

PAPER NAME

**DRAFT KKW REVISI I_INTAN MAHARINI
SUSILO_1902172_BISMILLAHHH ACCC.
pdf**

AUTHOR

Pak Tri

WORD COUNT

15976 Words

CHARACTER COUNT

90807 Characters

PAGE COUNT

101 Pages

FILE SIZE

1.9MB

SUBMISSION DATE

Aug 18, 2022 6:22 PM GMT+7

REPORT DATE

Aug 18, 2022 6:24 PM GMT+7

● 27% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 25% Internet database
- 9% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 17% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Quoted material
- Cited material
- Small Matches (Less than 10 words)
- Manually excluded sources
- Manually excluded text blocks

**OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG EMPAT TERMINAL
KABUPATEN LAMONGAN**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi

Diploma III

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



DIAJUKAN OLEH:

INTAN MAHARINI SUSILO

19.02.172

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III**

MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

BEKASI

2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda dibawah ini :

Nama : Intan Maharini Suislo
Notar : 19.02.172
Tempat, Tanggal Lahir : Jember, 14 Oktober 2000
Institusi : Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD

Menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib ini yang berjudul "**OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG EMPAT TERMINAL KABUPATEN LAMONGAN**" merupakan karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan sebenarnya.

Bekasi, Agustus 2022
Yang menyatakan Taruna

INTAN MAHARINI SUSILO
NOTAR : 19.02.172

KERTAS KERJA WAJIB
OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG EMPAT TERMINAL
KABUPATEN LAMONGAN

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

INTAN MAHARINI SUSILO
Nomor Taruna : 19.02.172

Telah di Setujui oleh :

PEMBIMBING I

R. CAESARIO BOING R R, S.Si.T., M.T.

Tanggal: Agustus 2022

PEMBIMBING II

Dr. dr. FEMMY SOFIE SCHOUTEN, M.M.

Tanggal: Agustus 2022

KERTAS KERJA WAJIB
OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG EMPAT TERMINAL
KABUPATEN LAMONGAN

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan

Program Studi Diploma III

Oleh:

INTAN MAHARINI SUSILO

Nomor Taruna : 19.02.172

52

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 12 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Pembimbing I

R. CAESARIO BOING R R, S.Si.T., M.T.

Tanggal:

NIP 19880330 201012 1 006

Pembimbing II

Dr. dr. FEMMY SOFIE SCHOUTEN, M.M.

Tanggal:

NIP 19700302 200312 2 001

DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD
BEKASI, 2022

**KERTAS KERJA WAJIB
OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG EMPAT TERMINAL
KABUPATEN LAMONGAN**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

INTAN MAHARINI SUSILO

Nomor Taruna: 19.02.172

**TELAH BERHASIL DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 12 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

DEWAN PENGUJI

PENGUJI 1

SUBARTO, A.TD., M.M.

NIP. 19591224 198203 1 002

PENGUJI 2

R. CAESARIO BOING R R, S.Si.T., M.T.

NIP 19880330 201012 1 006

PENGUJI 3

Dr. dr. FEMMY SOFIE SCHOUTEN, M.M.

NIP 19700302 200312 2 001

MENGETAHUI,
**KETUA PROGRAM STUDI
D.III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN**

RACHMAD SADILI, M.T.

NIP. 19840208 200604 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas rahmat dan karunia Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-NYA, sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul "Optimalisasi Kinerja Simping Empat Terminal Kabupaten Lamongan" dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. orang tua dan keluarga yang selalu ada untuk mendukung;
2. Bapak Ahmad Yani, ATD., MT selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia _ STTD beserta staf dan jajarannya;
3. Bapak Rachmat Sadili, MT selaku kepala jurusan D.III Manajemen Transportasi Jalan beserta seluruh staf jurusan;
4. Bapak R Caesario Boing R R, MT dan Ibu dr. Femmy Schouten, MM sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan langsung terhadap penulis Kertas Kerja Wajib ini.
5. Alumni PTDI-STTD di dinas Perhubungan Kabupaten Lamongan,
6. Rekan Taruna/I Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD Angkatan XLI.

Penulis menyadari Kertas Kerja Wajib ini banyak kekurangan, saran dan masukan sangat diharapkan bagi kesempurnaan penulisan. Semoga bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi Darat dan dapat diterapkan untuk membantu pembangunan transportasi di Indonesia khususnya pada Kabupaten Lamongan.

Bekasi, Agustus 2022
Penulis,

INTAN MAHARINI SUSILO
Notar : 19.02.331

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : INTAN MAHARINI SUSILO
Notar : 19.02.172
Program Studi : D.III Manajemen Transportasi Jalan
Jenis Karya : Tugas Akhir

10 Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Righth*)** atas karya ilmiah saya berjudul:

OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG EMPAT TERMINAL

KABUPATEN LAMONGAN

22 Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasi Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Tanggal : Agustus 2021

Yang menyatakan,

INTAN MAHARINI SUSILO

NOTAR : 19.02.216

DAFTAR ISI

58	KATA PENGANTAR.....	1
	DAFTAR ISI	3
	DAFTAR TABEL	5
	DAFTAR GAMBAR	7
	DAFTAR RUMUS	8
3	BAB I PENDAHULUAN.....	9
	1.1. Latar Belakang.....	9
	1.2. Identifikasi Masalah.....	3
	1.3. Rumusan Masalah	3
	1.4. Maksud dan tujuan.....	3
	1.5. Batasan Masalah	3
	BAB II GAMBARAN UMUM.....	4
	2.1. Kondisi Geografis	4
	2.2. Kondisi Transportasi	5
	2.2.1. Jaringan Jalan	5
	2.2.2. Persimpangan	6
	2.3. Kondisi Wilayah Studi	7
	BAB III KAJIAN PUSTAKA	13
	3.1. Manajemen Rekayasa Lalu Lintas	13
	3.2. Persimpangan.....	16
	3.6. Evaluasi Simpang	20
	3.7. Prinsip Waktu Siklus	21
17	BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	24
	4.1. Alur Pikir Penelitian	24

4.2.	Bagan Alir Metode Penelitian.....	25
4.3.	Sumber Data	26
4.4.	Metode Analisis data	27
4.5.	Tingkat Pelayanan	40
BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH		41
5.1.	Analisis Kinerja Simpang Empat Terminal Kondisi Eksisting	41
5.2.	ANALISIS OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG.....	56
5.2.1.	Kinerja Simpang Empat Terminal Kondisi Usulan I.....	57
5.2.2.	Kinerja Simpang Empat Terminal Kondisi Usulan II.....	66
5.3.	Analisis Geometrik Simpang Empat Terminal	77
5.4.	Perbandingan Kinerja Simpang Empat Terminal Kondisi Eksisting dengan Usulan	78
BAB VI PENUTUP		68
6.1.	Kesimpulan.....	68
6.2.	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Daftar Nama Simpang Bersinyal di Kabupaten Lamongan.....	6
Tabel II. 2 Daftar Nama Simpang Tak Bersinyal di Kabupaten Lamongan	7
Tabel III. 1 Nilai Antar Hijau.....	22
Tabel III. 2 Hubungan LHR dan Volume Jam Tersibuk.....	25
Tabel IV. 1 Arus Jenuh Simpang Terlawan	30
Tabel IV. 3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	31
Tabel IV. 3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	31
Tabel IV. 4 Waktu Siklus Berdasarkan Jumlah Fase.....	34
Tabel V. 1 Inventarisasi Simpang Empat Terminal	41
Tabel V. 2 Arus Jenuh Dasar	42
Tabel V. 3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	43
Tabel V. 4 Faktor Penyesuaian Belok Kanan.....	44
Tabel V. 5 Faktor Penyesuaian Belok Kanan.....	44
Tabel V. 6 Arus Jenuh setelah penyesuaian eksisting.....	45
Tabel V. 7 Rasio Arus	46
Tabel V. 8 Rasio Fase	46
Tabel V. 9 Waktu Siklus Kondisi Eksisting	49
Tabel V. 10 Perhitungan Nilai Kapasitas Pendekat Eksisting	49
Tabel V. 11 Perhitungan Derajat Kejenuhan Eksisting.....	50
Tabel V. 12 Perhitungan Jumlah Antrian Yang Tersisa Dari fase Hijau (NQ1) Eksisting	51
Tabel V. 13 Perhitungan Jumlah Antrian Yang Datang Pada Saat Fase Merah (NQ2)	52
Tabel V. 14 Perhitungan Jumlah Antri Total Eksisting	52
Tabel V. 15 Perhitungan Jumlah Antrian Kendaraan Pada Kondisi Eksisting	53
Tabel V. 16 Kendaraan Terhenti Simpang Kondisi Eksisting	54
Tabel V. 17 Tundaan rata-rata Lalu Lintas Kondisi Eksisting.....	55
Tabel V. 18 Tundaan Geometrik Pada Kondisi Eksisting	55
Tabel V. 19 Tundaan Simpang Kondisi Eksisting	56
Tabel V. 20 Waktu Siklus dan Waktu Hijau Pada Kondisi Usulan I.....	58
Tabel V. 21 Perhitungan kapasitas Kondisi usulan I.....	60

Tabel V. 22 Derajat Kejenuhan Simpang Pada Kondisi Usulan I.....	61
Tabel V. 23 Panjang Antrian Yang Tersisa Dari Fase Hijau (NQ1) Kondisi Usulan I.....	62
Tabel V. 24 Jumlah Antrian yang Datang pada Fase Merah (NQ2) Pada Kondisi Usulan I.....	62
Tabel V. 25 Panjang Antrian Total Simpang Pada Kondisi Usulan I	63
Tabel V. 26 Jumlah Antrian Kendaraan Usulan II	63
Tabel V. 27 Kendaraan Terhenti Pada Kondisi Usulan I.....	64
Tabel V. 28 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas Usulan I	65
Tabel V. 29 Perhitungan Tundaan Geometrik Usulan I.....	65
Tabel V. 30 Tundaan Simpang Pada Usulan I	66
Tabel V. 31 Arus Jenuh Dasar Kondisi Usulan II.....	67
Tabel V. 32 Waktu Siklus dan Waktu Hijau Pada Kondisi Usulan II	68
Tabel V. 33 Perhitungan kapasitas Kondisi usulan II	71
Tabel V. 34 Derajat Kejenuhan Simpang Pada Kondisi Usulan II	71
Tabel V. 35 Panjang Antrian Yang Tersisa Dari Fase Hijau (NQ1) Kondisi Usulan II	72
Tabel V. 36 Jumlah Antrian yang Datang pada Fase Merah (NQ2) Pada Kondisi Usulan II.....	73
Tabel V. 37 Panjang Antrian Simpang Pada Kondisi Usulan II	73
Tabel V. 38 Perhitungan Jumlah Antrian Kendaraan Usulan II.....	74
Tabel V. 39 Kendaraan Terhenti Simpang Pada Kondisi Usulan II.....	75
Tabel V. 40 Tundaan Lalu Lintas Usulan II	76
Tabel V. 41 Tundaan geometrik Usulan II	76
Tabel V. 42 Tundaan Simpang Empat Terminal Pada Kondisi Usulan II.....	77
Tabel V. 43 Perbandingan tundaan rata-rata simpang kondisi eksisting dengan kondisi usulan	79
Tabel V. 44 Perbandingan Derajat Kejenuhan kondisi eksisting dengan kondisi usulan	79
Tabel V. 45 Perbandingan Panjang Antrian kondisi eksisting dengan kondisi usulan	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Peta Administrasi Kabupaten Lamongan	4
Gambar II. 2 Peta Jaringan jalan Kabupaten Lamongan.....	5
Gambar II. 3 Diagram Fase Kondisi Eksisting	9
Gambar II. 4 Visualisasi Simpang Empat Terminal.....	10
Gambar II. 5 Kaki Pendekat Utara Jalan Raya Sunan Giri	11
Gambar II. 6 Kaki pendekat Selatan Jalan Raya Sunan Giri	11
Gambar II. 7 Kaki Pendekat Timur Jalan Kusuma Bangsa	12
Gambar II. 8 Kaki Pendekat Barat Jalan Raya Kusuma Bangsa	12
Gambar II. 9 Penampang Melintang Simpang Pucuk	13
Gambar IV. 1 Bagan Alur Pikir Penelitian	24
Gambar IV. 2 Bagan Alir Metode Penelitian.....	25
Gambar IV. 3 Faktor Penyesuaian Kelandaian	32
Gambar IV. 4 Faktor Penyesuaian Parkir.....	32
Gambar V. 1 Sketsa Apill Fase 1.....	47
Gambar V. 2 Apill Fase 2	48
Gambar V. 3 Diagram Fase Kondisi Eksisting	49
Gambar V. 4 Grafik Pembebanan Lebih.....	52
Gambar V. 5 Sketsa Apill Fase 1.....	59
Gambar V. 6 Apill Fase 2	59
Gambar V. 7 Diagram Fase Simpang Empat Terminal Usulan.....	60
Gambar V. 8 Sketsa Apill Fase 1.....	69
Gambar V. 9 Sketsa Apill Fase 2.....	70
Gambar V. 10 Diagram Fase Simpang Empat Terminal Usulan II	70
Gambar V. 11 Layout Simpang Empat Terminal Usulan II	78

DAFTAR RUMUS

Rumus (IV. 1).....	27
Rumus (IV. 2).....	28
Rumus (IV. 3).....	28
Rumus (IV. 4).....	33
Rumus (IV. 5).....	33
Rumus (IV. 6).....	33
Rumus (IV. 7).....	34
Rumus (IV. 8).....	34
Rumus (IV. 9).....	35
Rumus (IV. 10).....	35
Rumus (IV. 11).....	35
Rumus (IV. 12).....	36
Rumus (IV. 13).....	36
Rumus (IV. 14).....	36
Rumus (IV. 15).....	36
Rumus (IV. 16).....	37
Rumus (IV. 17).....	37
Rumus (IV. 18).....	37
Rumus (IV. 19).....	37
Rumus (IV. 20).....	38
Rumus (IV. 21).....	38
Rumus (IV. 22).....	39
Rumus (IV. 23).....	39
Rumus (IV. 24).....	39
Rumus (IV. 25).....	39

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Lamongan merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Timur, dan memiliki luas 1.812,8 km² serta memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.380.145 jiwa. Di sebelah Utara berbatasan langsung dengan Laut Jawa, di sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Bojonegoro dan Kabupaten Tuban, dan di sebelah Selatan Kabupaten Jombang dan Kota Mojokerto, serta Kabupaten Gresik di sebelah Timur. Kabupaten ini merupakan daerah Aglomerasi Gerbangkertasusila, dimana hal tersebut dapat memabah padatnya arus lalu lintas keluar masuk Kabupaten Lamongan dan memicu adanya konflik khususnya pada persimpangan.

Simpang terminal merupakan simpang apill yang memiliki kaki simpang sebanyak empat buah, dan merupakan simpang terburuk peringkat 3 dari hasil analisis TIM PKL Kabupaten Lamongan 2022. Simpang Terminal letaknya berada di lokasi strategis, yaitu pada daerah Kawasan CBD. Selain itu simpang ini juga menjadi akses utama bagi masyarakat untuk menuju Terminal Lamongan dan menjadi jalan alternatif masyarakat untuk memasuki Kawasan CBD. Kemacetan kerap terjadi di simpang ini dikarenakan aktivitas pergerakan masyarakat yang tinggi pada waktu sibuk pagi dan pada waktu sibuk sore.

Pada lengan kaki utara yaitu merupakan ruas Jalan Sunan Giri 1 terdapat Terminal tipe B yang ruas jalannya langsung mengarah ke jalan Nasional. Pada lengan kaki selatan yang merupakan ruas jalan Sunan Giri 2 terdapat pemukiman, daerah komersil dan pertokoan, pada lengan timur yaitu ruas jalan Kusuma Bangsa 1 merupakan daerah komersil dan terdapat pasar ikan dan pasar burung, serta pada lengan kaki sebelah barat yaitu ruas jalan Kusuma bangsa 2 merupakan daerah pemukiman. Simpang terminal memiliki tipe jalan yang berbeda pada tiap kaki dimana

lengan sebelah Timur, Barat dan Selatan memiliki tipe jalan 2/2 UD, sedangkan lengan kaki sebelah Utara memiliki tipe jalan 4/2 D. Lebar efektif dari Jalan Sunan Giri 1 dan Jalan Sunan Giri 2 adalah 4 meter sedangkan Jalan Kusuma Bangsa 1 dan Jalan Kusuma Bangsa 2 adalah 4,5 meter.

