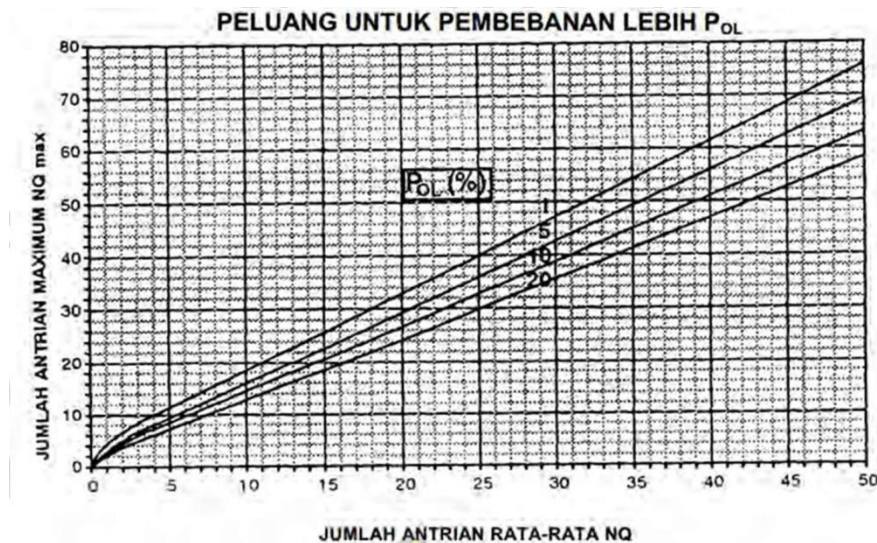
Keterangan:

QL = panjang antrian

NQ_{MAX} = jumlah antrian

WM_{ASUK} = lebar masuk

Nilai NQ_{max} diperoleh dari gambar 2.8 dengan anggapan peluang untuk pembebanan (POL) sebesar 5% untuk langkah perancang



Gambar 2. 8 Perhitungan Jumlah Antrian (NQ MAX) dalam smp

Sumber: Manual Kapasitas Jalan (MKJI,1997)

2.5.9 Tundaan

Waktu yang dibutuhkan untuk menempuh simpang apabila membandingkan suatu lintasan tanpa melalui simpang. Tundaan terbagi menjadi dua yaitu:

a. Tundaan Lalu lintas

Tundaan lalu lintas ini adalah waktu tunggu yang menyebabkan gerakan lalu lintas yang bertentangan dengan interaksi lalu lintas. Tundaan ini dihitung pada tiap pendekatan menggunakan rumus:

$$DT = (A \times C) + \frac{(NQ_1 \times 3600)}{C} \dots \dots \dots (2.21)$$

Keterangan :

DT = rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

C = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

A= $1,5 \times (1-GR)^2 / (1-GR \times Xds)$

C= kapasitas (smp/jam)

NQ₁= jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp/jam)

b. Tundaan Geometrik

Terjadinya suatu perlambatan atau percepatan kendaraan yang diakibatkan oleh waktu tunda geometrik ketika sedang terjadinya antrian kendaraan, yang berbelok

disimpangan ataupun berhenti akibat adanya lampu merah. Tundaan geometrik rata-rata (DG) pada tiap pendekat:

$$\bullet \text{ DG}_j = (1 - \text{PSV}) \times \text{PT} \times 6 + (\text{PSV} \times 4) \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana:

DG_j = tundaan geometrik rata-rata(detik/smp)

P_{SV} = rasio kendaraan berhenti dalam kaki simpang (NS)

P_{T} = rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang

Tundaan rata-rata tiap pendekat (D) adalah jumlah dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometrik masing- masing pendekat:

$$\bullet \text{ D} = \text{DT} + \text{DG} \dots \dots \dots (2.23)$$

Keterangan:

D = tundaan rata-rata tiap pendekat(detik/smp)

DT = rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

DG = rata-rata tundaan geometrik tiap pendekat(detik/smp)

Tundaan total pada simpang adalah:

$$\bullet \text{ DTOT} = \text{D} \times \text{Q} \dots \dots \dots (2.24)$$

Keterangan:

DTOT = tundaan total(smp/detik)

D = tundaan rata-rata tiap pendekat(detik/smp)

Q = arus lalu lintas(smp/jam)

Sedangkan tundaan simpang rata-rata adalah:

$$\bullet \text{ D}_1 = \frac{\sum(\text{Q} \times \text{D})}{\text{Q}_{\text{TOT}}} \dots \dots \dots (2.25)$$

Dimana:

D_1 = tundaan simpang rata-rata (detik/smp)

D = tundaan rata-rata tiap pendekat (detik/smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

2.5.10 Tingkat Pelayanan

Tujuan dari tingkat pelayanan ialah melayani segala kebutuhan lalu lintas dengan sangat baik. Ukuran kualitas interupsi lalu lintas, kebebasan maneuver, kenyamanan, keamanan kendaraan serta ongkos suatu volume pelayanan yang mana harus lebih kecil dari kapasitas jalan tersebut sangat bergantung pada baiknya pelayanan yang ada. Tingkat pelayanan akan semakin baik apabila waktu siklus semakin pendek dan dapat meminimalisir tundaan kendaraan.

Tingkat pelayanan bertujuan untuk melayani seluruh kebutuhan lalu lintas dengan sangat baik. Tingkat layanan yang baik didapatkan apabila waktu siklus pendek, menghasilkan tundaan yang seminimal mungkin. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan nomor KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Tingkat pelayanan A

Kondisi tingkat pelayanan A untuk volume lalu lintas dengan kecepatan tinggi dan rendah, kepadatan lalu lintas yang sangat rendah dengan kecepatan yang diatur oleh pengemudi berdasar pada batas kecepatan maksimum dan minimum serta menyesuaikan dengan kondisi fisik jalan. Pada tingkat pelayanan ini pengemudi bisa mempertahankan kecepatan yang diaturnya dengan tundaan yang rendah.

b. Tingkat pelayanan B

Untuk kondisi tingkat pelayanan B mempunyai arus yang stabil dengan volume lalu lintas sedang namun kecepatan pengendara mulai dibatasi karena kondisi lalu lintas yang ada, kepadatan yang rendah sehingga hambatan internal lalu lintas pun belum mempengaruhi kecepatan, dan pengemudi dapat memilih lajur yang dipakai serta menyesuaikan kecepatan yang diinginkan.

c. Tingkat pelayanan C

Pada kondisi ini arus tetap stabil namun kecepatan serta pergerakan kendaraan menyesuaikan volume lalu lintas yang lebih tinggi, kepadatan akibat hambatan internal yang sedang pada kondisi ini mengalami peningkatan. Pengemudi mempunyai batasan untuk mengatur kecepatan, memilih lajur ataupun mendahului.

d. Tingkat pelayanan D

Kondisi tingkat pelayanan D dimana pada kondisi ini arus mulai mendekati ketidak stabilan dengan volume lalu lintas yang tinggi namun untuk kecepatan masih dapat

ditolelir tetapi sangat bergantung pada kondisi perubahan arus. Kepadatan yang sedang tetapi fluktuasi volume lalu lintas serta hambatan temporer bisa mengakibatkan besarnya penurunan kecepatan pengendara. Kebebasan pengemudi untuk kondisi ini sangat terbatas dalam mengatur kecepatan, kenyamanan yang rendah namun kondisi ini masih bisa ditoleransi untuk waktu yang cukup singkat.

e. Tingkat pelayanan E

Kondisi ini mempunyai arus yang lebih rendah dari pada kondisi tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas yang mendekati kapasitas jalan serta kecepatan pengendara yang sangat rendah. Untuk kepadatan lalulintas pada kondisi tingkat pelayanan E cukup tinggi karena disebabkan oleh hambatan internal yang tinggi. Disini keadaan pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan dengan durasi yang pendek.

f. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi

Pada kondisi tingkat pelayanan F terdapat arus tertahan yang menyebabkan terjadinya antrian kendaraan yang panjang, serta kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi dan banyaknya volume lalu lintas sama dengan kapasitas jalan sehingga terjadinya kemacetan dengan durasi yang cukup lama. Dalam kondisi ini keadaan antrian kendaraan, kecepatan ataupun arus lalu lintas turun sampai dengan 0.

Tabel 2. 6 Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal (Berdasarkan Nilai Tundaan)

Indeks Tingkat Pelayanan (ITP)	Tundaan Kendaraan (detik perkendaraan)	Kondisi
A	$\leq 5,0$	Arus tetap
B	5,1 - 15,0	Arus stabil (untuk merancang jalan antar kota)
C	15,0 - 25,0	Arus stabil (untuk merancang jalan Perkotaan)
D	25,1 - 40,1	Arus mulai tidak stabil
E	40,1 - 60,0	Arus tidak stabil (tersendat-sendat)
F	≥ 60	Arus terlambat (berhenti, antrian, macet)

Sumber: Tamin(2000)

2.5.11 Ringkasan Jurnal

Tabel 2.7 Ringkasan Jurnal

NO	Nama Peneliti	Judul penelitian	Tujuan Penelitian	Metodologi penelitian
1.	Rezha Yuwono, Yosef Cahyo SP, dan Lucia Desti K (2018)	Study Analisa Volume Kendaraan Pada Simpang Bersinyal di Perempatan Alun- alun Kota Kediri	Mengetahui volume kendaraan pada simpang bersinyal dan mengetahui durasi waktu sinyal traffic light.	Menghitung geometri jalan seperti contoh hambatan samping, serta kondisi permukaan jalan; menggunakan program setting traffic light untuk menganalisa kinerja simpang bersinyal.
2.	Muhammad Arifin (2019)	Analisis Kemacetan Lalu Lintas Di Persimpangan JL. Kapten Mulyadi	Untuk mengetahui permasalahan kemacetan dan volume kendaraan pada jalan yang dilewati.	Pada penelitian ini di perlukan adanya survey dengan dibantu menggunakan alat meteran dan pengukur waktu.
3.	Muhammad Fikri Tamam, Budi Arief, dan Andi Rahman (2016)	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal. (Studi Kasus: Jalan Tegar Beriman- Jalan Raya Bogor	Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja siklus pada Jl. Tegar Beriman- Jl.Raya Bogordan optimalisasi kinerja lalu lintas agar dapat memenuhi syarat pada persimpangan.	Penelitian ini mengacu pada sistem tika penulisan deskriptif atau metode analitik. Adapun saat pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung obyek. Data-data tersebut berupa jumlah kendaraan yang melintas pada persimpangan saat traffic light waktu hijau dan setiap satu siklus diperoleh.
4.	Oyi febi Suryaningsih, Hermansyah, dan Eti Kurniati. (2020)	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi kasus jalan hasanuddin-	Untuk mengevaluasi kinerja simpang bersinyal tersebut apakah simpang tersebut	Data lalu lintas di ambil pada puncaknya waktu yaitu pagi, siang, dan sore. Alat yang digunakan kamera, pita ukur, aplikasi multi

		jalan kamboja, sumbawa besar)	mempunyai derajat kejenuhan yang tinggi atau tidak sehingga apabila buruk dapat rekomendasi untuk perbaikan simpang.	counter.Data primer didapatkan langsung sedangkan seknder dari lembaga pemerintahan.
5.	Warsiti, Sukoyo, Galih Pamungkas, Muhammad Ryan Herdiansyah	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada jalan Kaligarang-Jalan Kelud Raya-Jalan Bendungan Raya	Untuk mengevaluasi kembali terhadap kinerja simpang tersebut.	Penelitian ini untuk memperbaiki derajat kejenuha simpang, dengan survey terlebihdahulu,menetukan waktu pelaksanaan dan pengumpulan data sekunder an data primer.
6.	Fakhruriza Pradana, Arief Budiman, N ova Robekha (2016)	Analisis Kineja Simpang Besinyal Pada Simpang Cirua Serang	Untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal simpang ciruas pada kondisi eksisting mengetahui factor-faktor yang memengaruhi kinerja simpang dan mengetahui alternatif pemecah masalah pada kinerja simpang ciruas.	Pada penelitian ini menggunakan data primer dengan pengamatan secara langsung dengan meliputi data geometrik simpang dan data lalu lintas. Kemudian, data sekunder didapatkan dari instasi pemerintah meliputi peta wilayah dan jumlah penduduk dan jumlah kepemilikan kendaraan.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

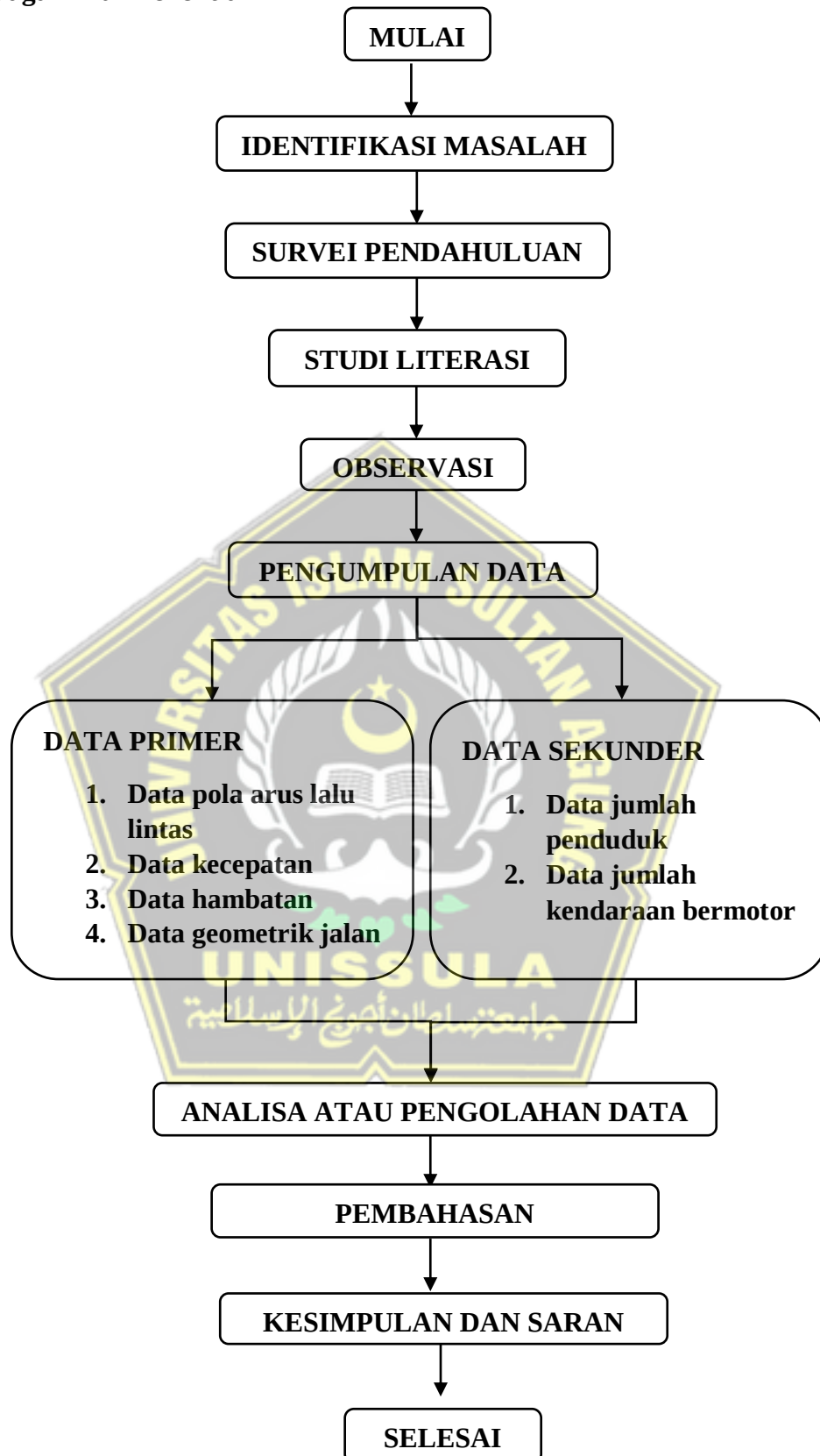
Metodelogi penelitian adalah sebuah proses atau penggambaran alur dalam upaya menemukan data untuk tujuan dan kegunaan tertentu didalam penelitian. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode kualitatif lapangan (*Field Research*) dengan pendekatan deskriptif analisis. Pemilihan metodologi penelitian ini bertujuan agar memperoleh hasil dan tujuan penelitian yang tepat sasaran, efektif dan efisien sehingga nantinya data yang di dapatkan akan mendukung keseluruhan teori dari pembuatan laporan penelitian ini, sehingga dapat di pertanggung jawabkan.