Kemacetan kerap terjadi pada simpang ini, lalu lintas pada tiap kaki pada simpang terbilang padat dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,86 pada lengan sebelah utara, memiliki panjang antrian sepanjang 55 m dengan kendaraan henti 1,15 stop/smp dan tundaan rata-rata sebesar 17,35 det/smp. Pada lengan sebelah selatan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,78, panjang antrian sepanjang 50 m dengan kendaraan henti 0,97 stop/smp dan memiliki tundaan rata-rata sebesar 12,51 det/smp. Nilai derajat kejenuhan sebelah timur sebesar 0,69, dengan panjang antrian sepanjang 40 m, kendaraan henti 0,84 stop/smp dan tundaan rata-rata sebesar 10,76 det/smp. Pada lengan sebelah barat nilai derajat kejenuhan sebesar 0,79, panjang antrian sepanjang 48,89 m dengan kendaraan henti 0,93 stop/smp dan panjangnya tundaan sebesar 14,83 det/smp. Berdasarkan dari hasil survei pencacahan lalu lintas gerakan membelok terklasifikasi (*CTMC*) didapat volume lalu lintas yang tinggi pada satu jam tersibuk yaitu pada pukul 06.30-07.30 sebesar 1.315 smp/jam, mengakibatkan antrian dan tundaan menjadi tinggi. Pergerakan kendaraan menjadi terhambat, dan kemacetan terjadi pada peak pagi dan peak sore pada simpang. Oleh karena itu perlu dilakukannya pengoptimalisasian pada simpang Terminal.

Pada kondisi tersebut yang melatar belakangi pengambilan judul Kertas Kerja Wajib tentang " **OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG EMPAT TERMINAL KABUPATEN LAMONGAN** ".

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan data yang di dapat pada saat survey :

1. Kemacetan yang tinggi dikarenakan volume kendaraan pada satu jam tersibuk yaitu sebesar 1.315 smp/jam, serta memiliki derajat kejenuhan yang tinggi sebesar 0,86.
2. Simpang Empat Terminal memiliki Panjang Antrian tertinggi yaitu sepanjang 55 meter dan ditemukan ⁷¹ tundaan simpang rata-rata sebesar 27,05 det/smp yang dikategorikan tingkat pelayanan D.

¹⁴ 1.3. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kinerja Simpang Empat Terminal pada kondisi saat ini ?
2. Bagaimana perbandingan Simpang Empat Terminal setelah dilakukakannya optimalisasi ?

⁶⁷ 1.4. Maksud dan tujuan

Maksud dari penulisan kertas kerja wajib ini adalah untuk mengetahui upaya pengoptimalisasian kinerja simpang Empat Terminal yang telah direkomendasikan.

Tujuan dari penulis Kertas Kerja Wajib ini adalah :

1. Mengetahui bagaimana kinerja Simpang Empat Terminal pada kondisi saat ini.
2. Membandingkan kinerja lalu lintas pada Simpang Empat Terminal sebelum dan setelah dilakukannya optimalisasi.

1.5. Batasan Masalah

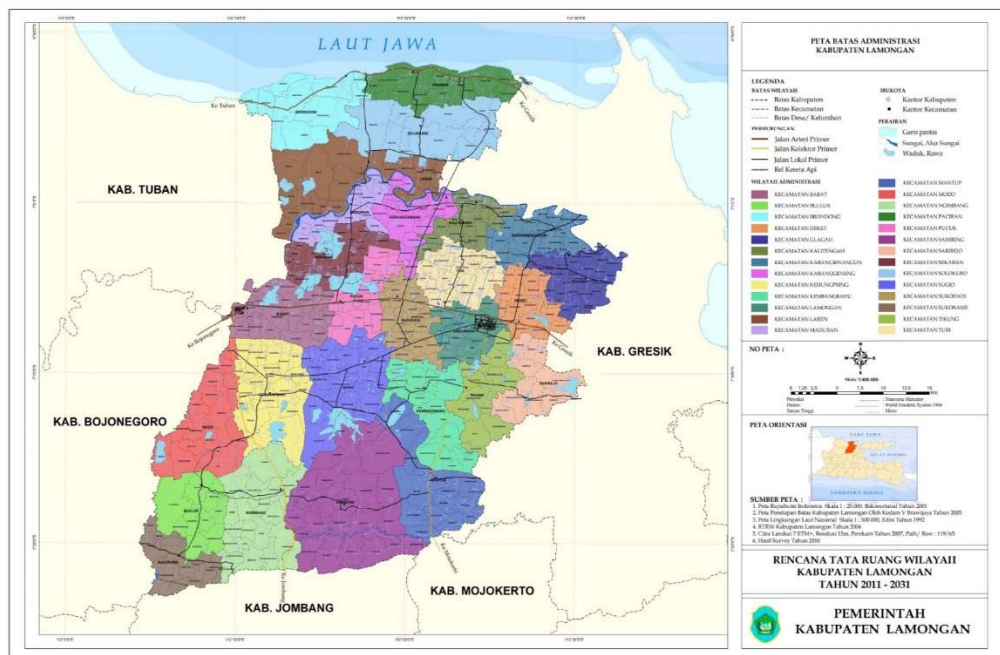
1. Optimalisasi kinerja simpang hanya dilakukan di Simpang Empat Terminal di Kabupaten Lamongan.
2. Tidak menghitung biaya pelebaran jalan.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1. Kondisi Geografis

Kabupaten Lamongan terletak $6^{\circ}51'54''$ – $7^{\circ}23'6''$ LS dan antara $112^{\circ}4'41''$ – $112^{\circ}33'12''$ BT. Kabupaten Lamongan memiliki luas wilayah kurang lebih 1.812,8 km² atau $\pm 3.78\%$ dari luas wilayah Provinsi Jawa Timur. Kabupaten ini berbatasan dengan Laut Jawa di sebelah utara, Kabupaten Bojonegoro dan Kabupaten Tuban di sebelah barat, Kabupaten Jombang dan Kota Mojokerto di sebelah selatan, serta Kabupaten Gresik di sebelah Timur. Jalan di Lamongan juga dilalui oleh angkutan AKAP yang akan menuju Semarang, Cepu, Purwodadi dan angkutan AKDP yang akan menuju Malang, Surabaya, Tuban, dan Bojonegoro. Kabupaten ini merupakan daerah Aglomerasi Gerbangkertasusila.



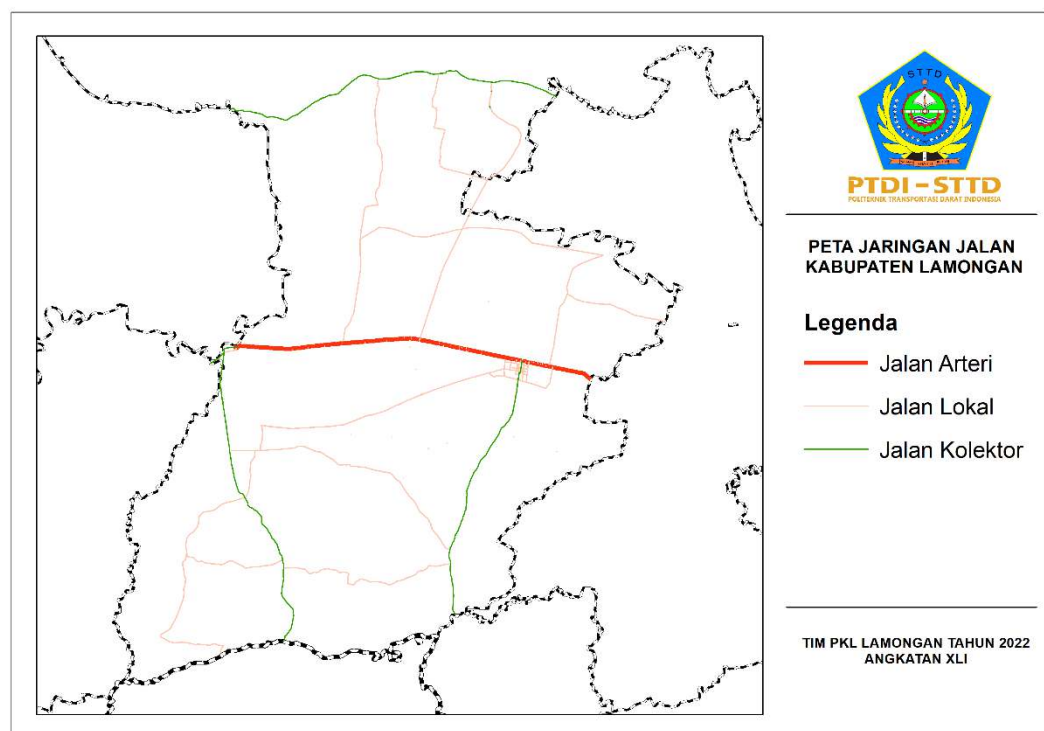
Sumber : Tim PKL Kabupaten Lamongan 2022

Gambar II. 1 Peta Administrasi Kabupaten Lamongan

2.2. Kondisi Transportasi

2.2.1. Jaringan Jalan

Jaringan jalan merupakan satu dari kesatuan jaringan jalan terdiri dari sistem jaringan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang menyangkut dalam hubungan hierarkis (Teguh Yuono, 2019). Jaringan jalan di Kabupaten Lamongan pada tahun 2021 mencapai 530,554 km yang terdiri dari 36,45 km merupakan jalan nasional, 56,49 km jalan provinsi, dan 437,614 km merupakan jalan kabupaten. Dimana panjang keseluruhan ruas jalan di wilayah Kabupaten Lamongan adalah 319,267 km. Kondisi arus lalu lintas di Kabupaten Lamongan dapat terbilang tinggi terutama di ruas-ruas jalan menuju Kawasan CBD karena kegiatan pergerakan masyarakat yang tinggi.



Sumber : Tim PKL Kabupaten Lamongan 2022

Gambar II. 2 Peta Jaringan jalan Kabupaten Lamongan

2.2.2. Persimpangan

Persimpangan merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan menjadi simpul transportasi dimana arus kendaraan bertemu, bergabung, berpotongan atau bersilang, pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan bergantung pada pergerakan masing-masing kelompok kendaraan yang dapat bergerak secara bergantian agar tidak saling mengganggu antar arus yang ada (Kurniati, 2018).

Menurut Menurut Edward K. Morlok (1991), persimpangan juga disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan.

Simpang biasanya menjadi tempat sumber konflik lalu lintas yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadi konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki. Berdasarkan hasil survei inventarisasi di wilayah kajian, terdapat 17 simpang yang dikaji dengan 13 simpang APILL yang terdiri dari 6 simpang 4 dan 7 simpang 3 serta 4 simpang tanpa kendali. Berikut daftar nama simpang yang dikaji di Kabupaten Lamongan:

Tabel II. 1 Daftar Nama Simpang Bersinyal di Kabupaten Lamongan

NO	NODE	NAMA SIMPANG	TIPE SIMPANG
1	120	SIMPANG TERMINAL	412
2	117	SIMPANG PASAR SIDOHARJO	411
3	140	SIMPANG FAMILY	411
4	102	SIMPANG PAGERWOJO	411
5	144	SIMPANG ALUN ALUN	411
6	134	SIMPANG BASUKI RAHMAT	411
7	108	SIMPANG ADIPURA	312
8	101	SIMPANG JALAN BARU	311
9	601	SIMPANG SUKODADI	312
10	1201	SIMPANG PUCUK	312
11	2405	SIMPANG BABAT	312

NO	NODE	NAMA SEMPANG	TIPE SEMPANG
12	1603	SIMPANG NGIMBANG	311
13	303	SIMPANG DEKET	312

Tabel II. 2 Daftar Nama Sempang Tak Bersinyal di Kabupaten Lamongan

NO	NODE	NAMA SEMPANG	TIPE SEMPANG
1	115	SIMPANG TAMBAKBOYO	322
2	114	SIMPANG VETERAN	322
3	131	SIMPANG SOTO MARDI	422
4	129	SIMPANG SOEWOKO	422

Sumber : Hasil analisis, 2022

2.3. Kondisi Wilayah Studi

Sempang yang dikaji adalah Sempang Empat Terminal, pengaturan simpang ini terdapat alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL). Sempang ini terletak di Kawasan CBD dengan hambatan samping sedang dan terdapat Terminal Lamongan Tipe B di ruas jalan Sunan Giri, serta merupakan akses utama bagi masyarakat untuk menuju terminal. Pada lengan kaki utara merupakan daerah komersil dan perdagangan, terdapat pasar ikan dan pasar burung, pada lengan kaki selatan terdapat pemukiman dan pertokoan, dan pada lengan timur merupakan daerah pemukiman dan persawahan, serta pada lengan kaki sebelah barat terdapat Terminal yang ruas jalannya langsung mengarah ke jalan Nasional.

Sempang terminal memiliki tipe simpang 4-1-1 dimana simpang 4 lengan dengan 1 lajur jalan minor dan 1 jalan mayor, dengan arus jalan minor sebesar 654 smp/jam dan arus jalan mayor sebesar 660 smp/jam. Memiliki tipe jalan yang berbeda pada tiap kaki dimana lengan sebelah Barat, Timur dan Selatan memiliki tipe jalan 2/2 UD, sedangkan lengan kaki sebelah Utara memiliki tipe jalan 4/2 D berstatus jalan lokal. Pada lengan simpang sebelah Utara dan Selatan merupakan Ruas Jalan Sunan Giri dan Timur dan Barat merupakan Ruas Jalan Kusumabangsa.

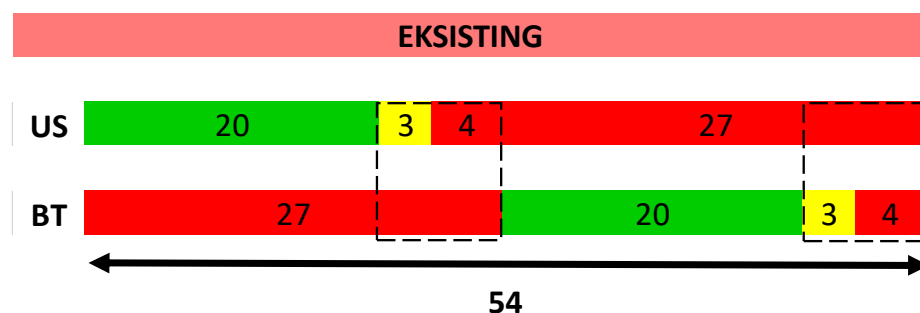
Tabel I. 1 Inventarisasi Simpang Empat Terminal

INVENTARISASI					
SIMPANG EMPAT TERMINAL					
Nama simpang		Simpang Empat Terminal			
1	Node	120			
2	Tipe pendekatan	Terlawan			
3	Tipe simpang	Bersinyal (4-1-1)			
4	Fase Simpang	2 fase			
Arah		Utara	Selatan	Timur	Barat
Ruas Jalan					
5	Waktu Hijau	20	20	20	20
6	Waktu Merah	27	27	27	27
7	Waktu Kuning	3	3	3	3
8	Lebar pendekatan total (m)	4	4	4,5	4,5
9	Lebar Median (m)	-	-	-	1
10	Lebar Bahu kanan (m)	1	-	-	-
11	Lebar Bahu kiri (m)	-	-	-	1
12	Lebar Trotoar kiri	1	-	1	
13	Lebar Trotoar kanan		1	1	1
14	Lebar Drainase kiri	1	1	1	1
15	Lebar Drainase kanan	1	1	1	1
16	Lebar jalur efektif pendekatan (m)	4	4	4,5	4,5
17	Lebar lajur pendekatan (m)	4	4	4,5	4,5
18	Hambatan Samping	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
19	Tataguna lahan	Pertokoan	Pertokoan	Pertokoan	Pertokoan
20	Model Arus (Arah)	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah
21	Kondisi Marka	Sedang	Tidak ada	Sedang	Tidak ada
22	Fasilitas Zebra Cross	Tidak ada	Tidak ada	Sedang	Sedang
23	Marka Line Stop	Tidak ada	Tidak ada	Sedang	Sedang
24	Fasilitas Ruang Khusus Roda	-	-	-	-

Sumber: Hasil analisis, 2022

Kondisi kinerja pada Simpang Empat Terminal saat ini memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,86 pada lengan sebelah utara, memiliki panjang antrian sepanjang 55 m dengan kendaraan henti 1,15 stop/smp dan tundaan rata-rata sebesar 17,35 det/smp. Pada lengan sebelah selatan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,78, panjang antrian sepanjang 50 m dengan kendaraan henti 0,97 stop/smp dan memiliki tundaan rata-rata sebesar 12,51 det/smp. Nilai derajat kejenuhan sebelah timur sebesar 0,69, dengan

panjang antrian sepanjang 40 m, kendaraan henti 0,84 stop/smp dan tundaan rata-rata sebesar 10,76 det/smp. Pada lengan sebelah barat nilai derajat kejenuhan sebesar 0,79, panjang antrian sepanjang 48,89 m dengan kendaraan henti 0,93 stop/smp dan panjangnya tundaan sebesar 14,83 det/smp. Kemacetan kerap terjadi pada simpang ini, karena volume lalu lintas yang tinggi pada satu jam tersibuk yaitu sebesar 1.315 smp/jam, mengakibatkan antrian dan tundaan menjadi tinggi.



Sumber: Hasil analisis, 2022

Gambar II. 3 Diagram Fase Kondisi Eksisting

Simpang Empat Terminal memiliki 2 fase dengan panjang waktu siklus 54 detik. Fase satu yaitu pada lengan Utara dan lengan selatan dengan waktu hijau sebesar 20 detik, waktu kuning 3 detik dan waktu merah 27 detik. Fase dua berada pada lengan sebelah timur dan lengan sebelah barat dengan waktu hijau sebesar 20 detik, lampu kuning 3 detik dan lampu merah 27 detik.

Pergerakan kendaraan di Simpang Empat Terminal menjadi terhambat, dan mengalami kemacetan pada waktu peak pagi dan pada waktu peak sore pada simpang.

Selain itu ruas jalan ini merupakan jalur masuk alternatif memasuki Kawasan CBD, kendaraan kerap terjadi pada simpang ini, volume lalu lintas yang tinggi mengakibatkan antrian dan tundaan menjadi tinggi. Oleh karena itu perlu dilakukannya pengoptimalisasian kinerja simpang pada Simpang empat Terminal.



Sumber : Dokumentasi

Gambar II. 4 Visualisasi Simpang Empat Terminal

1. Kondisi pada kaki simpang Jl. Sunan Giri (Utara)



Sumber: Dokumentasi

Gambar II. 5 Kaki Pendekat Utara Jalan Raya Sunan Giri

2. Kondisi pada kaki simpang Jl. Sunan Giri (Selatan)



Sumber: Dokumentasi

Gambar II. 6 Kaki pendekat Selatan Jalan Raya Sunan Giri

3. Kondisi pada kaki simpang Jl. Kusuma Bangsa (Timur)



Sumber: Dokumentasi

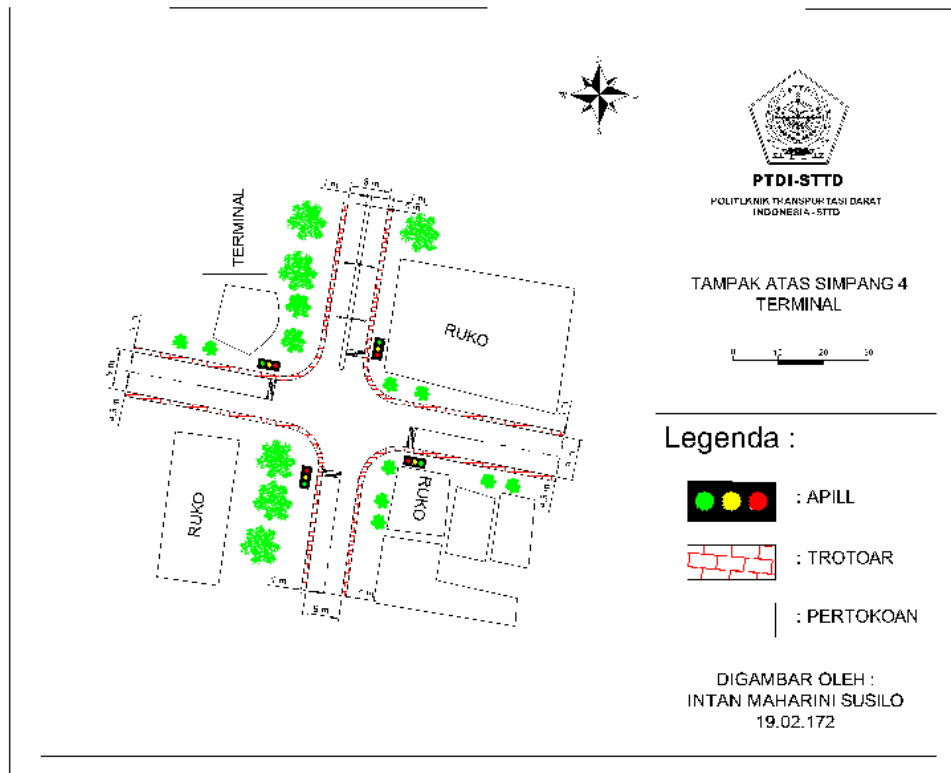
Gambar II. 7 Kaki Pendekat Timur Jalan Kusuma Bangsa

4. Kondisi pada kaki simpang Jl. Kusuma Bangsa (Barat)



Sumber: Dokumentasi

Gambar II. 8 Kaki Pendekat Barat Jalan Raya Kusuma Bangsa



Sumber: Hasil analisis, 2022

Gambar II. 9 Penampang Melintang Simpang Empat Terminal

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1. Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 32 Tahun 2011 tentang Manajemen Rekayasa lalu Lintas disebutkan "Manajemen dan Rekayasa lalu Lintas" adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung dan memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas."

Berdasarkan Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan angkutan Jalan:

1. Pasal 1 ayat (19)

Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas adalah perangkat elektronik yang menggunakan isyarat lampu yang dapat dilengkapi dengan isyarat bunyi untuk mengatur Lalu Lintas orang dan/atau Kendaraan di persimpangan atau pada ruas Jalan. Pada Simpang Empat Terminal ini memiliki pengendalian simpang bersinyal yang bertujuan untuk mengatur lalu lintas berjalan secara bergantian dan teratur serta menghindari kemacetan yang terjadi akibat konflik arus lalu lintas.

2. Pasal 3

Lalu Lintas dan Angkutan Jalan diselenggarakan dengan tujuan:

- a. terwujudnya pelayanan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang aman, selamat, tertib, lancar, dan terpadu dengan moda angkutan lain untuk mendorong perekonomian nasional, memajukan kesejahteraan umum, memperkuat persatuan dan kesatuan bangsa, serta mampu menjunjung tinggi martabat bangsa;
- b. terwujudnya etika berlalu lintas dan budaya bangsa; dan
- c. terwujudnya penegakan hukum dan kepastian hukum bagi masyarakat.

Dari undang-undang dan peraturan yang berkaitan dengan simpang ini sudah sesuai dengan penjelasannya, namun konflik yang timbul pada Simpang Empat Terminal tidak hanya terjadi karena arus lalu lintas yang tinggi melainkan disebabkan juga oleh masyarakat yang tidak taat akan tata tertib berlalu lintas. Saat lampu merah menyala ada sebagian pengendara bermotor tetap melintasi persimpangan tanpa memikirkan keselamatan dan melanggar tata tertib berkendara.

3. Pasal 93

- a. Manajemen Rekayasa Lalu Lintas dilaksanakan untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan Jalan dengan gerak Lalu Lintas dalam rangka menjamin Keamanan, Keselamatan, Ketertiban, dan Kelancaran Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- b. Manajemen Rekayasa Lalu Lintas dilakukan dengan :
 - 1) Penetapan prioritas angkutan masal melalui penyediaan lajur atau jalur jalan khusus;
 - 2) Pemberian prioritas keselamatan dan kewenangan pejalan kaki;
 - 3) Pemberian kemudahan bagi penyandang cacat;
 - 4) Pemisah atau pemilihan pergerakan arus lalu lintas berdasarkan peruntukan lahan, mobilitas, dan aksesibilitas;
 - 5) Pemaduan berbagai moda angkutan;
 - 6) Pengendalian lalu lintas pada persimpangan;
 - 7) Pengendalian lalu lintas pada ruas jalan; dan
 - 8) Perlindungan terhadap lingkungan.
- c. Manajemen Rekayasa Lalu Lintas meliputi kegiatan :
 - 1) Perencanaan;
 - 2) Pengaturan;
 - 3) Perekayasaan;
 - 4) Pemberdayaan
 - 5) Pengawasan.

4. Pasal 94

a. Kegiatan perencanaan meliputi:

- 1) Identifikasi masalah Lalu Lintas;
- 2) Inventarisasi dan analisis situasi arus Lalu Lintas;
- 3) Inventarisasi dan analisis kebutuhan angkutan orang dan barang;
- 4) Inventarisasi dan analisis ketersediaan atau daya tampung jalan;
- 5) Inventarisasi dan analisis ketersediaan atau daya tampung Kendaraan;
- 6) Inventarisasi dan analisis angka pelanggaran dan Kecelakaan Lalu Lintas;
- 7) Inventarisasi dan analisis dampak Lalu Lintas;
- 8) Penetapan tingkat pelayanan; dan
- 9) Penetapan rencana kebijakan pengaturan penggunaan jaringan jalan dan Gerakan Lalu Lintas.

b. Kegiatan pengaturan meliputi:

- 1) Penetapan kebijakan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas pada jaringan jalan tertentu;
- 2) Pemberian informasi kepada masyarakat dalam pelaksanaan kebijakan yang telah ditetapkan.

c. Kegiatan perekayasa meliputi:

- 1) Perbaikan geometrik ruas jalan dan/atau persimpangan serta perlengkapan jalan yang tidak berkaitan langsung dengan pengguna jalan;
- 2) Pengadaan, pemasangan, perbaikan, dan pemeliharaan perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan; dan
- 3) Optimalisasi operasional rekayasa lalu lintas dalam rangka meningkatkan ketertiban, kelancaran, dan efektifitas penegakan hukum.

d. Kegiatan pemberdayaan meliputi:

- 1) Arahan
- 2) Bimbingan
- 3) Penyuluhan
- 4) Pelatihan, dan
- 5) Bantuan teknis

e. Kegiatan pengawasan meliputi:

- 1) Penilaian terhadap pelaksanaan kebijakan;
- 2) Tindakan korektif terhadap kebijakan;
- 3) Tindakan penegakan hukum.

Berdasarkan Peraturan pemerintah No. 96 tahun 2015 tentang Pedoman Kegiatan pelaksanaan Manajemen ¹Rekayasa Lalu Lintas adalah untuk mewujudkan optimalisasi penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas dalam rangka menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan.

3.2. Persimpangan

Menurut Menurut Edward K. Morlok (1991), ¹⁰persimpangan juga disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan. Simpang juga merupakan ⁵⁴simpul pada jaringan jalan dimana tempat bertemunya ruas jalan dan lalu lintas kendaraan yang berpotongan. Serta merupakan tempat yang berpotensi akan terjadi kecelakaan, karena konflik antara kendaraan dan kendaraan atau kendaraan dengan pejalan kaki. Untuk mengoptimalkan suatu simpang diperlukan pengaturan lalu lintas. ¹⁷Tujuan utama pengaturan lalu lintas adalah untuk memberikan petunjuk yang terarah dan tidak menimbulkan konflik.

Persimpangan merupakan simpul dari jalan ⁷²yang terbentuk dari beberapa pendekat jalan yang bertemu dan memencar meninggalkan persimpangan (Hoobs, 1995).

Menurut Ditjen Perhubungan Darat (1998), terdapat beberapa kriteria suatu persimpangan yang wajib³⁹ dipasang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas yaitu:

1. Rata-rata minimal lalu lintas pengguna persimpangan lebih dari 750 kendaraan/jam dan terjadi secara kontinu 8 jam/hari.
2. Rata-rata waktu tunggu atau hambatan pengguna persimpangan lebih dari²⁴ 30 detik.
3. persimpangan rata-rata digunakan oleh lebih dari 175 pejalan kaki/jam dan terjadi secara kontinu 8 Jam/hari.
4. Sering terjadi kecelakaan pada persimpangan tersebut.
5. pada daerah yang bersangkutan dipasang suatu system pengendalian lalu lintas terpadu (area Traffic Control / ATC)

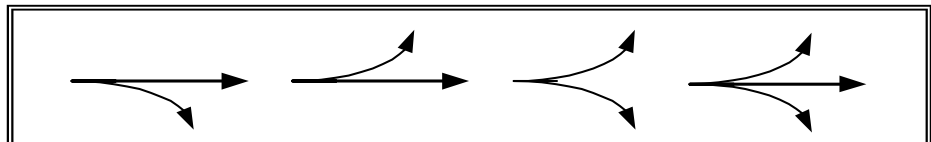
3.3. Karakteristik Simbang

Menurut Risdiyanto (2014) Persimpangan memiliki beberapa karakteristik tertentu seperti karakteristik pergerakan pada simbang, karakteristik desain simbang, dan karakteristik pengendalian simbang.

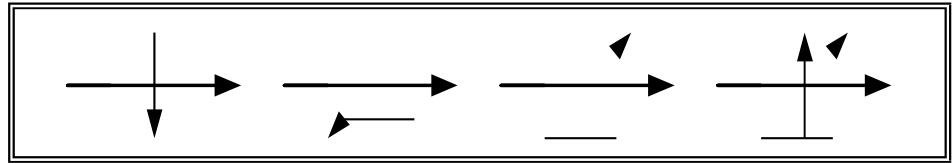
1. Karakteristik pergerakan pada simbang

¹ Berdasarkan buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 pada umumnya pengaturan dua fase dicoba sebagai kejadian dasar, karena biasanya menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah daripada tipe fase sinyal lain dengan pengatur fase yang biasa dengan pengaturan fase konvensional.²⁵ Terdapat empat jenis pergerakan lalu lintas yang dapat menimbulkan konflik, sebagai berikut:

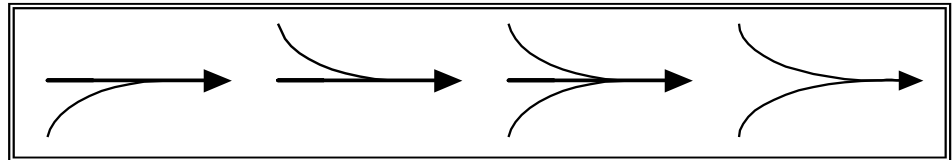
a. Berpencar (diverging)



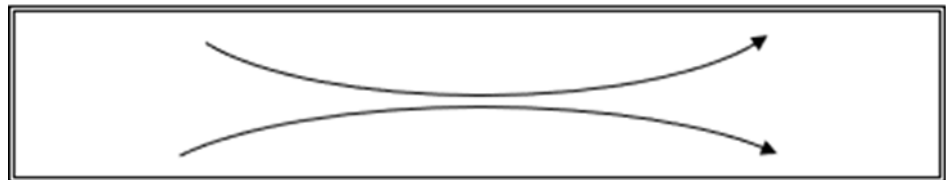
b. Menggabung (merging)



c. Menyilang/berpotongan (crossing)



d. Menggabung lalu berpencar



Dari keempat alih gerak tersebut, alih gerak yang berpotongan adalah lebih berbahaya dari pada alih gerak yang lain. Hal ini karena pada alih gerak yang berpotongan terjadi konflik. Adapun jumlah konflik pada suatu persimpangan adalah tergantung pada:

- 1) Jumlah kaki persimpangan
- 2) Jumlah arah pergerakan
- 3) Jumlah lajur dari setiap kaki persimpangan
- 4) Sistem pengendalian persimpangan.

2. Karakteristik simpang berdasarkan desain

Persimpangan memiliki dua desain yaitu simpang sebidang dan simpang tak sebidang. Simpang sebidang adalah simpang dimana ruas jalan saling bertemu dalam satu bidang. Sedangkan simpangan tak sebidang adalah simpang dimana ruas jalan bertemu tidak dalam satu bidang tetapi salah satu ruas berada diatas atau dibawah ruas jalan yang lain.

3. Karakteristik simpang berdasarkan tipe pengendali

Jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu:

a. Simpang tak bersinyal (unsignalized intersection)

Merupakan simpang yang tidak menggunakan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), dimana pengguna jalan melewati persimpangan hanya mengandalkan perkiraan apakah pada saat melintasi persimpangan mereka aman untuk jalan terus atau berhenti terlebih dahulu untuk mengamati keadaan sekitar pada persimpangan.

b. Simpang bersinyal (signal intersection)

Merupakan simpang yang menggunakan alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), dimana pengguna jalan dapat melintasi persimpangan ketika lampu lalu lintas berwarna hijau menyala. Dan bertujuan untuk mengatur arus lalu lintas dan kapasitas pada persimpangan pada jam sibuk agar terhindar dari konflik seperti kemacetan dan kecelakaan yang disebabkan akibat tabrakan dari berlawanan arah.