3.2 Perlengkapan Penelitian

Perlengkapan yang digunakan dalam melaksanakan survei ini adalah:

- a. Alat tulis dan kalkulator
- b. Meteran roll
- c. Formulir survei
- d. Laptop
- e. Kamera / cctv / Go-Pro beserta tripod
- f. Payung
- g. Alat hitung aplikasi (Traffic Counter)

3.3 Bagan Alur Penelitian



3.4 Survei Pendahuluan

Hal pertama yang harus dilakukan adalah melakukan survey langsung ke lokasi untuk melakukan pengamatan secara langsung mengenai kondisi jalan, traffic, maupun kondisi disekitar lokasi penelitian yang bisa digunakan sebagai variabel penelitian yang akan dilaksanakan. Untuk selanjutnya dicatat dan dijadikan sebagai data awal yang akan digunakan untuk langkah-langkah selanjutnya dalam penelitian.

3.4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di simpangan bersinyal sebelah Pasar Mrican Semarang yang merupakan jalan penghubung antar kota dan provinsi. Titik koordinat lokasi penelitian adalah -7.01038262, 110.44145947.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

(Sumber: Google Earth)

3.5 Studi Pustaka

Pada studi pustaka penulis mengumpulkan data dan informasi yang meliputi pengertian teori, rumus-rumus, dan pedoman lainnya yang digunakan dalam penulisan dari sumber-sumber yang terpercaya, baik itu buku, journal, e-book, maupun ensiklopedia yang berupa format tertulis ataupun digital yang mempunyai keterkaitan dalam penulisan penelitian ini.

3.6 Pengumpulan Data

Data – data yang diperlukan sebagai pedoman dalam melakukan penelitian dan menyusun laporan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

3.6.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti di lokasi yang dalam penelitian. Data primer yang diperlukan meliputi data pola arus lalu lintas, data kecepatan, data hambatan, dan data geometrik jalan.

a. Data Pola Arus Lalu Lintas

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah survey pola arus terklasifikasi dengan metode *manual traffic counts* Sesuai standar SNI Dirjen Bina Marga (Pedoman Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual, 2004). Pelaksanaan survei dilakukan dengan menempatkan kamera video pada titik tinggi agar dapat jelas terlihat kondisi jalan dan lalu lintasnya untuk mengamati kendaraan yang lewat pada titik yang ditentukan kemudian direkam dengan kamera video dan menghitungnya dengan menggunakan *finger counter* setelah selesai survei. Pencatatan data diisi pada formulir survei sesuai dengan klasifikasi kendaraan yang telah ditentukan.

b. Data Kecepatan

Data kecepatan didapat dengan cara mengukur secara manual waktu tempuh dua titik tertentu yang sudah diketahui jaraknya sesuai dengan standart SNI, Dirjen Bina Marga. Pengamat mulai merekan saat lampu merah menyala, berlaku untuk empat titik, sedangkan pengamat pembantu mulai menghitung ketika lampu merah disetiap titik menyala yang berdiri pada titik akhir akan mulai menghitung menggunakan timer dan menghentikan timer saat kendaraan mencapai titik akhir. Data kecepatan didapat dari data waktu tempuh yang dibutuhkan kendaraan melewati segmen jalan yang ditetapkan sebagai wilayah survei yaitu sepanjang 100 meter.

c. Data Hambatan Samping

Pada penelitian ini dilakukan survei hambatan samping yang berguna dalam perhitungan kapasitas ruas jalan. Tinjauan dilakukan dua sisi ruas jalan atas kejadian berikut:

- 1) Pejalani kaki (PED)
- 2) Kendaraani berhenti dan parkir (PSV)
- 3) Kendaraani keluar dan masuk (EEV)
- 4) Kendaraani lambat (SMV)

Data hambatan samping diperoleh dengan cara survei langsung di lokasi penelitian. Perhitungani ini dilakukan dengan menghitung jumlah kejadian selama satu jam sepanjang 200 meter.

d. Data Geomitrik Jalan

Data ini diperoleh dengan melakukan survei langsung pada lokasi penelitian. Pengukuran data geometrik jalan ini dilakukan secara manual menggunakan meteran. Komponen – komponen yang diukur dalam mengumpulkan data ini antara lain trotor, kreb, bahu jalan, serta lajur jalan. Selain pengukuran langsung di lokasi, untuk memperoleh tampak atas *lay - out* dari lokasi penelitian ,maka peneliti melakukan *browsing* internet menggunakan *google earth*. Selanjutnya data gambar yang didapat tersebut akan disket untuk menggambar tampak atas *lay –out* lokasi yang dijadikan sebagai tempat penelitian dilaksanakan.

3.6.2 Data Sekunder

a. Data Jumlah Penduduk

Data Jumlah Penduduk merupakan data terbaru dari jumlah penduduk di suatu daerah administratif kota/kabupaten. Data jumlah penduduk dibutuhkan untuk menentukan faktori ukuran kota dalam perhitungan kapasitas jalan.

Tabel 3. 1 Jumlah Penduduk Kota Semarang Tahun 2020-2022

Kecamatan	Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin (Jiwa)					
	Laki-laki			Perempuan		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Mijen	40 520,00	41 695,00	40 520,00	40 386,00	41 626,00	40 386,00
Gunungpati	49 023,00	49 179,00	49 023,00	49 000,00	49 164,00	49 000,00
Banyumanik	70 074,00	69 891,00	70 074,00	72 002,00	71 798,00	72 002,00
Gajahmungkur	27 592,00	27 396,00	27 592,00	28 640,00	28 461,00	28 640,00
Smg Selatan	30 168,00	29 954,00	30 168,00	31 862,00	31 662,00	31 862,00
Candisari	37 232,00	36 967,00	37 232,00	38 224,00	37 985,00	38 224,00
Tembalang	94 453,00	95 369,00	94 453,00	95 227,00	96 191,00	95 227,00
Pedurungan	95 791,00	95 725,00	95 791,00	97 360,00	97 403,00	97 360,00
Genuk	61 884,00	63 182,00	61 884,00	61 426,00	62 785,00	61 426,00
Gayamsari	34 912,00	34 664,00	34 912,00	35 349,00	35 128,00	35 349,00
Smg Timur	32 181,00	31 952,00	32 181,00	34 121,00	33 907,00	34 121,00
Smg Utara	58 051,00	57 692,00	58 051,00	59 554,00	59 128,00	59 554,00
Smg Tengah	26 373,00	26 186,00	26 373,00	28 691,00	28 510,00	28 691,00
Smg Barat	73 130,00	72 610,00	73 130,00	75 749,00	75 275,00	75 749,00
Tugu	16 457,00	16 515,00	16 457,00	16 365,00	16 433,00	16 365,00
Ngaliyan	70 600,00	70 808,00	70 600,00	71 127,00	71 323,00	71 127,00
Kota Semarang	818 441,00	819 785,00	818 441,00	835 083,00	836 779,00	835 083,00

(Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Semarang)

b. Data Jumlah Kendaraan Bermotor

Data pertumbuhan kendaraan bermotor adalah data pertumbuhan kendaraan bermotor tiap tahun pada daerah tertentu. Data pertumbuhan kendaraan bermotor dibutuhkan untuk mengetahui fluktuasi pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor dari tahun ke tahun dan untuk melakukan perhitungan prediksi pertumbuhan kendaraan tahun mendatang, prediksi kapasitas jalan tahun–tahun mendatang dan prediksi derajat kejenuhan tahun–tahun mendatang.