3.4. Jenis Pengaturan Pada Simpang

3.4.1 Rambu

Rambu lalu lintas adalah bagian dari perlengkapan jalan yang berupa lambing, huruf, angka, kalimat dan perpaduan yang berfungsi sebagai peringatan, larangan, perintah atau petunjuk bagi pengguna jalan (UU No. 22 Tahun 2009)

3.4.2 Kanalisasi Simpang

Kanalisasi simpang bertujuan untuk memisahkan lajur lalu lintas antar jalur menerus dan jalur berbelok. Kanalisasi dapat berupa pulau dengan menggunakan kerb lebih tinggi dari jalan atau hanya berupa garis marka.

3.4.3 Bundar

Bundaran merupakan sebuah pulau yang lebih tinggi dari permukaan jalan yang berada ditengah-tengah simpang.

3.4.4 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Lalu lintas pada persimpangan yang diatur dengan alat pemberi isyarat lalu lintas harus memenuhi aturan yang disampaikan oleh isyarat lampu tersebut. Dengan adanya APILL pergerakan lalu lintas menjadi teratur dan berkurangnya penundaan waktu untuk memlalui persimpangan serta berkurangnya angka kecelakaan pada persimpangan.

3.4.5 Persimpangan Tidak Sebidang

Persimpangan tak sebidang adalah jika suatu lajur lalu lintas dinaikan ke atas jalan yang melalui penggunaan jembatan atau terowongan. Dengan ini akan menghilangkan konflik dan mengurangi hambatan.

3.5. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan salah satu jenis simpang yang dilengkapi dengan suatu system sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*). Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) tersusun atas tiga jenis warna berupa warna merah, kuning, dan hijau. Sinyal ini diterapkan guna menghindari gerakan kendaraan yang saling bertemu atau bertentangan secara bersamaan. Berdasarkan Manual Kapasitas jalan Indonesia (MKJI) 1997, karakteristik simpang bersinyal ditetapkan dengan tujuan:

1. Mencegah pergerakan kendaraan yang saling berpotongan atau berlawanan pada waktu yang bersamaan. Dimana ini merupakan syarat mutlak untuk arus lalu lintas yang berasal dari daerah perpotongan jalan dimana kedua arus tersebut merupakan konflik utama dalam arus lalu lintas.
2. Menghindari pertemuan pejalan kaki yang menyeberang jalan dengan gerakan lalu lintas yang lurus melawan maupun berbelok. Hal ini merupakan konflik kedua dalam arus lalu lintas.

3.6. Evaluasi Simpang

Simpang Empat Terminal merupakan simpang bersinyal, perhitungan kondisi eksisting menggunakan perhitungan kapasitas simpang bersinyal

dengan menggunakan metode perhitungan dari manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

3.7. Prinsip Waktu Siklus

Waktu siklus⁷⁶ berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI, 1997) sebagai berikut:

1. Siklus

¹⁶ Digunakan untuk mengatur dan memisahkan arus lalu lintas yang membelok dan mendekati persimpangan.

¹⁶ a. Rencana Signal

Suatu rangkaian yang ditentukan terlebih dahulu dari kejadian-kejadian yang didesain untuk memisahkan dan mengatur pergerakan lalu lintas dalam suatu periode waktu tertentu dalam satu hari seperti waktu pagi, waktu tidak sibuk dan waktu sibuk sore.

b. Waktu Siklus

Serangkaian tahapan dimana semua pergerakan lalu lintas dilakukan, atau penjumlahan waktu dari keseluruhan tahapan. ²¹ Siklus adalah jumlah dari waktu-waktu tahap. Pengaturan tahap menuju pada rangkaian lengkap dimana persimpangan diatur.

c. Tahap

¹ Merupakan bagian dari siklus apabila suatu kombinasi perintah signal tertentu adalah tetap konstan. Hal ini dimiliki pada awal periode waktu kuning, dan berakhir dari periode hijau berikutnya.

d. Fase

⁵ Suatu kondisi APILL dalam satu waktu siklus yang memberikan hak prioritas jalan pada satu atau lebih Gerakan lalu lintas tertentu.

²¹ e. Periode Hijau Antara

Waktu diantara satu tahap yang menyala kuning, pada suatu kaki persimpangan yang lain menyala hijau. Waktu ini ditentukan berdasarkan pertimbangan keselamatan terhadap waktu yang diperlukan oleh kendaraan untuk keluar dari suatu persimpangan sebelum suatu pergerakan yang berlawanan diperbolehkan mulai bergerak.

2. Waktu Hijau efektif dan Waktu Hilang

¹² Pada saat periode waktu hijau dimulai, kendaraan masih berhenti dan pengemudi memerlukan waktu untuk mulai berjalan dan mempercepatnya sampai sampai ke suatu kecepatan jalan yang normal. Pada akhir dari periode waktu hijau terdapat periode waktu kuning, dimanapada kesempatan tersebut beberapa kendaraan akan tetap melintas persimpangan dan kendaraan-kendaraan lain akan memperlambat lajunya dan kemudian berhenti. Jadi pada waktu mulai dan pada akhir dari periode waktu hijau kapasitasnya berkurang. Pada saat waktu hijau, antrian kendaraan akan mencapai kecepatan jalannya dan jumlah kendaraan yang melintasi persimpangan akan mencapai suatu tingkat yang konstan dan disebut sebagai arus jenuh. Waktu yang hilang pada periode percepatan dan periode perlambatan disebut sebagai waktu hilang. Waktu ¹ hijau efektif dihitung sebagai berikut.

Waktu Hijau Efektif = Waktu hijau + waktu kuning – waktu merah.
Waktu hilang diperkirakan 2 detik per fase, waktu kuning biasanya diambil 3 detik. Adapun aturan mengenai waktu hilang yang ²⁹ dapat dilihat pada tabel III.1

Tabel III. 1 Nilai Antar Hijau

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

Sumber: MKJI 1997

3. Arus Jenuh

Arus jenuh merupakan tingkat arus maksimum pada suatu mulut persimpangan jika lampu pengaturan lalu lintas terus menerus menyala hijau. Arus jenuh padat diperkirakan dari lebar jalan dengan

faktor koreksi untuk hal-hal yang mengganggu kondisi “kelancaran arus” yang ideal, yang dapat diubah-ubah untuk meningkatkan penampilan seperti misalnya:

- a) Kelandaian
- b) Komposisi kendaraan
- c) Lalu lintas yang membelok
- d) Penyeberang jalan
- e) Kendaraan yang diparkir

4. Lalu Lintas Belok Kiri

Adalah umum untuk mengizinkan lalu lintas yang membelok ke kiri untuk tetap berjalan meskipun lampu lalu lintas yang utama menyala merah hal ini dapat dilakukan oleh suatu lampu panah hijau, atau oleh suatu peraturan lalu lintas yang umum bahwa semua lalu lintas yang membelok ke kiri dapat berjalan terus tanpa berhenti. Meskipun demikian, para pejalan kaki memerlukan suatu prioritas, apabila digunakan lampu panah maka waktu hijau dapat ditunda untuk memberikan waktu bagi para pejalan kaki untuk menyeberang, apabila digunakan system pengaturan yang lain, maka para kendaraan yang belok kiri, yaitu kendaraan- kendaraan harus berhenti jika terdapat pejalan kaki yang menyeberang.

5. Lalu Lintas Belok kanan

Lalu lintas belok kanan merupakan yang utama pada persimpangan-persimpangan, khususnya yang di lengkapi dengan lampu lalu lintas.

6. Penentuan Pengaturan Persimpangan

3 Pada persimpangan yang menggunakan alat pemberi isyarat lalu lintas, konflik antar arus lalu lintas dikendalikan dengan isyarat lampu, konflik dapat dihilangkan dengan melepaskan hanya satu arus lalu lintas, tetapi akan mengakibatkan hambatan yang besar bagi arus-arus dari kaki-kaki persimpangan lainnya dan secara keseluruhan mengakibatkan penggunaan persimpangan tidak efisien. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan untuk mengalirkan beberapa arus bersamaan untuk mempertinggi efisiensi penggunaan

persimpangan dengan tidak mengurangi perhatian pada aspek keselamatan.

Pada sistem pengendalian persimpangan dapat menggunakan pedoman pada gambar penentuan pengendalian persimpangan yang digunakan berdasarkan volume lalu lintas pada masing-masing kaki simpanganya. Penghitungan dilakukan persatuan waktu (jam) untuk satu waktu lebih periode, misalkan pada arus lalu lintas jam sibuk pagi, siang dan sore.

Jika distribusi gerakan membelok tidak diketahui dan tidak dapat diperkirakan, 15 % belok kanan dan 15 % belok kiri dari arus pendekat total dapat dipergunakan (kecuali jika ada gerakan membelok tersebut yang akan dilarang).

$$LHR = VJP / K$$

Sumber: MKJI 1997

(III. 1)

Jika hanya arus lalu lintas (LHR) saja yang ada tanpa diketahui distribusi lalu lintas pada setiap jamnya, maka arus rencana per jam dapat diperkirakan sebagai suatu persentase dari LHR dapat dilihat pada tabel III. 2.

Tabel III. 2 ³ Hubungan LHR dan Volume Jam Tersibuk

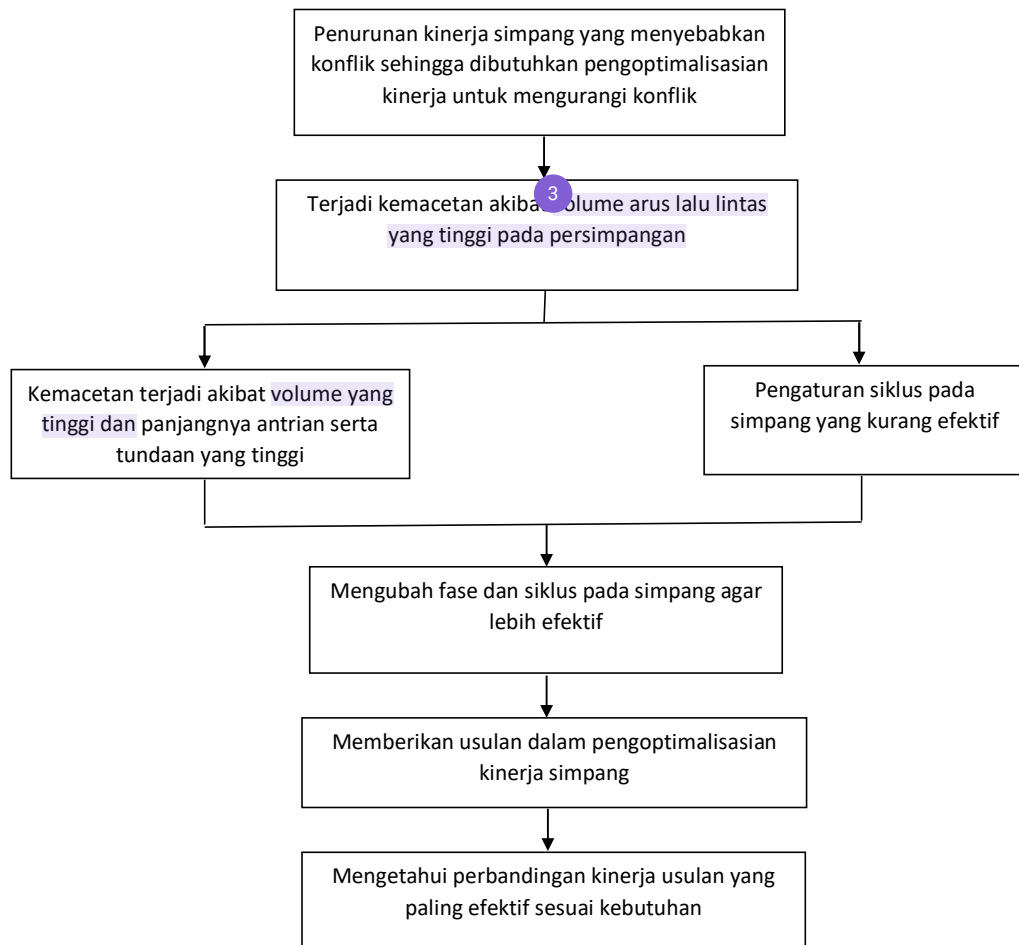
Tipe kota dan jalan	Faktor persen K ($K \times LHR =$ VJP)
Kota – kota > 1 juta penduduk	
• Jalan – jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	7 – 8 %
• Jalan – jalan pada daerah pemukiman	8 – 9 %
Kota – kota < 1 juta penduduk	
• Jalan – jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	
• Jalan – jalan pada daerah pemukiman	8 – 10 %
	9 – 12 %

Sumber : MKJI 1997

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

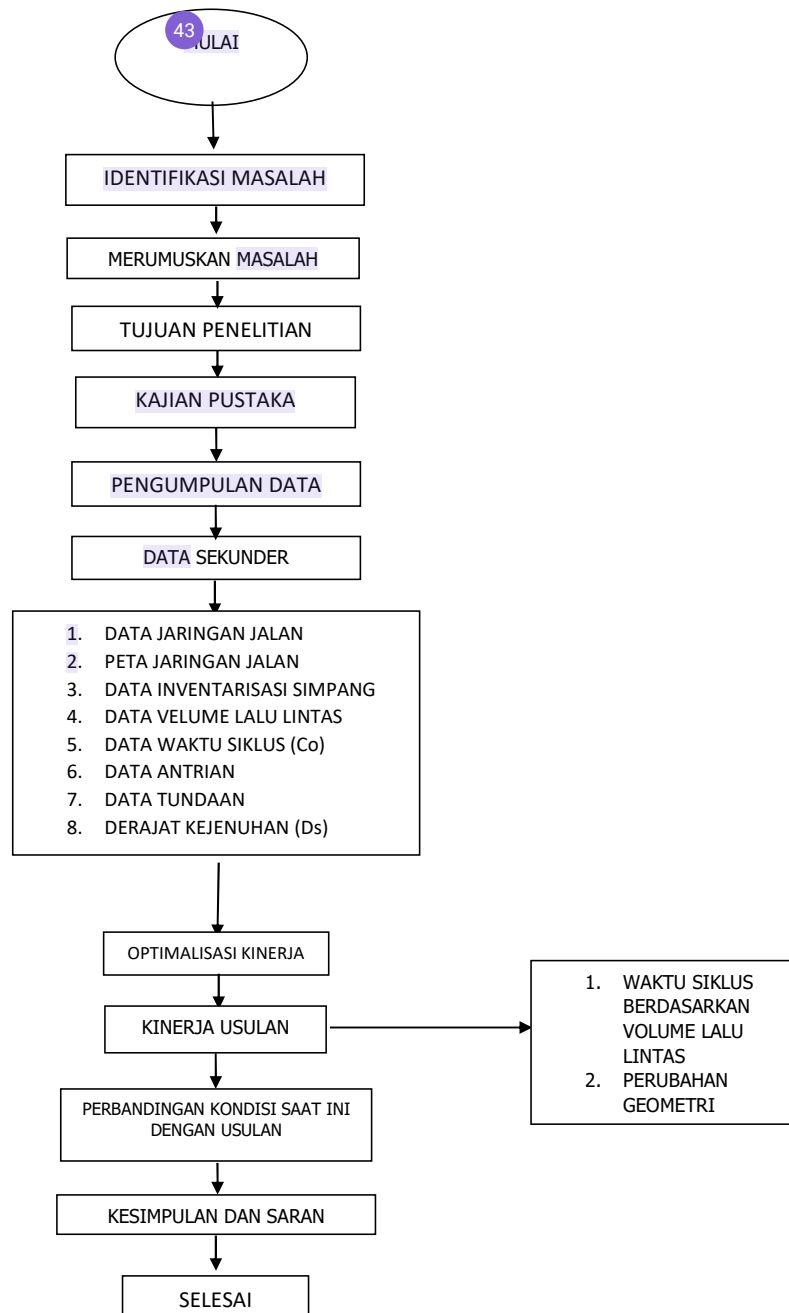
4.1. Alur Pikir Penelitian



Gambar IV. 1 Bagan Alur Pikir Penelitian

4.2. Bagan Alir Metode Penelitian

Berikut merupakan bagan alir metode penelitian dalam pengoptimalisasi kinerja simpang yang dikaji:



Gambar IV. 2 Bagan Alir Metode Penelitian

4.3. Sumber Data

Sumber data yang di dapat berasal dari kegiatan Kerja Praktik Lapangan selama kurang lebih tiga bulan di kabupaten lamongan. Kegiatan yang dilakukan adalah untuk mengumpulkan data primer dan sekunder yang bertujuan untuk Menyusun Laporan Umum. Dimana pengumpulan data-data didapatkan juga dari hasil survey yang dilakukan.

1. ²⁸ Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dapat diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti :

- a. Dinas Perhubungan Kabupaten Lamongan untuk memperoleh data tentang traffic light di Simpang Empat Terminal.
- b. Dinas Pekerjaan Umum untuk memperoleh data peta jaringan jalan Kabupaten Lamongan.

c. Data Inventarisasi Simpang

Survei ini dilakukan untuk mengetahui kondisi saat ini wilayah kajian terkait karakteristik tata guna lahan, kondisi fisik geometrik simpang yang meliputi tipe simpang, lebar pendekat, lebar bahu jalan, lebar median, waktu siklus APILL, rambu, dan marka jalan serta perlengkapan lainnya. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survei ini adalah melakukan pengamatan, pengukuran langsung, dan

mencatat semua perlengkapan yang terdapat pada persimpangan.

d. Data Gerakan Membelok Terklasifikasi

Survei CTMC adalah survei yang dilakukan ⁶ untuk mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas khususnya pada suatu persimpangan berdasarkan volume lalu lintas yang terklasifikasi berdasarkan jenis kendaraan dan arah atau pola gerakan kendaraan. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survei CTMC adalah ¹ dengan melakukan pengamatan dan pencacahan banyaknya kendaraan secara langsung pada tiap-tiap pendekat lengan simpang dalam periode waktu tertentu. Tujuan pelaksanaan survei ini adalah untuk

mengetahui desain geometrik simpang, menganalisa sistem pengendalian persimpangan, dan kapasitas simpang.

e. Data Waktu Siklus

Untuk mengetahui waktu hijau, waktu kuning dan waktu merah pada tiap kaki simpang maka diperlukan survei waktu siklus. Survei ini dilakukan pada saat pelaksanaan kegiatan Kerja Praktik Lapangan dan dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat waktu hijau, waktu merah dan waktu kuning pada fase di tiap simpang yang akan di kaji.

4.4. Metode Analisis data

4.4.1. Analisis Kinerja Simping Bersinyal

Analisis kinerja persimpangan bersinyal ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari persimpangan tersebut yang analisis perhitungannya menggunakan pendekatan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

Terdapat beberapa indikator kinerja simpang bersinyal yaitu derajat kejenuhan, kapasitas, jumlah antrian dan tundaan, dan laju henti. Teori perhitungan simpang bersinyal menggunakan metode Manual Kapasitas jalan Indosensia (MKJI) 1997 sebagai berikut:

1. Kapasitas Simping (C)

Kpasitas merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan (smp/jam)

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

Sumber: MKJI 1997

(IV. 1)

Keterangan:

S = Arus Jenuh

g/c = Rasio Hijau

2. ¹ Arus Jenuh (S)

Besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi tertentu. Untuk penghitungan arus jenuh adalah dengan mengalikan semua faktor yang mempengaruhi dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$$

Sumber: MKJI 1997

(IV. 2)

Keterangan :

S = arus jenuh

S_o = arus jenuh dasar

F_{cs} = faktor penyesuaian ukuran kota

F_{sf} = faktor penyesuaian hambatan sampling

F_g = faktor penyesuaian kelandaian

F_p = faktor penyesuaian parkir

F_{rt} = faktor penyesuaian kendaraan belok kanan

F_{lt} = faktor penyesuaian kendaraan belok kiri

3. Arus Jenuh dasar (S_o)

Untuk menghitung nilai arus jenuh dasar dapat di tentukan dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$S_o = 600 \times W_e$$

Sumber : MKJI 1997 (IV. 3)

Keterangan :

W_e = Lebar masuk suatu pendekat (meter)

Untuk arus jenuh simpang terwalan dapat dihitung menggunakan tabel grafik sesuai dengan ketentuan, ⁵ jika gerakan belok kanan lebih besar dari 250 smp/jam, fase sinyal terlindung harus dipertimbangkan, artinya rencana fase sinyal harus diganti. Cara pendekatan berikut dapat

digunakan untuk tujuan analisaoperasional misalnya peninjau Kembali waktu sinyal suatu simpang.

Lajur belok kanan tidak terpisah:

a) Jika $Q_{RTO} > 250$ smp/jam:

- $Q_{RT} < 250$: 1. Tentukan S_{prov} pada $Q_{RTO} = 250$

2. Tentukan S sesungguhnya sebagai $S =$

$$S_{prov} - \{(Q_{RTO} - 250) \times 8\} \text{ smp/jam}$$

- $Q_{RT} > 250$: 1. Tentukan S_{prov} pada Q_{RTO} dan $Q_{RT} = 250$

2. Tentukan S sesungguhnya sebagai $S =$

$$S_{prov} - \{(Q_{RTO} + Q_{RT} - 500) \times 2\} \text{ smp/jam}$$

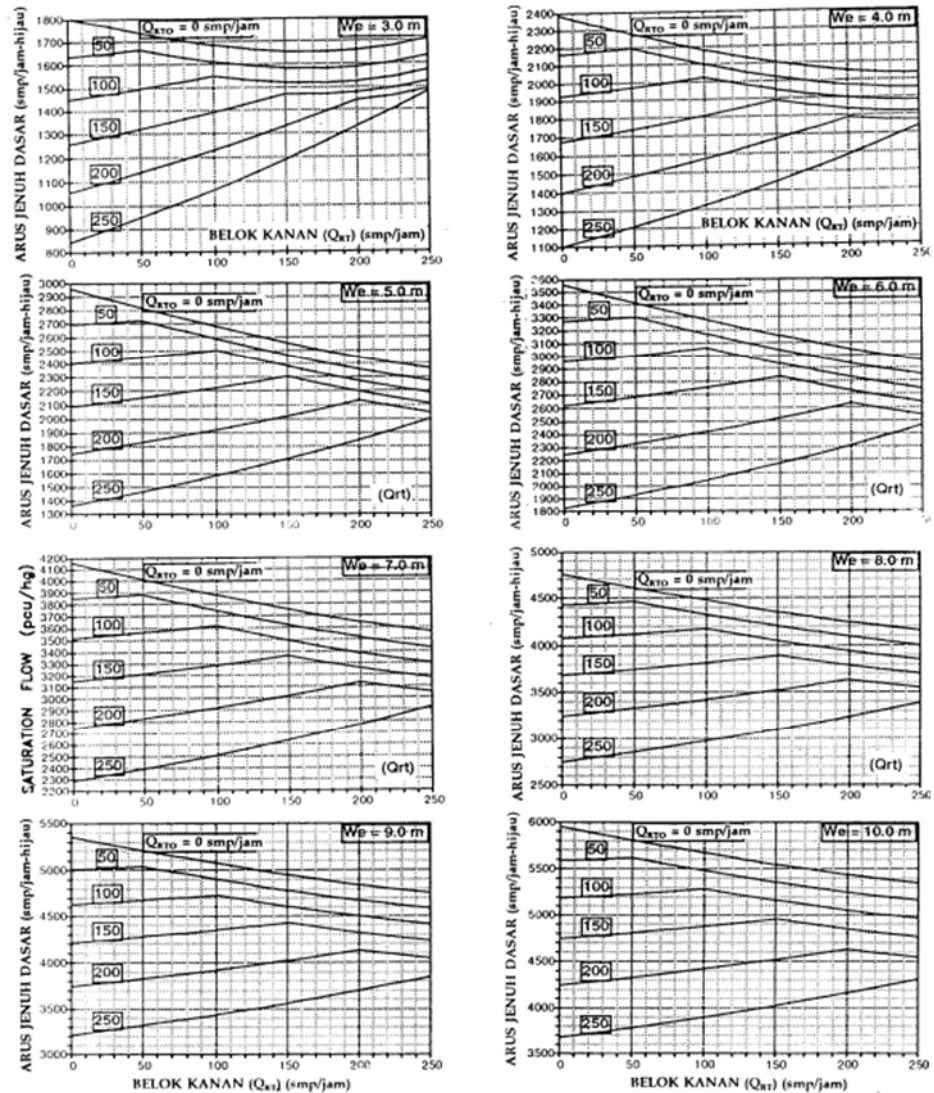
b) Jika $Q_{RTO} < 250$ dan $Q_{RT} > 250$ smp/jam: Tentukan S seperti pada $Q_{RT} = 250$

Lajur belok kanan terpisah:

a) Jika $Q_{RTO} > 250$ smp/jam

- $Q_{RT} < 250$: 1. Tentukan S dari Gambar C-3:3 dengan extrapolasi

$Q_{RT} > 250$: 1. Tentukan S_{prov} pada Q_{RTO} dan $Q_{RT} = 250$.



Sumber: MKJI 1997

4. Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian merupakan faktor pengali atau koreksi untuk penyesuaian dari nilai ideal ke arah nilai yang sebenarnya pada suatu variable.

a. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor penyesuaian kota merupakan ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan.

Tabel IV. 2 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untuk ukuran kota (FCcs)
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,9
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber: MKJI 1997

68 d. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf)

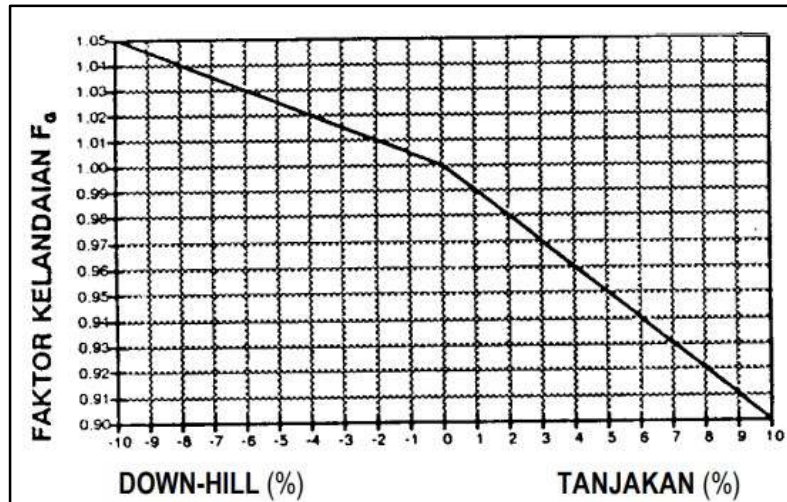
Faktor penyesuaian hambatan samping adalah kegiatan yang dapat memberikan dampak berupa penurunan arus jenuh di area pendekat. Pada faktor ini, kendaraan tidak bermotor dianggap sebagai bagian elemen hambatan samping, bukan sebagai bagian dari arus lalu lintas.

Tabel IV. 3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25
1	2	3	4					
Komersial (com)	Tinggi	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
	Tinggi	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
	Sedang	Terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72
	Rendah	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
	Tinggi	Terlindung	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.73
	Sedang	Terlindung	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.80	0.74
	Rendah	Terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses terbatas	Tinggi / Sedang / Rendah	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
	Tinggi / Sedang / Rendah	Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88

c. **Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_g)**

Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan sebagai fungsi dari kelandaian/gradient jalan.

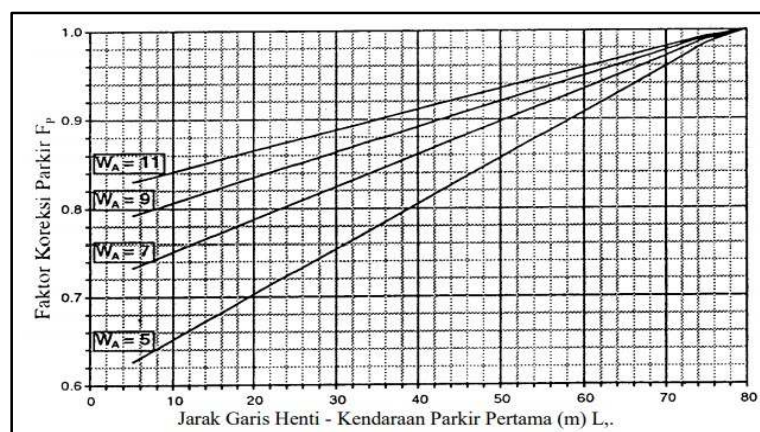


Sumber: MKJI 1997

Gambar IV. 3 Faktor Penyesuaian Kelandaian

d. **Faktor Penyesuaian Parkir (F_p)**

Faktor penyesuaian parkir ditetapkan sebagai fungsi dari jarak yang dihitung mulai dari garis henti hingga kendaraan yang pertama diparkir dan lebar jalan masuk. Faktor ini juga dapat diberlakukan jika panjang lajur belok kiri terbatas. Serta tidak perlu dihitung jika lebar efektif ditentukan sesuai dengan jarak lebar keluar.



Sumber: MKJI 1997

Gambar IV. 4 Faktor Penyesuaian Parkir

$$1 \quad F_p = \{ [(L_p / 3 - (W_a - 2)) \times (L_p / 3 - g) / W_a] / g$$

Sumber: MKJI 1997

(IV. 4)

Keterangan :

Wa = lebar pendekat

LP = ⁴⁰ jarak antar garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) atau panjang dari lajur pendek

G = waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det.)

e. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

1 Rasio kendaraan belok kanan (hanya untuk pendekat tipe P, tanpa median, jalan dua arah)

$$F_{rt} = 1.0 + P_{rt} \times 0.26$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 5)

Jadi untuk F_{rt} 4 lengan sama dengan 1 karena P_{rt} sama dengan 0, Faktor koreksi penyesuaian belok kanan apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

f. 1 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Di tentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri

$$F_{lt} = 1.0 - P_{lt} \times 0.16$$

Sumber: MKJI 1997

(IV. 6)

Pendekat-pendekat terlawan tipe O pada umumnya lebih lambat, maka tidak diperlukan penyesuaian untuk pengaruh rasio belok kiri.

Faktor koreksi penyesuaian belok kiri apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

5. Waktu Siklus

merupakan durasi yang dibutuhkan bagi suatu rangkaian lampu menyala hingga lengkap sebagai indikasi dari suatu sinyal. Panjang siklus pada rambu lalu lintas yang beroperasi tergantung pada keadaan pada persimpangan tersebut. Berikut macam-macam waktu siklus:

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian

$$C_o = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR)$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 7)

Keterangan:

C_o = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang ΣFR_{crit}

Pada tabel dapat terlihat waktu siklus yang disarankan untuk tipe pengaturan fase yang berbeda.

b. Waktu siklus yang disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan hitung berdasarkan waktu kendaraan berjalan atau hijau yang diperoleh serta telah dibulatkan.

$$C = \Sigma g + LTI$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 8)

Tabel IV. 4 Waktu Siklus Berdasarkan Jumlah Fase

11 Tipe Pengaturan	Waktu Siklus Yang Layak (detik)
Pengaturan dua fase	40 - 80
Pengaturan tiga fase	50 - 100
Pengaturan empat fase	80 - 130

6. Waktu Hijau

Waktu ini merupakan fase yang digunakan untuk operasi kendaraan yang diatur lalu lintas. Selain itu, waktu hijau maksimum dihitung sebagai durasi hijau yang diperoleh dalam suatu fase pengaturan lalu lintas dalam mengemudi kendaraan dalam satuan detik. sedangkan waktu hijau minimum yaitu durasi yang diperlakukan dalam persiapan tersebut.

$$G_i = (Cua - LTI) \times PR_i$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 9)

Keterangan:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase (detik)

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (detik)

LTI = Waktu hilang total per siklus (detik)

PR_i = Rasio fase $FR_{crit}/\Sigma(FR_{crit})$

7. Waktu Antar Hijau (Intergreen)

Merupakan periode waktu yang berada antara akhir sinyal hijau pada satu fase hingga permulaan sinyal hijau fase selanjutnya secara berurutan.

$$IG = \text{periode kuning} + \text{merah semua}$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 10)

8. Waktu Hilang (Lost Time)

Waktu hilang dijabarkan sebagai total seluruh periode antara semua hijau dari siklus lengkap dalam satuan detik. Perhitungan waktu yang hilang juga dapat dihitung dari selisih waktu siklus dikurangi total waktu hijau total semua fase yang berturut-turut.

$$LTI = \Sigma (\text{Merah semua} + \text{Kuning}) = \Sigma IG$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 11)

9. Rasio Arus (FR)

Rasio arus merupakan perbandingan antara arus lalu lintas dan arus jenuh dari satu pendekat. Untuk menghitung Rasio Arus (FR) masing – masing pendekat dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$FR = Q / S$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 12)

a. Rasio Arus Simbang (IFR)

rasio ini merupakan total rasio kritis dari seluruh fase sinyal yang berurutan pada suatu siklus.

$$PR = FR_{crit} / IFR$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 13)

b. Rasio Fase (PR)

Rasio fase merupakan rasio kritis dibagi rasio dari arus simbang.

$$PR = FR_{crit} / IFR$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 14)

Keterangan:

IFR= jumlah dari rasio arus kritis untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus

FRcrit = Rasio arus yang kritis

10. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan merupakan rasio dari volume arus lalu lintas dibanding kapasitasnya. Derajat kejenuhan juga sebagai salah satu indicator ada dan tidaknya masalah, dengan menggunakan asumsi bahwa jika besar nilai arus lalu lintas maka kemudahan pergerakan lalu lintas akan semakin terbatas.

$$DS = Q_{total} / C$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 15)

Keterangan:

- 30 DS = Derajat Kejenuhan
Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)
C = Kapasitas (smp/jam)

11. Perilaku Lalu Lintas

a. Panjang Antrian (QL)

Queue length atau panjang antrian dapat diketahui dari jumlah kendaraan yang antri atau bergantian di area pendekat.