Tabel 3. 2Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor di Provinsi Jawa Tengah Pada Tahun 2017 – 2022

DATAPERTUMBUHANKENDARAANBERMOTOR							
NO	JENIS	TAHUN					
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	Mobil(Pribadi)	1.005.355	1.091.817	1.177.581	1.251.652	1.315.749	1295090
2	Mobil(Umum)	20.001	18.945	17.925	16.782	15.398	15252
3	Mobil(Pemerintah)	16.056	16.633	17.162	17.958	18.409	19142
4	Bus, Microbus(Pribadi)	10.167	11.177	12.259	13.179	13.816	13720
5	Bus, Microbus(Umum)	21.449	21.384	20.987	20.551	19.753	19883
6	Bus, Microbus(Pemerintah)	880	832	945	1.023	1.128	1109
7	Truck, Pickup, Light Truck(Pribadi)	436.060	468.608	486.974	499.034	514.801	510821
8	Truck, Pickup, Light Truck(Umum)	65.498	55.224	48.616	44.694	41.648	40511
9	Truck, Pickup, Light Truck(Pemerintah)	5.165	5.426	5.673	5.818	6.019	6206
10	Kendaraan Alat Berat dan Besar (Pribadi)	795	1.024	948	897	800	260
11	Kendaraan Alat Berat dan Besar (Pemerintah)	383	451	449	449	454	170
12	Sepeda Motor Roda Dua dan Roda Tiga (Pribadi)	13.334.149	13.914.494	14.390.398	14.593.042	14.913.084	15201945
13	Sepeda Motor Roda Dua dan Roda Tiga (Pemerintah)	84.808	84.708	85.249	84.204	82.408	86075
JUMLAH		15.000.766	15.690.723	16.265.166	16.549.283	16.943.467	17.210.184

(Sumber: BAPENDA Provinsi Jawa Tengah)

Tabel 3. 3 Data Pertumbuhan Kendaraan Bermotor di Provinsi Jawa Tengah Pada Tahun 2017 – 2022

DATA PERTUMBUHAN KENDARAAN BERMOTOR							
NO	JENIS	TAHUN					
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	Mobil(Pribadi)	16.979	19.451	22.194	24.106	25.918	26.101
2	Mobil(Umum)	238	215	218	210	198	180
3	Mobil(Pemerintah)	366	382	379	423	468	484
4	Bus, Microbus(Pribadi)	293	327	369	386	393	372
5	Bus, Microbus(Umum)	539	525	515	507	474	479
6	Bus, Microbus(Pemerintah)	11	6	10	11	13	13
7	Truck, Pickup, Light Truck(Pribadi)	9.908	11.573	12.843	13.113	14.133	14.464
8	Truck, Pickup, Light Truck(Umum)	3.185	2.654	2.266	2.084	1.587	1.319
9	Truck, Pickup, Light Truck(Pemerintah)	101	96	103	109	112	109
10	Kendaraan Alat Berat dan Besar (Pribadi)	91	88	87	87	86	81
11	Kendaraan Alat Berat dan Besar (Pemerintah)	1	3	3	3	3	2
12	Sepeda Motor Roda Duatan Roda Tiga (Pribadi)	420.345	444.389	466.070	469.145	483.745	511.148
13	Sepeda Motor Roda Duatan Roda Tiga (Pemerintah)	2.368	2.209	1.848	1.779	1.758	1.871
JUMLAH		454.425	481.918	506.905	511.963	528.888	556.543

(Sumber: BAPENDA Provinsi Jawa Tengah)

3.6.3 Pengolahan dan Penyajian Data

Berdasarkan data yang sudah dikumpulkan, maka pengolahan data dapat dilakukan secara umum dibagi 2 bagian, yaitu:

- a. Pengolahan data dapat berkaitan dengan volume lalu lintas

Pengolahan data volume lalu lintas dapat dilakukan melalui cara mengkonversikan jumlah setiap jenis kendaraan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp) setiap jenis kendaraan menggunakan satuan mobil penumpang (smp) berdasarkan ketentuan MKJI tahun 2017. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk grafik/diagram agar dapat dilihat fluktuasinya setiap jam secara jelas.

- b. Pengolahan data yang berkaitan dengan waktu tempuh kendaraan

Data waktu tempuh dari setiap jenis kendaraan yang disurvei setiap 10 menit dirata – rata dalam setiap jamnya. Nilai rata – rata dari setiap jenis kendaraan dapat kemudian dirata – rata lagi berdasarkan jenis kendaraan yang melintas pada tiap jam tersebut. Nilai rata – rata inilah yang dapat menjadi waktu tempuh rata – rata dalam tiap jam.

3.6.4 Analisis Data dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan kemudian dilanjutkan dengan pembahasan. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis kinerja ruas jalan menggunakan metode kuantitatif terhadap arus lalu lintas (Q), hambatan samping (SF), kecepatan arus bebas (FV), kapasitas jalan (C), derajat kejenuhan (DS), waktu tempuh rata – rata (TT), dan tingkat pelayanan (LOS). Kemudian pembahasan dilakukan dengan metode perbandingan, dengan tujuan membandingkan kondisi lalu lintas pada hari kerja, setengah hari kerja dan hari libur. Analisis penyebab kepadatan lalu lintas yakni mengevaluasi sebab – sebab kepadatan lalu lintas pada segmen jalan tersebut, dan solusi penyelesaian masalah yakni mencari solusi penyelesaian masalah lalu lintas yang terjadi pada segmen jalan tersebut.

3.6.5 Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini, setelah dilakukan analisis dan pembahasan terhadap data –data yang ada, dapat dilakukan penarikan kesimpulan. Berdasarkan kesimpulan yang di peroleh akan dicoba memberikan saran maupun masukan kepada pihak terkait dengan harapan dapat mengatasi masalah yang terjadi pada lokasi penelitian.

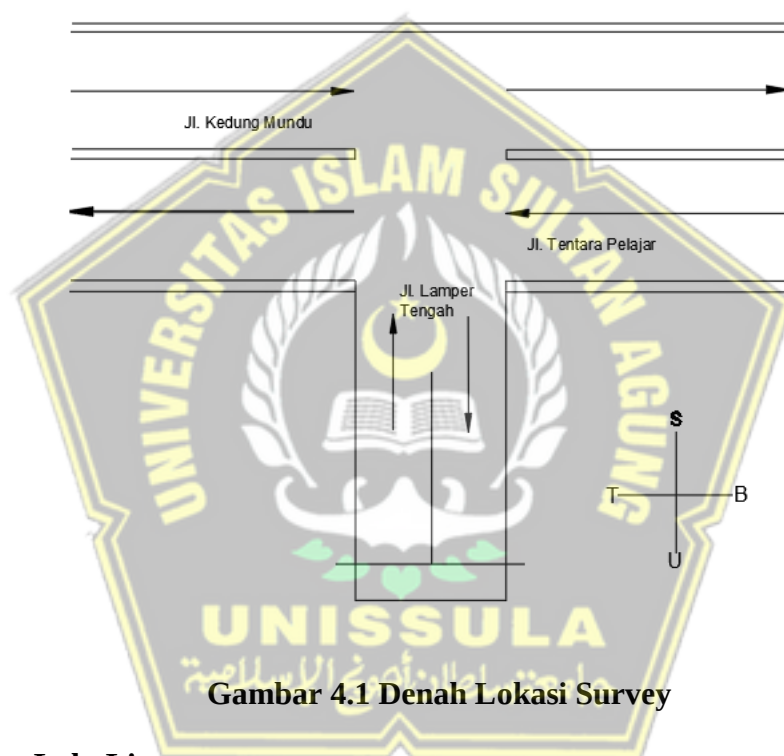


BAB IV

ANALISIS DATA DAN PERHITUNGAN DATA

4.1 Umum

Data yang digunakan untuk penelitian ini merupakan data primer. Dimana data primer merupakan data riil yang kita dapat langsung dari tempat tersebut dengan metode penelitan secara langsung ke lapangan. Dengan lokasi penelitian berupa di Simpang Tiga Jalan Tentara Pelajar-Kedung Mundu.



Gambar 4.1 Denah Lokasi Survey

4.2 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas yang diamati lokasi penelitian yaitu di simpang tiga jalan Tentara Pelajar-Kedung Mundu adalah lalu lintas dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Kendaraan ringan (*Light Vehicle/LV*), dengan nilai emp 1. Seperti: angkutan umum, mobil pribadi, *pick up*, bus kecil dan truk sedang.
- 2) Kendaraan berat (*Heavy Vehicle/HV*), dengan nilai emp 1,2. Seperti : bus besar, truk kontainer, truk damp.
- 3) Sepeda motor (*Motorcycle/MC*), dengan nilai emp 0,25.