11 Jumlah yang Tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1)

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

35 Sumber: MKJI 1997 (IV. 16)

Jumlah yang Datang Selama Fase Merah (NQ2)

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 17)

2 Qmasuk = Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 18)

1 Untuk menentukan NQmax dapat mengguakan grafik diatas, dengan menghubungkan nilai NQ dan probabbilitas overloading (POL). Untuk perencanaan dan desain disarankan nilai POL <5%, sedangkan untuk operasional disarankan POL 5-10%

$$Q = \frac{NQ_{max} + 2}{W \text{ Masuk}}$$

Sumber: MKJI 1997 (IV. 19)

b. Kendaraan Terhenti (NS)

Angka kendaraan terhenti (NS) merupakan jumlah berhenti rata-rata per kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q_{xc}} \times 3600$$

Sumber: MKJI 1997

(IV. 20)

Keterangan :

NS = laju henti (stop/smp)

NQ = jumlah antrian (smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

c = waktu siklus (detik)

Jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada masing-masing pendekat dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Nsv = Q \times NS \text{ (smp/jam)}$$

Sumber: MKJI 1997

(IV. 21)

c. Tundaan

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui sebuah persimpangan apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang. Tundaan terbagi menjadi dua yaitu:

1. Tundaan Lalu Lintas (DT)

Tundaan lalu lintas (DT) merupakan waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

Sumber: MKJI 1997

(IV. 22)

2. Tundaan Geometri (DG)

Tundaan geometri disebabkan oleh perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu persimpangan atau terhenti karena lampu merah.

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

Sumber: MKJI 1997

(IV. 23)

Sehingga nilai tundaan rata-rata untuk seluruh simpang adalah:

$$D = DT + DG$$

Sumber: MKJI 1997

(IV. 24)

Tundaan rata-rata pada tiap-tiap kaki simpang di hitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$D_{tot} = \frac{\sum (Q \times D)}{Q_{tot}}$$

Sumber: MKJI 1997

(IV. 25)

Keterangan:

DT	= Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)
C	= Waktu siklus yang disesuaikan (det)
A	= $\frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$
GR	= rasio hijau (g/c)
DS	= derajat kejenuhan
NQ1	= jumlah smp yang tersisa dari fase hijau
C	= kapasitas (smp/jam)
Pt	= Rasio kendaraan berbelok pada pendekatan
Psv	= rasio kendaraan terhenti pada pendekatan

4.4.2 Analisis Kondisi Rekomendasi

Analisis ini dilakukan dengan cara mencari unjuk kerja persimpangan lalu disesuaikan dengan kondisi saat ini, sehingga dapat diketahui hal apa yang tepat dan perlu dilakukan agar dapat meningkatkan kinerja dari persimpangan tersebut seperti melakukan optimasi waktu siklus ataupun koordinasi. Berikut ini akan di berikan teori penghitungan simpang bersinyal dengan metode Manual Kapasitas Jalan 1997.

4.5. ⁵¹Tingkat Pelayanan

Berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan ⁶Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, diketahui tingkat pelayanan pada persimpangan yang di klasifikasikan atas:

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik per kendaraan;
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik per kendaraan;
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan antara lebih dari 15 detik sampai 25 detik per kendaraan;
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik per kendaraan;
5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik per kendaraan;
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik per kendaraan.

BAB V

ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

5.1. Analisis Kinerja Simpang Empat Terminal Kondisi Eksisting

Simpang Empat Terminal adalah simpang bersinyal yang memiliki empat kaki simpan yaitu lengan kaki Utara adalah ruas jalan Sunan Giri 1, lengan kaki Selatan adalah ruas jalan Sunan Giri 2, lengan kaki Timur adalah ruas jalan Kusuma Bangsa 1, lengan kaki Barat adalah ruas jalan Kusuma Bangsa 2. Simpang ini memiliki 2 fase dengan tipe simpang 4-1-1 yaitu simpang 4 lengan dengan 1 lajur mayor dan 1 lajur minor.

Tabel V. 1 Inventarisasi Simpang Empat Terminal

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Tipe Jalan	Lebar Pendekat	Tipe Pendekat
1	U	JL. Sunan Giri 1	4/2 UD	4	O
2	S	JL. Sunan Giri 2	2/2 D	4	O
3	T	JL. Kusuma Bangsa 1	2/2 D	4,5	O
4	B	JL. Kusuma Bangsa 2	2/2 D	4,5	O

Sumber: Hasil analisis, 2022

Untuk mengetahui kinerja Simpang Empat Terminal pada kondisi saat ini maka perlu dilakukan unjuk kerja pada simpang dengan melakukan perhitungan waktu siklus.

1. Kapasitas

a. Arus Jenuh Dasar

Pada simpang terlindung ¹ arus jenuh dasar dapat dicari dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S_o = 600 \times W_e$$

Pada Simpang Empat Terminal memiliki tipe pendekat simpang terlawan dan untuk mencari arus jenuh dasar dua fase simpang terlawan menggunakan tabel IV. 1 bab IV dan tidak menggunakan

rumus arus jenuh simpang terlindung untuk semua kaki simpang utara, selatan, timur dan barat.

Pada kaki simpang utara jika dilihat dalam grafik So serta besarnya Qrt dan Qrto, yaitu Qrt sebesar 86 smp/jam dan Qrto sebesar 7 smp/jam, serta lebar pendekat 4,5 meter, maka dapat dilihat pada grafik bahwa arus jenuh dasar sebesar 2.450 smp/jam.

$$\begin{aligned} S_{4,5} &= (4,5 - 4) \times (S_5 - S_4) + S_4 \\ &= (4,5 - 4) \times (250 - 2050) + 2050 \\ &= 2.310 \end{aligned}$$

Tabel V. 2 Arus Jenuh Dasar

Kode Pendekat	Lebar Efektif (m)	Nilai Arus Jenuh Dasar (smp/jam) So
	We	
U	4	1.700
S	4	1.850
T	4,5	2.310
B	4,5	2.350

Sumber: Hasil analisis, 2022

b. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Total jumlah penduduk Kabupaten Lamongan adalah 1.380.145 jiwa termasuk dalam interval 1,0-0,0. Besarnya jumlah penduduk pada kota juga mempengaruhi kapasitas pada simpang, maka faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs) yaitu 1,00 terdapat pada tabel IV. 2 bab IV.

c. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf)

Untuk faktor penyesuaian hambat samping FSF dilihat berdasarkan kondisi lingkungan, tipe fase dan rasio kendaraan tidak bermotor seperti pada tabel IV. 3 bab IV.

Tabel V. 3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Kaki	Rasio Kendaraan Tidak bermotor	Tipe Pendekat	Tipe Lingkungan jalan	Hambatan Samping	
Utara	0,01	O	COM	0,94	SEDANG
Selatan	0,02	O	COM	0,94	SEDANG
Timur	0,02	O	COM	0,94	SEDANG
Barat	0,02	O	COM	0,94	SEDANG

Sumber: Hasil analisis 2022

d. Faktor Penyesuaian Kelandaian (Fg)

Kelandaian dapat dilihat berdasarkan besar tanjakan (%) untuk masing-masing kaki simpang adalah datar, maka dari itu $F_g = 1,00$

e. Faktor Penyesuaian Parkir (Fp)

Pada Simpang Empat Terminal tidak terdapat ruang untuk parkir, maka untuk faktor penyesuaian parkir (Fp) adalah 1.00 dan jika terdapat ruang untuk parkir maka faktor penyesuaian sama seperti pada rumus IV. 4 bab IV.

f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (Frt)

Faktor penyesuaian belok kanan perhitungannya hanya digunakan pada tipe pendekat terlindung. Untuk menentukan faktor penyesuaian belok kanan dapat ditentukan pada rumus IV.5 bab IV.

$$\begin{aligned}
 \text{Prt} &= \frac{Rt \text{ (smp/jam)}}{Q \text{ (smp/jam)}} \\
 &= \frac{122}{480} \\
 &= 0,25
 \end{aligned}$$

Keterangan:

Prt = Jumlah belok kanan dibagi jumlah total volume pada kaki yang sama.

$$F_{rt} = 1,0 + \text{Prt} \times 0,26$$

33

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel V. 4 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Q	Prt	Frt
1	U	O	480	0,25	1
2	S	O	466	0,41	1
3	T	O	513	0,15	1
4	B	O	591	0,10	1

Sumber: Hasil analisis, 2022

32

g. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (Flt)

Faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dengan menggunakan rumus pada IV. 6 bab IV.

$$\begin{aligned}
 Plt &= \frac{Lt \text{ (smp/jam)}}{Q \text{ (smp/jam)}} \\
 &= \frac{207}{480} \\
 &= 0,43
 \end{aligned}$$

5

Keterangan: Plt = jumlah kendaraan belok kiri dibagi jumlah total volume pada tiap kaki simpang yang sama.

$$Flt = 1,0 - Plt \times 0,16$$

33

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah:

Tabel V. 5 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Q	Plt	Frt
1	U	O	480	0,43	1
2	S	O	466	0,35	1
3	T	O	513	0,31	1
4	B	O	591	0,07	1

Sumber: Hasil analisis, 2022

h. Arus Jenuh

Setelah faktor penyesuaian didapatkan, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan arus jenuh yang disesuaikan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 S &= S_o \times F_{sc} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \\
 S &= 1.700 \times 1,00 \times 0,94 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \\
 S &= 1.499 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 6 Arus Jenuh setelah penyesuaian eksisting

No	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (S _o) (smp/jam)	F _{sc}	F _{sf}	F _g	F _p	F _{rt}	F _{lt}	S (smp/jam)
1	U	1.700	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1.499
2	S	1.850	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1.603
3	T	2.310	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	2.006
4	B	2.350	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	2.032

Sumber: Hasil analisis, 2022

i. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian menggunakan rumus.

$$FR = Q/S$$

$$FR = 480/1.499$$

$$FR = 0,32$$

Tabel V. 7 Rasio Arus

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Arus Jenuh (S) (smp/jam)	Rasio Arus (FR)
U	480	1.499	0,32
S	466	1.603	0,29
T	513	2.006	0,26
B	591	2.032	0,29

Sumber: Hasil analisis, 2022

j. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio simpang dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}\text{IFR} &= \Sigma(\text{FRcrit}) \\ &= 0,32 + 0,29 \\ &= 0,61\end{aligned}$$

Keterangan:

Didapatkan dari penjumlahan rasio arus paling kritis kaki simpang.

k. Rasio fase

Untuk mengitung rasio fase menggunakan rasio antara FRcrit dan IFR menggunakan ruus berikut:

$$\begin{aligned}\text{PR} &= \text{FRcrit}/\text{IFR} \\ &= 0,32/0,61 \\ &= 0,52\end{aligned}$$

Tabel V. 8 Rasio Fase

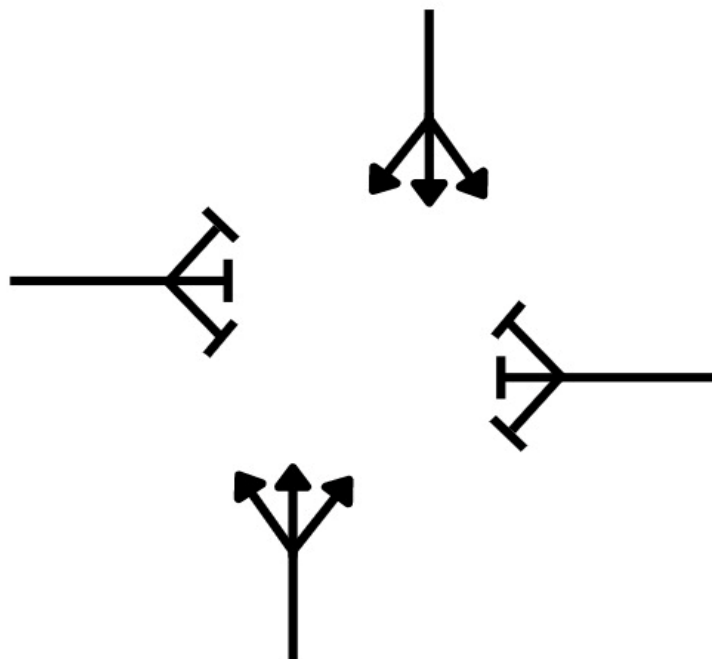
Kode Pendekat	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase (PR)
U	0,32	0,52
S	0,29	0,48
T	0,26	0,42
B	0,29	0,48

Sumber: Hasil analisis, 2022

2. Waktu Siklus

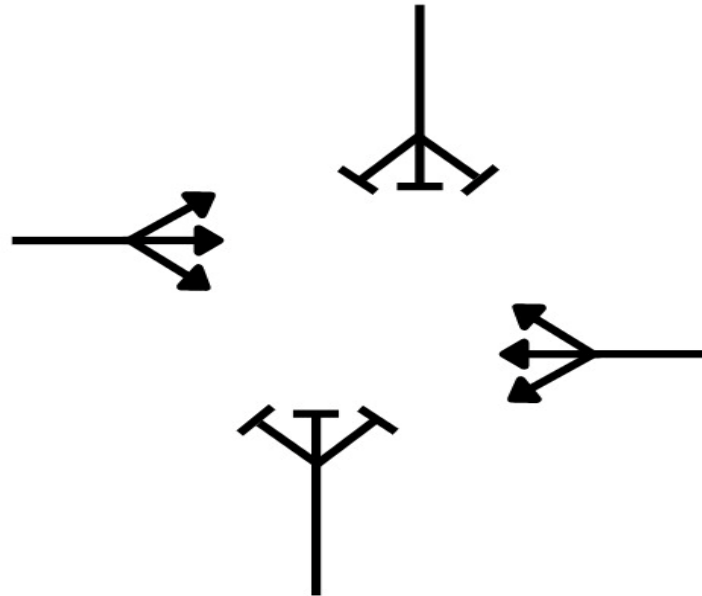
Pada Simpang Terminal memiliki pengaturan 2 fase dengan waktu siklus total 54 detik, untuk waktu hijau didapatkan 20 detik. Dimana All Red didapatkan 4 detik dan amber sebesar 3 detik. Dari hasil survei dilapangan maka kondisi eksisting waktu siklus diketahui dengan menggunakan alat stopwatch, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

FASE 1



Gambar V. 1 Sketsa Apill Fase 1

FASE 2



Gambar V. 2 Apill Fase 2

Waktu siklus belum disesuaikan

$$\begin{aligned} Co &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 14 + 5) / (1 - 0,61) \\ &= 67 \text{ detik} \end{aligned}$$

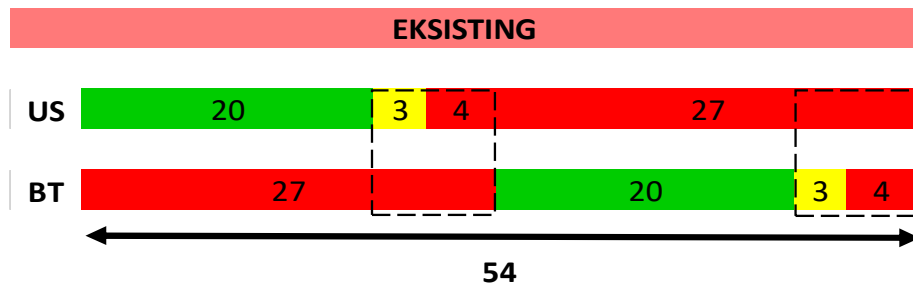
Waktu siklus disesuaikan didapatkan dari:

$$\begin{aligned} C &= \Sigma g + LTI \\ &= 40 + 14 \\ &= 54 \text{ detik} \end{aligned}$$

Keterangan:

Σg = Total waktu hijau

LTI = Waktu hilang



Sumber: hasil analisis, 2022

Gambar V. 3 Diagram Fase Kondisi Eksisting

Tabel V. 9 Waktu Siklus Kondisi Eksisting

Kaki	Merah	Hijau	All Red	Kuning	Fase	Waktu Siklus
U	27	20	4	3	1	54
S	27	20		3	1	54
T	27	20		3	2	54
B	27	20		3	2	54

Sumber: Hasil analisis, 2022

3. ³² Kapasitas (C)

Kapasitas sesungguhnya C (smp/jam) dihitung dengan menggunakan rumus

$$\begin{aligned}
 C &= S \times (g/c) \\
 &= 1700 \times (20/54) \\
 &= 555 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 10 Perhitungan Nilai Kapasitas Pendekat Eksisting

No	¹³ Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (C) (smp/jam)
1	U	1.499	20	54	555
2	S	1.603	20	54	594
3	T	2.006	20	54	743
4	B	2.032	20	54	753

³³ Sumber: Hasil analisis, 2022

4. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus IV. 15 bab IV:

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= 480/555 \\ &= 0,86 \end{aligned}$$

Keterangan:

DS = ⁵ jumlah volume pada kaki simpang dibagi kapasitas pada kaki simpang yang sama.

Q = Arus lalu lintas

C = Kapasitas

¹⁵ Untuk perhitungan derajat kejenuhan pada Simpang Empat Terminal dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 11 Perhitungan Derajat Kejenuhan Eksisiting

No	⁴ Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS
¹	U	480	555	0,86
²	S	466	594	0,78
3	T	513	743	0,69
4	B	591	753	0,79

Sumber: Hasil analisis, 2022

Dari tabel diatas diketahui bahwa DS tertinggi berada di kaki simpang sebelah selatan 0,86. Sedangkan DS terendah terdapat pada kaki simpang sebelah timur sebesar 0,69.

5. Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian dihitung pada masing-masing pendekat dan untuk menghitung panjang antrian pada simpang diperlukan data ⁹ jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ). Untuk menghitung jumlah antrian smp yang tersisa dari waktu hijau sebelumnya (NQ1)

menggunakan rumus IV. 16 bab IV. Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

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

$$NQ1 = 0,25 \times 555[(0,86 - 1) + \sqrt{(0,86 - 1)^2 + \frac{8x(0,86 - 0,5)}{555}}]$$

$$NQ1 = 2,50$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 12 Perhitungan Jumlah Antrian Yang Tersisa Dari fase Hijau (NQ1) Eksisting

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS	NQ1
1	U	555	0,86	2,50
2	S	594	0,78	1,29
3	T	743	0,69	0,61
4	B	753	0,79	1,31

Sumber: Hasil analisis 2022

Keterangan:

DS dibawah 0,5 maka $NQ1 = 0$

Untuk menghitung NQ2 (jumlah antrian yang datang selama fase merah), dibutuhkan rasio hijau (GR) yang didapatkan dari hasil waktu hijau dibagi kapasitas, untuk perhitungan jumlah fase yang datang selama fase merah (NQ2) dapat menggunakan rumus IV. 17 bab IV. Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

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

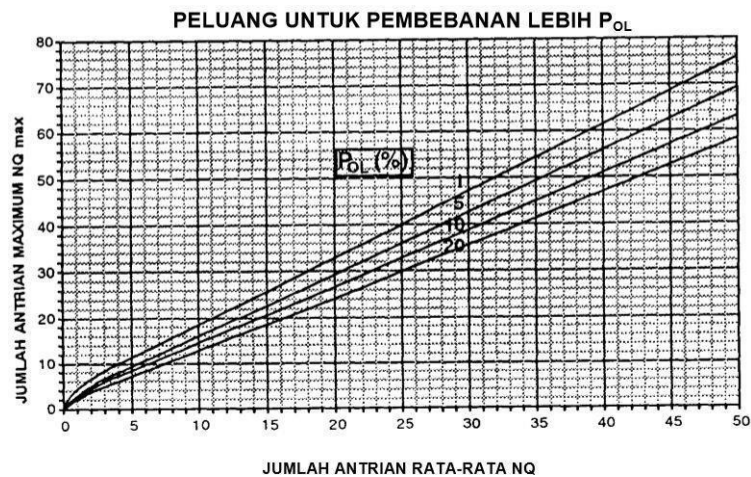
$$NQ2 = 54x \frac{1 - 0,37}{1 - 0,37x0,86} \times \frac{480}{3600}$$

$$NQ2 = 6,66$$

Tabel V. 13 Perhitungan Jumlah Antrian Yang Datang Pada Saat Fase Merah (NQ2)

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR)(gc)	Waktu Siklus (C) (detik)	DS	Q (smp/jam)	NQ2
1	U	0,37	54	0,86	480	6,66
2	S	0,37	54	0,78	466	6,20
3	T	0,37	54	0,69	513	6,51
4	B	0,37	54	0,79	591	7,87

NQmaks dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih, dapat dilihat dibawah ini:



Sumber: MKJI 1997

Gambar V. 4 Grafik Pembebanan Lebih

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 14 Perhitungan Jumlah Antri Total Eksisting

No	Kaki Pendekat	Jumlah Kendaraan Antri (smp)			
		NQ1	NQ2	Total NQ1+ NQ2= NQ	Nqmax
1	U	2,50	6,66	9,16	11,00
2	S	1,29	6,20	7,49	10,00
3	T	0,61	6,51	7,12	9,00
4	B	1,31	7,87	9,17	11,00

Sumber: Hasil analisis, 2022

Panjang Antrian (QL)

Setelah mendapatkan hasil NQ, panjang antrian dapat dihitung dengan NQ dikalikan dengan luas rata-rata yang digunakan per smp (20 m²) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. Berikut contoh perhitungan pada kaki utara:

$$\begin{aligned}
 QL &= \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \\
 &= \frac{11 \times 20}{4} \\
 &= 55 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 15 Perhitungan Jumlah Antrian Kendaraan Pada Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	NQ max (smp)	Lebar Efektif (We) (m)	Panjang Antrian (QL)
1	U	11,00	4,00	55,00
2	S	10,00	4,00	50,00
3	T	9,00	4,50	40,00
4	B	11,00	4,50	48,89

Sumber: Hasil analisis, 2022

Pada tabel diatas diketahui kaki simpang yang memiliki antrian terpanjang berada dikaki simpang sebelah utara sebesar 55 meter dan antrian terpendek terdapat pada kaki simpang sebelah timur sebesar 40 meter

Angka henti (NS) adalah jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) pada masing-masing pendekat. Berikut adalah contoh perhitungan pada kaki simpang Timur menggunakan rumus IV. 20 bab IV.

$$\begin{aligned}
 NS &= 0,9 \times \frac{NQ}{Q_{xc}} \times 3600 \\
 NS &= 0,9 \times \frac{9,16}{480 \times 54} \times 3600 \\
 NS &= 1,15 \text{ stop/smp}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung jumlah kendaraan terhenti (N_{sv}) pada masing-masing pendekat menggunakan rumus IV. 21 Bab IV, berikut adalah contoh perhitungan pada kaki simpang sebelah timur :

$$N_{sv} = Q \times NS \text{ (smp/jam)}$$

$$N_{vs} = 480 \times 1,15$$

$$N_{sv} = 550 \text{ smp/jam}$$

Tabel V. 16 Kendaraan Terhenti Sim pang Kondisi Eksisting

No	Kaki Pendekat	NQ total	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (C) (detik)	Rasio NS (stop/smp)	Nvs (smp/jam)
1	U	9,16	480	54	1,15	550
2	S	7,49	466	54	0,97	450
3	T	7,12	513	54	0,83	427
4	B	9,17	591	54	0,93	550

Sumber: Hasil analisis, 2022

Pada tabel didapati bahwa jumlah kendaraan henti tertinggi terdapat pada kaki simpang sebelah barat sebesar 550 smp/jam dengan laju henti 0,93 stop/smp dan memiliki arus sebesar 591 smp/jam dan jumlah kendaraan terhenti paling rendah terdapat pada kaki simpang sebelah timur sebesar 427 smp/jam dengan laju henti 0,83 stop/smp dan arus sebesar 513 smp/jam.

6. Tundaan (D)

Mencari tundaan total maka perlu diketahui tundaan Lalu Lintas (DT) dan Tundaan Geometrik (DG) pada masing-masing pendekat. Setiap pendekat tundaan lalu lintas (DT) dapat dihitung dengan menggunakan rumus IV. 22 bab IV.

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

$$DT = 54 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,37)^2}{(1 - 0,37 \times 0,86)} + \frac{2,50 \times 3600}{555}$$

$$DT = 31,97 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 17 Tundaan rata-rata Lalu Lintas Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	31 Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Kapasitas (c) (smp/jam)	NQ1	Tundaan (DT) (det/smp)
1	U	54	0,86	0,37	555	2,50	31,97
2	S	54	0,78	0,37	594	1,29	22,92
3	T	54	0,69	0,37	743	0,61	17,34
4	B	54	0,79	0,37	753	1,31	21,33

Untuk mencari tundaan geometric (DG) dapat menggunakan rumus IV. 23 bab IV.

$$48 \text{ DG} = (1 - P_{sv}) \times P_t \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

$$\text{DG} = (1 - 1,15) \times 0,43 \times 6 + (1,15 \times 4)$$

$$\text{DG} = 4,21 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 18 Tundaan Geometrik Pada Kondisi Eksisting

No	Kode Pendekat	Rasio NS (Psv) (stop/smp)	4 Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
1	U	1,15	0,43	4,21
2	S	0,97	0,35	3,93
3	T	0,83	0,31	3,64
4	B	0,93	0,07	3,76

Serta untuk mencari tundaan rata-rata menggunakan rumus IV. 25 bab IV. Hasil perhitungan tundaan dapat dilihat pada tabel:

$$D = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{tot}}$$

$$D = \frac{55.447,05}{2.049}$$

$$D = 14,0675 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 19 Tundaan Simpang Kondisi Eksisting

Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Tundaan (det/smp)			
		DT	DG	D = DT+DG	D x Q
U	480	31,97	4,21	36,18	17.347,21
T	466	22,92	3,93	26,86	12.510,43
S	513	17,34	3,64	20,98	10.763,79
B	591	21,33	3,76	25,09	14.825,62
total	2.049				55.447,05
		Tundaan Rata – Rata Simpang det/smp			27,0579

Dari hasil analisis pada kondisi eksisting didapatkan bahwa kinerja Simpang Empat Terminal berdasarkan pada tabel V. 15 menunjukkan tundaan rata-rata sebesar 27,05 det/smp. Sehingga berdasarkan indeks indikator tingkat pelayanan simpang pada kondisi eksisting Simpang Empat Terminal menempati tingkat pelayanan D (PM No. 96 Tahun 2015).

5.2. ANALISIS OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG

Setelah mengetahui kondisi eksisting dapat dilihat dari faktor-faktor penyesuaian dan grafik penentuan pengaturan simpang, maka dengan melihat kondisi arus lalu lintas saat ini optimalisasi kinerja pada simpang dapat dilakukan.

Pada perhitungan usulan I, hanya dilakukan analisis perubahan pada waktu siklus yang disesuaikan dengan volume arus lalu lintas pada saat ini dan mencari waktu hijau pada masing-masing fase. Perubahan waktu siklus dan waktu hijau dilakukan guna untuk memperoleh waktu siklus yang optimal agar kinerja tiap kaki simpang menjadi seimbang, perubahan tersebut didapatkan dari hasil perhitungan pada usulan I.

Pada perhitungan usulan II, dilakukan analisis perubahan geometri dan penyesuaian waktu siklus. Dengan menyesuaikan lebar pendekat

didapatkan perubahan kapasitas yang dapat mengurangi konflik pada persimpangan.

5.2.1. Kinerja Simpang Empat Terminal Kondisi Usulan I

Pada analisis kondisi usulan pertama dilakukan analisis penyesuaian waktu siklus yang disesuaikan dengan volume arus lalu lintas pada saat ini dan mencari waktu hijau pada masing-masing fase. Perubahan waktu siklus dan waktu hijau dilakukan guna untuk memperoleh waktu siklus yang optimal agar kinerja tiap kaki simpang menjadi seimbang. Perhitungan Kinerja Simpang Empat Terminal pada kondisi usulan I:

1. Waktu siklus

a. Waktu siklus sebelum disesuaikan (C_o):

$$\begin{aligned} C_o &= \frac{(1,5 LTI + 5)}{(1 - \sum FR_{crit})} \\ &= \frac{(1,5 \times 14 + 5)}{(1 - 0,61)} \\ &= 67 \text{ detik} \end{aligned}$$

Waktu siklus sebesar 66 detik pada scenario 2 fase karena batas standar waktu siklus untuk 2 fase adalah antara 40-80 yang tercantum pada tabel. Untuk mencari Waktu Hijau pada masing-masing fase maka:

b. Waktu Hijau (g)

waktu hijau didapatkan dari waktu siklus sebelum disesuaikan dikurangi waktu hilang dikali rasio fase. Rasio fase didapatkan dari hasil faktor penyesuaian pada kondisi eksisting pada tabel 8 bab V:

$$\begin{aligned} g &= (C_o - LTI) \times PR \\ &= (67 - 14) \times 0,52 \\ &= 28 \text{ detik} \end{aligned}$$

Keterangan:

C_o = waktu siklus sebelum disesuaikan

LTI = waktu hilang

⁷⁵PR = rasio fase (didapatkan dari rasio arus kritis FRcrit dibagi rasio arus simpang)

⁴⁶Berikut adalah perhitungan waktu hijau untuk masing-masing pendekat:

Tabel V. 20 Waktu Siklus dan Waktu Hijau Pada Kondisi Usulan I

No	Kede Pendekat	Hijau (g) (detik)	Rasio Fase (PR)
1	U	28	0,52
2	S	28	0,48
3	T	25	0,42
4	B	25	0,48

Sumber: Hasil analisis, 2022

Dari perhitungan didapatkan bahwa total waktu hijau pada masing-masing pendekat dengan dua (2) fase adalah sebesar 52 detik.

c. Waktu siklus yang disesuaikan (c)

$$c = \Sigma g + LTI$$

$$c = 53 + 14$$

$$c = 67 \text{ detik}$$

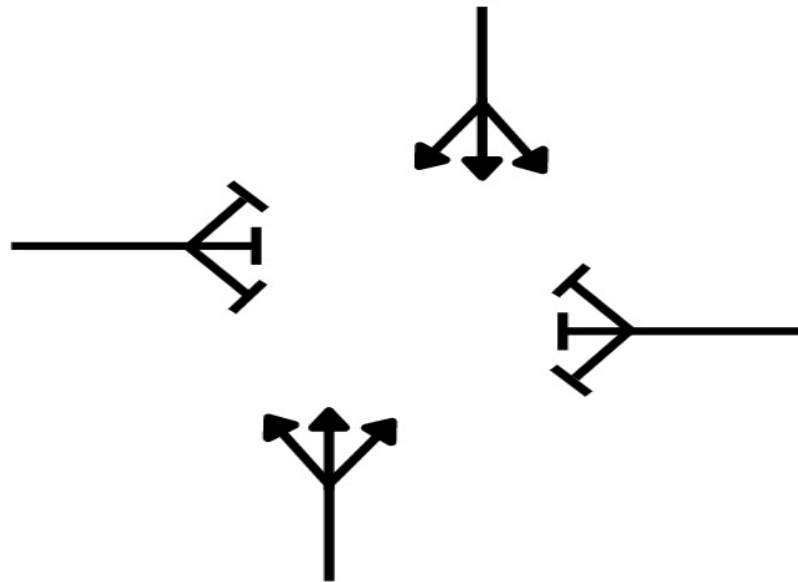
Keterangan:

Σg = total waktu hijau

LTI = waktu hilang

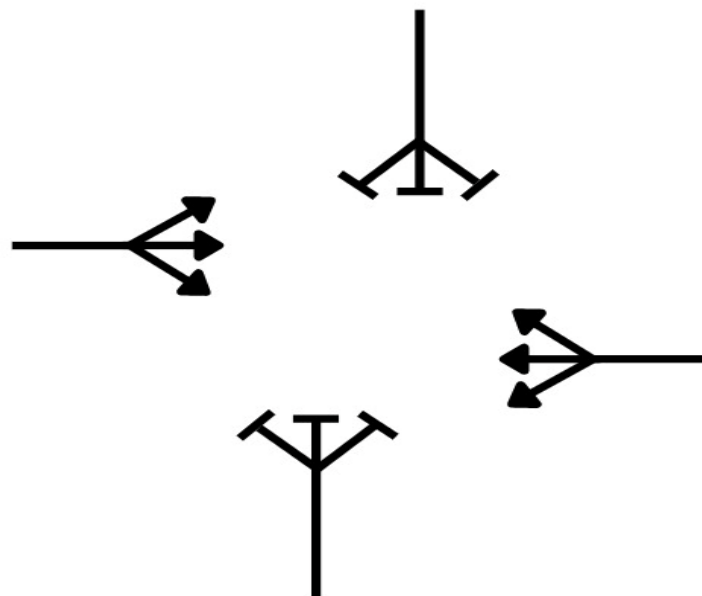
Dari hasil perhitungan waktu siklus dan waktu hijau di masing-masing pendekat pada kondisi usulan didapatkan waktu siklus sebesar 67 detik. Berikut merupakan diagram fase waktu siklus pada kondisi usulan I Simpang Empat Terminal.