- 4) Kendaraan tak bermotor (*Un-Motorized*), seperti sepeda dan becak, kendaraan ini tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi dimasukkan sebagai unsur hambatan samping sesuai MKJI, 1997.

Pengelolaan data dengan cara menghitung jumlah kendaraan per 1 jam pada hari kerja (Senin), hari pertengahan kerja (Kamis), dan hari libur (Sabtu). Data yang digunakan saat ini yaitu data pada jam puncak sore hari di hari Kamis pukul 16.00-17.00. Pada saat penelitian dengan cara merekam video yang diambil secara langsung di lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Data arus lalu lintas pada hari kerja (Kamis sore) pukul 16.00-17.00 (*Hasil Survei*)

PER SATUAN JAM										
07.00 - 08.00	URAIAN	Selatan (arah Tentara Pelajar)			Barat (arah Tentara Pelajar)			Timur (arah Kedung Mundu)		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
	Motor (MC)	394	-	650	-	2280	849	394	1248	-
	K. ringan (LV)	129	-	261	-	423	223	187	387	-
	K. berat (HV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSATUAN JAM										
08.00 - 09.00	URAIAN	Selatan (arah Tentara Pelajar)			Barat (arah Tentara Pelajar)			Timur (arah Kedung Mundu)		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
	Motor (MC)	272	-	327	-	1671	564	307	856	-
	K. ringan (LV)	56	-	277	-	292	52	52	230	-
	K. berat (HV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSATUAN JAM										
12.00 - 13.00	URAIAN	Selatan (arah Tentara Pelajar)			Barat (arah Tentara Pelajar)			Timur (arah Kedung Mundu)		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
	Motor (MC)	233	-	565	-	653	243	197	487	-
	K. ringan (LV)	174	-	177	-	241	49	45	193	-
	K. berat (HV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSATUAN JAM										

13.00 – 14.00	URAIAN	Selatan (arah Tentara Pelajar)			Barat (arah Tentara Pelajar)			Timur (arah Kedung Mundu)		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
	Motor (MC)	107	-	639	-	546	170	109	542	-
	K. ringan (LV)	139	-	162	-	230	113	80	356	-
	K. berat (HV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSATUAN JAM										
16.00 – 17.00	URAIAN	Selatan (arah Tentara Pelajar)			Barat (arah Tentara Pelajar)			Timur (arah Kedung Mundu)		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
	Motor (MC)	476	-	852	-	2247	1687	1356	2550	-
	K. ringan (LV)	378	-	548	-	732	526	430	574	-
	K. berat (HV)	-	-	-	-	1	-	1	-	-
PERSATUAN JAM										
17.00 – 18.00	URAIAN	Selatan (arah Tentara Pelajar)			Barat (arah Tentara Pelajar)			Timur (arah Kedung Mundu)		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
	Motor (MC)	154	-	1176	-	1442	322	595	2780	-
	K. ringan (LV)	118	-	237	-	245	134	121	255	-
	K. berat (HV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PERSATUAN JAM										
19.00 – 20.00	URAIAN	Selatan (arah Tentara Pelajar)			Barat (arah Tentara Pelajar)			Timur (arah Kedung Mundu)		
		LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
	Motor (MC)	534	-	335	-	764	252	285	549	-
	K. ringan (LV)	110	-	91	-	372	65	36	272	-
	K. berat (HV)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.2 Data Survey Arus Lalu Lintas Bermotor (MV)

KODE PENDEK AT	ARAH	Kendaraan Ringan (LV)			Kendaraan Berat (HV)			Sepeda Motor (MC)			Kendaraan Bermotor		
		emp terlindung :		1,0	emp terlindung :		1,3	emp terlindung :		0,2	total		
		emp terlawan :		1,0	emp terlawan :		1,3	emp terlawan :		0,4	MV		
		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam	
	terlindung	terlawan	terlindung	terlawan		terlindung	terlawan		terlindung	terlawan			
Selatan	LT	378	378	378	-	-	-	476	95,2	190,4	854,0	473,2	568,4
	ST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RT	548	548	548	-	-	-	852	170,4	340,8	1.400,0	718,4	888,8
	Total	926	926	926	-	-	-	1.328	265,6	531,2	2.254,0	1.191,6	1.457,2
Barat	LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ST	732	732	732	1	1,3	1,3	2.247	449,4	898,8	2.980,0	1.182,7	1.632,1
	RT	526	526	526	-	-	-	1.687	337,4	674,8	2.213,0	863,4	1.200,8
	Total	1.258	1.258	1.258	1	1,3	1,3	3.934	786,8	1.573,6	5.193,0	2.046,1	2.832,9
Timur	LT	430	430	430	1	1,3	1,3	1.356	271,2	542,4	1.787,0	702,5	973,7
	ST	574	574	574	-	-	-	2.550	510,0	1.020,0	3.124,0	1.084,0	1.594,0
	RT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total	1.004	1.004	1.004	1	1,3	1,3	3.906	781,2	1.562,4	4.911,0	1.786,5	2.567,7

4.3 Parameter Perhitungan Persimpangan

Parameter-parameter persimpangan yang dihitung secara manual adalah total arus lalu lintas (QV), ekivalen mobil penumpang arus lalu lintas (smp/jam), arus jenuh dasar (S), kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS), dan parameter lalu lintas persimpangan yang didapat secara langsung dari pengamatan dilapangan pada saat jam puncak seperti waktu siklus (det), waktu merah (det), waktu kuning (det), serta data-data penyesuaian kondisi persimpangan yang digunakan dalam menghitung dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997). Maka terlebih dahulu data lalu lintas diubah dengan smp/jam kemudian selanjutnya akan dicantumkan pada perhitungan selanjutnya pada Simpang Tiga Jalan Tentara Pelajar-Kedung Mundu.

1) Menghitung arus lalu lintas (Q)

Nilai menghitung arus lalu lintas (Q) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$Q = Q_{LV} + Q_{HV} \times emp_{HV} + Q_{MC} \times emp_{HV}$$

2) Nilai Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Faktor- faktor yang mempengaruhi besarnya nilai F_{SF} adalah nilai rasio kendaraan tidak bermotor, lingkungan jalan, hambatan samping, dan tipe fase.

3) Perhitungan Arus Jenuh (S)

Nilai Menghitung Arus Jenuh (S) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SP} \times F_G \times F_P \times F_{GT} \times F_{LT}$$

Hasil perhitungan Arus Jenuh (S) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.3 Perhitungan Arus Sesungguhnya (S)

Pendekat	S_0 (smp/jam)	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S (smp/jam)
Lamper T	1.800	1	1	1	1	1,16	0,94	1.949,86
Tentara P	3.600	1	1	1	1	1,11	1,00	3.994,97
Kedung M	3.600	1	1	1	1	1,00	0,94	3.373,50

4) Arus Jenuh Dasar (S_0)

Nilai perhitungan Arus Jenuh Dasar (S_0) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$S_0 = 600 \times w_e$$

Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar (S_0) Dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.4 Perhitungan Arus Jenuh (S_0)

Pendekat		w_e (m)	S_0 (smp/jam)
Lamper T	600	3,0	1.800
Tentara P	600	6,0	3.600
Kedung M	600	6,0	3.600

5) Penentuan nilai faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

Berdasarkan data Rencana Tata Ruang Wilayah kota Semarang pada tahun 2022 jumlah penduduknya mencapai 1.659.975 jiwa, maka dengan menggunakan tabel Faktor Koreksi Ukuran Kota, dapat ditentukan besarnya nilai F_{CS} adalah 1,0

6) Penentuan Nilai Faktor Kelandaian (F_G)

Pada persimpangan ini tidak terdapat kelandaian, begitu juga dengan kaki samping yang lainnya, adalah datar. Dengan menggunakan grafik faktor kelandaianya maka lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Nilai Faktor Kelandaian

NO	Pendekatan	Kelandaian +/- %	FG
1.	Lamper T	0	1
2.	Tentara P	0	1
3.	Kedung M	0	1

7) Penentuan Nilai Faktor Belok kiri (P_{LT})

Nilai penentu faktor belok kiri (P_{LT}) dapat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} P_{LT} &= \frac{QLT \text{ (smp/jam)}}{QTOT \text{ (smp/jam)}} \\ &= \frac{473,2}{1191,6} \\ &= 0,40 \end{aligned}$$

8) Penentu Nilai Rasio Belok Kanan (P_{RT})

Nilai Penentu rasio faktor belok kanan (P_{RT}) dapat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} P_{RT} &= \frac{QRT \text{ (smp/jam)}}{QTOT \text{ (smp/jam)}} \\ &= \frac{718,4}{1191,6} \\ &= 0,60 \end{aligned}$$

9) Menentukan Nilai Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Nilai faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 1,0 - PLT \times 0,16 \\ &= 1,0 - 0,40 \times 0,16 \\ &= 0,94 \end{aligned}$$

10) Menentukan Nilai Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Nilai faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} F_{RT} &= 1,0 + PRT \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,60 \times 0,26 \\ &= 1,16 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Perhitungan faktor belok kiri dan kanan (F_{LT}), (F_{RT}) dan penyesuaian faktor belok kanan

Pendekat	Q_{LT}	Q_{TOT}	PLT	FRT
Lamper T	473,2	1.191,6	0,40	0,94
Tentara P	-	2.046,1	-	1,00
Kedung M	702,5	1.786,5	0,39	0,94

Pendekat	Q_{RT}	Q_{TOT}	PRT	FRT
Lamper T	718,4	1.191,6	0,60	1,16
Tentara P	863,4	2.046,1	0,42	1,11
Kedung M	-	1.786,5	-	1,00

11) Penentuan Nilai faktor penyesuaian parkir (FP)

Nilai faktor penyesuaian parkir (FP) dapat menggunakan dengan rumus:

$$FP : \{[(LP/3 - (We - 2)) \times (LP/3 - g) / We] / g\}$$

Dimana

LP : Jarak antara garis henti dengan kendaraan yang diparkir
dengan kendaraan yang di parkir pertama

G : Nilai normal waktu hijau

12) Perhitungan Lost Time (LT)

Lost Time dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$LT = \sum IG$$

Dimana:

$$IG = \text{Waktu antar hijau}$$

Untuk mencari LT, maka harus mengetahui IG dahulu. Sedangkan untuk menentukan IG, menggunakan tabel penentu Nilai Antar Hijau. Untuk lebih lengkapnya mengenai perhitungan Lost Time (LT) bisa dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.7 Perhitungan Lost Time (LT)

No	Pendekat	Lebar Jalan	Satuan
1	Selatan	6,00	M
2	Timur	12,00	M
3	Barat	12,00	M
	Rata-Rata	10,00	M
	Jumlah Fase	3	
	IG Per fase	4	
	LT ($\sum IG$). Det	12	det

13) Rasio arus simpang $\sum (FR_{CRIT})$

Rasio arus simpang $\sum (FR_{CRIT})$ dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$IFR = Q/S$$

Mengenai hasil dari perhitungan Rasio arus simpang $\sum (FR_{CRIT})$ dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.8 Perhitungan Rasio arus penumpang $\sum (FR_{CRIT})$

Pendekat	S (smp/jam)	Q (smp/jam hijau)	FR
Selatan	1.949,86	1.191,6	0,611
Barat	3.994,97	2.046,1	0,512
Timur	3.373,50	1.786,5	0,530

$$\begin{aligned}
 \text{IFR} &= Q_{\text{TOT}}(\text{smp/jam}) / S_{\text{TOT}}(\text{Arus jenuh sesungguhnya}) \\
 &= 5024,2 / 9318,33 \\
 &= 0,54
 \end{aligned}$$

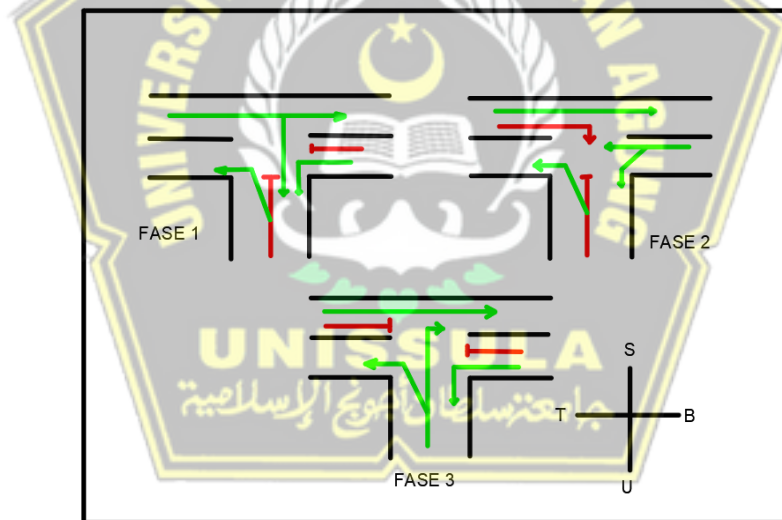
14) Menghitung Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (C)

Nilai Menghitung Waktu Siklus (C) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 C &= (1,5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\
 &= (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0,54) \\
 &= 50 \text{ det}
 \end{aligned}$$

LTI merupakan warna hilang total, digunakan persamaan perhitungan lengkap

$$\begin{aligned}
 \text{LTI} &= \text{Merah semua total} + \text{warna kuning} \\
 &= 9 \text{ det} + 3 \text{ det} \\
 &= 12 \text{ det}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. 2 Fase waktu sinyal



Gambar 4. 3 Waktu Sinyal Hijau, Kuning, Merah

Tabel 4.9 Data waktu sinyal di lapangan

pendekat	waktu nyala (detik)				waktu siklus
	hijau	kuning	merah	all red	(detik)
Lamper Tengah	21	3	80	3	107
Tentara Pelajar	50	3	51	3	107
Kedung Mundu	15	3	86	3	107

15) Waktu Hijau

Waktu hijau untuk masing-masing fase sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Waktu Hijau

Pendekat	Waktu Hijau (gi)
Lamper Tengah	21
Tentara Pelajar	50
Kedung Mundu	15

16) Perhitungan Kapasitas (C)

$$\begin{aligned}
 C_b &= S \times (g / c) \\
 &= 3994,97 \times (56,79 / 68,79) \\
 &= 3298,07 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_t &= S \times (g / c) \\
 &= 3373,50 \times (56,79 / 68,79) \\
 &= 2785,01 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= S \times (g / c) \\
 &= 1949,86 \times (56,79 / 68,79) \\
 &= 1609,72 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

17) Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$DS = \frac{Q_{TOT}}{c}$$

Lebih lengkap dari hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.11 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

Pendekat	Q (smp/jam hijau)	C (smp/jam)	DS
Lamper Tengah	1.191,60	1.950,04	0,61
Tentara Pelajar	2.046,10	3.995,10	0,51
Kedung Mundu	1.786,50	3.373,95	0,53

18) Panjang Antrian (NQ)

- Lamper Tengah

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

Dimana:

NQ = Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

Ds = Derajat kejenuhan

$$= 0,25 \times 1950,04 \left[(0,61 - 1) + \sqrt{(0,61 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,61 - 0,5)}{1950,04}} \right]$$

$$= 0,29 \text{ smp/jam}$$

Untuk $DS < 0,5$; $NQ1 = 0$

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

$$= 112 \times \frac{1 - 0,19}{1 - 0,19 \times 0,61} \times \frac{1191,60}{3600}$$

$$= 34,02 \text{ smp/jam}$$

$$NQ \text{ TOTAL} = NQ1 + NQ2$$

$$= 0,29 + 34,02$$

$$= 34,30 \text{ m}$$

$$QL = \frac{NQ_{maks} \times 20}{W_{masuk}}$$

$$QL = \frac{34,30 \times 20}{3,00}$$

$$= 228,69 \text{ m}$$

- Tentara Pelajar

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

Dimana:

NQ = jumlah smp dari fase sebelumnya

C = Kapasitas

Ds = Derajat Kejenuhan

$$= 0,25 \times 1950,04x \left[(0,61 - 1) + \sqrt{(0,61 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,61 - 0,5)}{1950,4}} \right]$$

$$= 0,45 \text{ smp/jam}$$

Untuk $DS < 0,5$; $NQ1 = 0$

$$\begin{aligned} NQ2 &= cx \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\ &= 116x \frac{1 - 0,14}{1 - 0,19 \times 0,51} \times \frac{2046,10}{3600} \\ &= 56,33 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NQ \text{ TOTAL} &= NQ1 + NQ2 \\ &= 0,45 + 56,33 \\ &= 56,78 \text{ m} \end{aligned}$$

$$QL = \frac{NQ_{maks} \times 20}{W_{masuk}}$$

$$\begin{aligned} QL &= \frac{56,33 \times 20}{6,00} \\ &= 187,77 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kedung Mundu

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

Dimana:

NQ = Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

Ds = Derajat kejenuhan

$$= 0,25 \times 3373,95 \left[(0,53 - 1) + \sqrt{(0,53 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,53 - 0,5)}{3373,95}} \right]$$

$$= 0,40 \text{ smp/jam}$$

Untuk $DS < 0,5$; $NQ1 = 0$

$$\begin{aligned} NQ2 &= c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\ &= 112 \times \frac{1-0,45}{1-0,45 \times 0,53} \times \frac{1786,50}{3600} \\ &= 37,59 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$NQ \text{ TOTAL} = NQ1 + NQ2$$

$$= 0,40 + 39,95$$

$$= 37,99 \text{ m}$$

$$QL = \frac{NQ_{maks} \times 20}{W_{masuk}}$$

$$\begin{aligned} QL &= \frac{37,99 \times 20}{6,00} \\ &= 126,63 \text{ m} \end{aligned}$$

19) Indeks Tingkat Pelayanan

- Tundaan Pagi

Lamper Tengah

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{1-GR} \times \frac{NQ1}{c} \times 3600$$

$$\begin{aligned} DT &= 107 \times \frac{0,5 \times (1-0,20)^2}{1-0,20} \times \frac{0,28}{1.988,88} \times 3600 \\ &= 10 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tentara Pelajaran

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{1-GR} \times \frac{NQ1}{c} \times 3600$$

$$\begin{aligned} DT &= 107 \times \frac{0,5 \times (1-0,14)^2}{1-0,14} \times \frac{0,26}{3,889,23} \times 3600 \\ &= 11 \text{ detik} \end{aligned}$$

Kedung Mundu

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{1-GR} \times \frac{NQ1}{c} \times 3600$$

$$DT = 107 \times \frac{0,5 \times (1-0,47)^2}{1-0,47} \times \frac{0,32}{3,430,81} \times 3600$$

$$= 22 \text{ detik}$$

- Tundaan Siang

Lamper Tengah

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{1 - GR} \times \frac{NQ1}{c} \times 3600$$

$$DT = 107 \times \frac{0,5 \times (1-0,20)^2}{1-0,20} \times \frac{0,32}{1,923,20} \times 3600$$

$$= 20 \text{ detik}$$

Tentara Pelajar

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{1 - GR} \times \frac{NQ1}{c} \times 3600$$

$$DT = 107 \times \frac{0,5 \times (1-0,47)^2}{1-0,47} \times \frac{0,44}{3,794,84} \times 3600$$

$$= 19 \text{ detik}$$

Kedung Mundu

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{1 - GR} \times \frac{NQ1}{c} \times 3600$$

$$DT = 107 \times \frac{0,5 \times (1-0,14)^2}{1-0,14} \times \frac{0,43}{3,470,76} \times 3600$$

$$= 13 \text{ detik}$$

- Tundaan Sore

Lamper Tengah

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{1 - GR} \times \frac{NQ1}{c} \times 3600$$

$$DT = 107 \times \frac{0,5 \times (1-0,20)^2}{1-0,20} \times \frac{0,29}{1,950,05} \times 3600$$

$$= 23 \text{ detik}$$

Tentara Pelajar

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{1 - GR} \times \frac{NQ1}{c} \times 3600$$

$$DT = 107 \times \frac{0,5 \times (1-0,14)^2}{1-0,14} \times \frac{0,45}{3.995,11} \times 3600$$

$$= 19 \text{ detik}$$

Kedung Mundu

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{1 - GR} \times \frac{NQ1}{c} \times 3600$$

$$DT = 107 \times \frac{0,5 \times (1-0,14)^2}{1-0,14} \times \frac{0,45}{3.995,11} \times 3600$$

= 12 detik

Tabel 4.12 Tundaan Pagi

Pendekat		C (detik)	GR	1 - GR	(1 - GR) ²	NQ1 (m)	C (smp/jam)	DT (detik)
Lamper T	3600	107	0,20	0,80	0,65	0,28	1.988,88	(10)
Tentara P	3600	107	0,14	0,86	0,74	0,26	3.889,23	(11)
Kedung M	3600	107	0,47	0,53	0,28	0,32	3.430,81	(22)

Tabel 4.13 Tundaan Siang

Pendekat		C (detik)	GR	1 - GR	(1 - GR) ²	NQ1 (m)	C (smp/jam)	DT (detik)
Lamper T	3600	107	0,20	0,80	0,65	0,32	1.923,20	(20)
Tentara P	3600	107	0,14	0,86	0,74	0,43	3.794,84	(19)
Kedung M	3600	107	0,47	0,53	0,28	0,44	3.470,76	(13)

Tabel 4.14 Tundaan Sore

Pendekat		C (detik)	GR	1 - GR	$(1 - GR)^2$	NQ1 (m)	C (smp/jam)	DT (detik)
Lamper T	3600	107	0,20	0,80	0,65	0,29	1.950,05	(23)
Tentara P	3600	107	0,14	0,86	0,74	0,45	3.995,11	(19)
Kedung M	3600	107	0,47	0,53	0,28	0,40	3.373,97	(12)

Tabel 4.15 Indeks Tingkat Pelayanan Pagi

Pendekat	DS	QL (m)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Lamper T	0,30	101,35	(10)	C
Tentara P	0,33	113,54	(11)	B
Kedung M	0,26	54,30	(22)	B

Tabel 4.16 Indeks Tingkat Pelayanan Siang

Pendekat	DS	QL (m)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Selatan	0,27	85,79	(20)	B
Barat	0,12	40,67	(19)	B
Timur	0,11	20,83	(13)	B

Tabel 4.17 Indeks Tingkat Pelayanan Sore

Pendekat	DS	QL (m)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Lamper T	0,61	228,69	23	C
Tentara P	0,51	205,00	19	C
Kedung M	0,53	134,51	12	B

Berdasarkan table 4.17 tingkat pelayanan di jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu dari arah lamper tengah memenuhi tingkat pelayanan (berdasarkan nilai tundaan) C (15 - 25 detik) dengan nilai DS = 0,61 yaitu dengan arus stabil, lalu lintas sedang, kecepatan dibatasi, kepadatan sedang. Sedangkan dari arah tentara pelajar memenuhi tingkat pelayanan (berdasarkan nilai tundaan) C (15 – 25 detik) dengan nilai DS = 0,51 yaitu dengan arus stabil, lalu lintas sedang, kecepatan dari pengemudi dibatasi, untuk kepadatan sedang. Untuk arah kedung mundu memenuhi tingkat pelayanan (berdasarkan nilai tundaan) B (5,1 – 15 detik) dengan nilai DS = 0,53, yaitu dengan arus stabil, lalu lintas sedang, kecepatan dibatasi, kepadatan sedang.

20) Menghitung Pertumbuhan Lalu Lintas

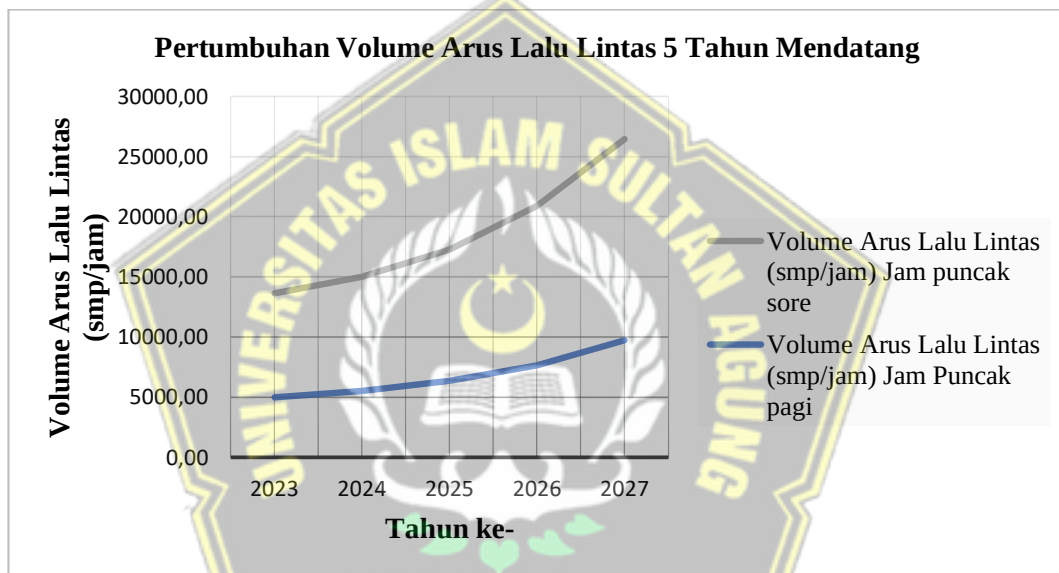
Perhitungan pertumbuhan lalu lintas menggunakan software Microsoft Excel:

Tabel 4.18 Pertumbuhan lalu lintas kota semarang tahun 2018-2022

No	Jenis Kendaraan	EMP	Jumlah Kendaraan									
			2018		2019		2020		2021		2022	
			Kend	Smp	Kend	Smp	Kend	Smp	Kend	Smp	Kend	Smp
1	Sepeda Motor (MC)	0,35	444389	155536	466070	163125	469145	164201	483745	169311	511148	178902
2	Kendaraan Ringan (LV)	1	20303	20303	23078	23078	24999	24999	26785	26785	26952	26952
3	Kendaraan Berat (HV)	1,2	2576	3091	2678	3214	2609	3131	10909	13091	2643	3172
	Total		467268	178930	491826	189416	496753	192331	521439	209187	540743	209025
	Kenaikan Lalu Lintas Per Tahun					10486		2914		16856		161
	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)					6		1,5		9		0,1
	Rata-Rata Pertumbuhan Lalu Lintas (%)							4,06				

Tabel 4.19 Pertumbuhan arus lalu lintas

No	Tahun	Volume Arus Lalu Lintas (smp/jam)	
		Jam Puncak pagi	Jam puncak sore
1	2023	5011,50	8627,50
2	2024	5509,40	9484,66
3	2025	6350,53	10932,69
4	2026	7675,09	13212,98
5	2027	9725,81	16743,38



Gambar 4.4 Grafik pertumbuhan lalu lintas 5 tahun mendatang

Pertumbuhan lalu lintas saat ini :

Tabel 4.20 Pertumbuhan lalu lintas saat ini

Waktu	Arus (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Q/C	Tingkat Pelayanan
06.00 - 09.00	2046	3995	0,51	C
16.00 - 18.00	1786	3373	0,53	C

Pertumbuhan kendaraan 5 tahun mendatang :

Tabel 4.21 Pertumbuhan lalu lintas 5 tahun mendatang

Waktu	Arus (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Q/C	Tingkat Pelayanan
06.00 - 09.00	9725,8	5578	1,74	F
16.00 - 18.00	16743,4	5800	2,89	F



Gambar 4.5 Grafik Tingkat Pelayanan 5 Tahun Mendatang

Keterangan :

Biru : saat ini

Coklat : 5 tahun mendatang

4.4 Kapasitas Jalan Terhadap Kendaraan di Simpang Tiga Tentara Pelajar – Kedung Mundu

Menurut Alfian DC, dkk. (2014) jika tingkat pelayanan jalan (*Level Of Service*) atau $LOS > C$, maka perlu adanya perbaikan dalam manajemen lalu lintas. Manajemen lalu lintas bisa dilakukan dari yang fisik hingga non fisik. Sehingga dalam hal ini manajemen lalu lintas yang dapat diterapkan dalam Persimpangan Jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan pemeliharaan jalan aturan pemerintah no. 34 tahun 2006 tentang jalan untuk mengurangi kemacetan dan dapat menampung kendaraan besar.
- b. Menertibkan kendaraan yang bisa dibilang dengan hambatan samping yang dapat memperlambat laju kendaraan.
- c. Menertibkan pedagang yang menggunakan sebagian bahu jalan, itu juga merupakan faktor selanjutnya yang dapat kendaraan yang akan melaju.

4.5 Solusi Kepadatan Kendaraan di Simpang Tiga Tentara Pelajar – Kedung Mundu

Solusi kepadatan kendaraan pada Simpang Tiga Tentara Pelajar – Kedung Mundu yaitu sebagai berikut:

- a) Melakukan pelebaran jalan sehingga pengguna jalan bisa menggunakan jalan tersebut dengan leluasa.
- b) Menertibkan yang namanya hambatan samping seperti, parker sembarangan, berhenti di pinggir jalan, putar balikan.
- c) Menertibkan para pedagang yang menggunakan sebagian jalan, sehingga jalan tersebut tidak akan terjadi kemacetan lagi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja simpang tiga bersinyal di Jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu – Lamper Tengah, didapatkan hasil derajat kejenuhan sebesar 0,55 yang berarti ruas jalan tersebut masuk dalam kategori tingkat pelayanan C (0,45-0,74). Tingkat pelayanan C adalah Volume lalu lintas dalam selang arus stabil, tetapi ditandai dengan awal operasi pengguna individu yang dipengaruhi oleh interaksi lain dalam arus lalu lintas. Selain itu, pemilihan kecepatan bergerak, pindah jalur atau mendahului memiliki keterbatasan.
2. Kapasitas yang terjadi di simpang tiga bersinyal jalan Tentara Pelajar – Kedung Mundu sangatlah padat apalagi pada jam sibuk. Arus lalu lintas maksimum yang diperoleh pada jam puncak tinggi terjadi pada hari kamis jam 16.00-17.00 dengan panjang antrian antara 133 m – 228 m dengan nilai tundaan tertinggi selama 23 detik, di dominasi oleh kendaraan bermotor dan kendaraan ringan.

5.2 Saran

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada simpang tiga bersinyal Tentara Pelajar – Kedung Mundu, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu adanya perhatian yang serius yaitu pengaturan lalu lintas, maupun kondisi geometrik dan lingkungan pada simpang Tentara Pelajar – Kedung Mundu, agar panjang antrian dan tundaan dapat dikurangi sehingga tidak mempengaruhi masalah lalu lintas pada jaringan jalan lainnya. Pemasangan rambu-rambu lalu lintas agar kendaraan tidak berhenti atau memakirkan kendaraan di samping jalan pendekat simpang.
2. Perlu diadakan penelitian selanjutnya tentang kinerja simpangan pada lokasi yang lebih banyak lagi agar jaringan jalan maupun hubungan dengan simpangan yang lain dapat terkoordinasi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskoro, P. Y., Wicaksono, A., & Kurniawan, E. B. (2012). Manajemen Lalu Lintas Untuk Mengatasi Masalah Tundaan Pada Ruas Jl. Ranungrati Kota Malang. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, 2(2), 49-62.
- Basri, M. A. (2021). Hubungan Tundaan Dan Panjang Antrian Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Akibat Penyempitan Jalan (Bottleneck)(Studi Kasus Proyek Jembatan Linggarjati Jalan Adinegoro, Kota Padang). *Jurnal Applied Science in Civil Engineering*, 2(1), 44-49.
- Br. Saputro, Wijaya Ranga dan Wisnu Adhi Irawan. (2022). *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Segmen Jalan Soekarano Hatta Depan SPBU Pertamina Masjid Agung Semarang*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2017). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta. Direktorat Jendral Bina Marga. 1990.
- Kumita. 2015. Manajemen Lalu Lintas Pada jalan Teuku Abdurrahman Meunasah Meucap Sebagai Jalan Masuk Universitas Al Muslim.
- Yesina Intan Pratiwi. (2014). *Manajemen Lalu Lintas Untuk Mengatasi Kemacetan Pada Simpang Jalan Tol Jatingaleh Kota Semarang*.