FASE 1

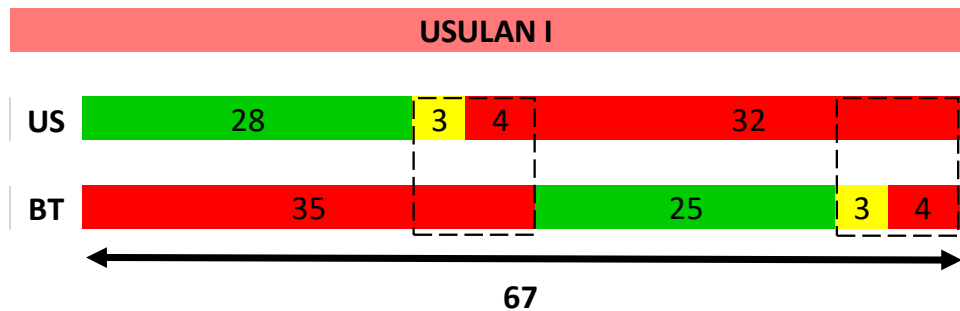


Gambar V. 5 *Sketsa Apill Fase 1*

FASE 2



Gambar V. 6 *Apill Fase 2*



Sumber: Hasil analisis, 2022

Gambar V. 7 Diagram Fase Simpang Empat Terminal Usulan

2. Kapasitas (C)

Kapasitas pada kondisi usulan I dapat dihitung dengan menggunakan rumus IV. 14 bab IV dengan menggunakan waktu siklus dan waktu hijau pada kondisi usulan I.

$$\begin{aligned}
 C &= S \times g / c \\
 &= 1.449 \times 28 / 67 \\
 &= 626 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil perhitungan kapasitas pada masing-masing pendekat Simpang Empat Terminal:

Tabel V. 21 Perhitungan kapasitas Kondisi usulan I

No	¹³ Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (C) (smp/jam)
1	U	1.499	28	67	626
2	S	1.603	28	67	670
3	T	2.006	25	67	749
4	B	2.032	25	67	758

Sumber: Hasil analisis, 2022

Berdasarkan hasil analisis kondisi usulan I bahwa nilai kapasitas simpang terbesar terdapat pada pendekat simpang barat dengan kapasitas sebesar ³⁸820 smp/jam.

3. Derajat Kejenuhan (DS)

Perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan yang merupakan faktor ada dan tidaknya masalah pada kinerja suatu simpang. Berikut adalah nilai derajat kejenuhan pada simpang setelah dilakukan penyesuaian waktu siklus pada usulan I:

$$DS = Q / C$$

$$DS = 480 / 626$$

$$DS = 0,77$$

Tabel V. 22 Derajat Kejenuhan Simpang Pada Kondisi Usulan I

No	⁴ Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS
1	U	480	626	0,77
2	S	466	670	0,70
3	T	513	749	0,69
4	B	591	758	0,78

Sumber: Hasil analisis, 2022

Setelah dilakukannya analisis dengan penyesuaian waktu siklus berdasarkan usulan menghasilkan nilai derajat kejenuhan yang lebih rendah dari kondisi eksisting sebelumnya pada masing-masing pendekat simpang.

4. ⁷⁰ Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian didapatkan dari hasil perhitungan NQ1 dan NQ2, setelah itu mencari NQmaks dengan menyesuaikan nilai pada grafik dan menghitung nilai QL menggunakan rumus IV. 19 bab IV. Berikut adalah perhitungan nilai panjang antrian simpang pada kondisi usulan I:

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

$$NQ1 = 0,25 \times 626[(0,77 - 1) + \sqrt{(0,77 - 1)^2 + \frac{8x(0,77 - 0,5)}{626}}]$$

$$NQ1 = 1,11$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 23 Panjang Antrian Yang Tersisa Dari Fase Hijau (NQ1)
Kondisi Usulan I

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS	NQ1
1	U	626	0,77	1,11
2	S	670	0,70	0,64
3	T	749	0,69	0,59
4	B	758	0,78	1,25

Sumber: Hasil analisis, 2022

untuk perhitungan jumlah fase yang datang selama fase merah (NQ2) dapat mengguakan rumus dibawah ini:

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

$$NQ2 = 66 \times \frac{1 - 0,42}{1 - 0,42 \times 0,77} \times \frac{480}{3600}$$

$$NQ2 = 7,64$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 24 Jumlah Antrian yang Datang pada Fase Merah (NQ2)
Pada Kondisi Usulan I

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR)(gc)	Waktu Siklus (C) (detik)	DS	Q (smp/jam)	NQ2
1	U	0,42	67	0,77	480	7,64
2	S	0,42	67	0,70	466	7,11
3	T	0,37	67	0,69	513	8,04
4	B	0,37	67	0,78	591	9,72

Sumber: Hasil analisis, 2022

4

Penentuan NQ_{maks} dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih. Hasil penghitungan adalah seperti yang tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel V. 25 Panjang Antrian Total Simpang Pada Kondisi Usulan I

Kode Pendekat	Q (smp/jam)	DS	Jumlah Kendaraan Antrian (smp)			
			NQ1	NQ2	NQ= NQ1+NQ2	NQmax
U	480	0,77	1,11	7,64	8,75	11,00
T	466	0,70	0,64	7,11	7,75	10,00
S	513	0,69	0,59	8,04	8,63	11,00
B	591	0,78	1,25	9,72	10,97	13,00

Sumber: Hasil analisis, 2022

Setelah NQ diketahui, selanjutnya menghitung panjang antrian dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$QL = \frac{11 \times 20}{4}$$

$$QL = 55 \text{ m}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 26 Jumlah Antrian Kendaraan Usulan II

No	Kode Pendekat	NQ maks (smp)	Lebar Efektif (W_e) (m)	Panjang Antrian (QL)
1	U	11,00	4,00	55,00
2	S	10,00	4,00	50,00
3	T	11,00	4,50	48,89
4	B	13,00	4,50	57,78

Berdasarkan hasil perhitunga pada kondisi usulan maka diperoleh panjang antrian tertinggi berada pada pendekat barat sebesar 57,58 meter dan

antrian terpendek terdapat pada kaki simpang sebelah timur sepanjang 48,89 meter.

14 Angka henti (NS) merupakan jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) pada masing-masing pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

$$NS = 0,9 \times \frac{4,57}{211 \times 66} \times 3600$$

$$NS = 1,06 \text{ stop/smp}$$

Setelah melakukan perhitungan angka henti maka dilanjutkan dengan menghitung jumlah kendaraan kendaraan henti (Nsv) pada masing-masing pendekat dengan menggunakan rumus:

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 480 \times 0,88$$

$$Nsv = 423 \text{ smp/jam}$$

Tabel V. 27 Kendaraan Terhenti Pada Kondisi Usulan I

No	18 Kaki Pendekat	NQ total	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
1	U	8,75	480	67	0,88	423
2	S	7,75	466	67	0,80	375
3	T	8,63	513	67	0,81	417
4	B	10,97	591	67	0,90	530

Sumber: Hasil analisis, 2022

Berdasarkan hasil dari kondisi usulan I diketahui bahwa kendaraan henti tertinggi berada pada pendekat sebelah barat sebesar 530 smp/jam dan laju henti sebesar 10,97 stop/smp dengan 73 arus lalu lintas sebesar 591 smp/jam.

5. Tundaan rata-rata (D)

Mencari tundaan total maka perlu diketahui ² Tundaan Lalu Lintas (DT) dan ⁴ Tundaan Geometrik (DG) pada masing-masing pendekatan. Setiap pendekatan tundaan lalu lintas (DT) dapat dihitung dengan menggunakan rumus IV. 22 bab IV.

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

$$DT = \frac{0,5 \times (1 - 0,39)^2}{(1 - 0,39 \times 0,78)} + \frac{1,91 \times 3600}{271}$$

$$DT = 33,30$$

Tabel V. 28 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas Usulan I

No	Kode Pendekat	³¹ Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Kapasitas (C) (smp/jam)	NQ1	Tundaan (DT) (detik/smp)
1	U	67	0,77	0,42	626	1,11	23,10
2	S	67	0,70	0,42	670	0,64	19,42
3	T	67	0,69	0,37	749	0,59	20,50
4	B	67	0,78	0,37	758	1,25	24,48

Sumber: Hasil analisis, 2022

Untuk mencari tundaan geometric (DG) dapat menggunakan rumus IV. 23 bab IV.

¹⁸
$$DG = (1 - Psv) \times Pt \times 6 + (Psv \times 4)$$

$$DG = (1 - 0,88) \times 0,43 \times 6 + (0,88 \times 4)$$

$$DG = 3,83 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 29 Perhitungan Tundaan Geometrik Usulan I

No	Kode Pendekat	Rasio NS (stop/smp)	⁴ Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
1	U	0,88	0,43	3,83
2	S	0,80	0,35	3,63
3	T	0,81	0,31	3,60
4	B	0,90	0,07	3,64

Sumber: hasil analisis, 2022

4

Setiap pendekat tundaan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{tot}}$$

$$D = \frac{27.920,57}{932}$$

$$D = 29,96 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 30 Tundaan Simpang Pada Usulan I

Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Tundaan (det/smp)			
		DT	DG	D	D x Q
U	480	23,10	3,83	26,93	12.913,86
T	466	19,42	3,63	23,04	10.733,09
S	513	20,50	3,60	24,10	12.362,70
B	591	24,48	3,64	28,11	16.611,91
total	2.049				52.621,57
	Tundaan Rata – Rata Simpang det/smp				25,6791

Sumber: Hasil analisis, 2022

Dari hasil Analisa kondisi usulan diatas, menunjukkan bahwa kinerja kerja Simpang Empat Terminal memiliki tingkat pelayan yang cukup buruk dilihat pada tabel diatas menunjukkan bahwa tundaan pada Simpang Empat Terminal sebesar 25,67 detil/smp dimana tundaan rata-rata tersebut masuk dalam indikator tingkat pelayanan C.

5.2.2. Kinerja Simpang Empat Terminal Kondisi Usulan II

Pada analisis kondisi usulan kedua dilakukan analisis perubahan geometri pada pendekat yang memungkinkan dan mengatur ulang penyesuaiaan waktu siklus sesuai dengan dengan volume lalu lintas. Perubahan yang dilakukan yaitu dengan cara melakukan pelebaran pada kaki simpang sebelah utara dan selatan sebesar 0,5 meter dan sepanjang 50 meter. Pelebaran pada kaki simpang sebelah utara dilakukan karena terdapat bahu jalan yang masih belum teraspal dan pada kaki simpang selatan pelebaran dilakukan karena terdapat lahan kosong yang memungkinkan.

Tujuan perhitungan pada usulan kedua adalah ini adalah menemukan waktu siklus yang optimum dengan melakukan perubahan lebar geometrik untuk mengurangi terjadinya konflik, besarnya derajat kejenuhan, antrian dan panjangnya tundaan. Dengan menyesuaikan lebar pendekat didapatkan perubahan kapasitas, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut dengan menggunakan faktor-faktor koreksi pada kondisi eksisting:

1. Arus Jenuh (S)

Analisis yang dilakukan yaitu dengan melakukan perhitungan lebar efektif dan arus lalu lintas dengan melihat besarnya antrian pada suatu pendekat dengan kondisi yang ditentukan setelah disesuaikan pada kondisi simpang. Perhitungan arus jenuh didapatkan dari hasil perkalian arus jenuh dasar dengan faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi nilai kapasitas dengan menggunakan rumus IV. 2 bab IV dan untuk tipe pendekat simpang terlindung arus jenuh dasar dapat dihitung dengan menggunakan tabel IV. 3 bab IV. Sedangkan untuk perhitungan untuk tipe pendekat simpang terlawan menggunakan grafik tabel IV. 1 bab IV. Berikut nilai arus jenuh dasar dengan lebar efektif yang telah disesuaikan dengan usulan pada masing-masing pendekat simpang:

Tabel V. 31 Arus Jenuh Dasar Kondisi Usulan II

No	Kode Pendekat	Lebar Efektif (m)		Arus Jenuh Dasar (smp/jam hijau)
		kondisi Eksisting	Kondisi Usulan II	
1	U	4	4,5	1.875
2	S	4	4,5	2.075
3	T	4,5	4,5	2.310
4	B	4,5	4,5	2.350

Sumber: Hasil analisis, 2022

Berdasarkan hasil analisis diatas terdapat perubahan lebar efektif pada masing-masing pendekat yang memungkinkan sehingga arus jenuh yang dihasilkan berbeda. Perubahan dilakukan pada pendekat Utara dan Selatan dengan lebar efektif sepanjang 4,0 m menjadi 4,5 m.

2. Waktu Siklus (c)

a. Waktu siklus sebelum disesuaikan (Co)

Untuk waktu siklus sebelum disesuaikan pada kondisi usulan I didapatkan 67 detik, maka untuk usulan II setelah ditambahkan pelebaran pendekat pada simpang didapatkan waktu siklus sebelum disesuaikan:

$$\begin{aligned} Co &= (1,5 \times LTI + 5) / (1-IFR) \\ &= (1,5 \times 14 + 5) / (1-0,58) \\ &= 62 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

Waktu hijau pada kondisi usulan kedua didapatkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus IV. 13 bab IV dimana rasio fase (PR) didapat dari kondisi eksisting pada tabel 8:

$$\begin{aligned} g &= (Co - LTI) \times PR \\ &= (62 - 14) \times 0,50 \\ &= 24 \text{ detik} \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil dari perhitungan waktu hijau untuk masing-masing pendekat:

Tabel V. 32 Waktu Siklus dan Waktu Hijau Pada Kondisi Usulan II

No	Kede Pendekat	Hijau (g) (detik)	Rasio Fase (PR)
1	U	24	0,50
2	S	24	0,45
3	T	24	0,44
4	B	24	0,50

Sumber: Hasil analisis, 2022

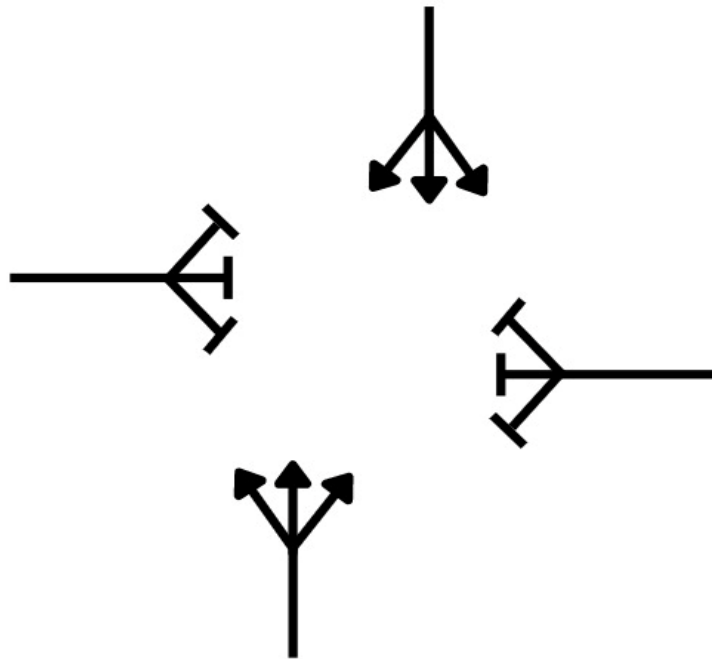
Dari perhitungan didapatkan bahwa total waktu hijau pada masing-masing pendekat dengan dua (2) fase adalah sebesar 40 detik.

c. Waktu Siklus yang Disesuaikan (c)

$$\begin{aligned} c &= \sum g + LTI \\ &= 48 + 14 \\ &= 62 \text{ detik} \end{aligned}$$

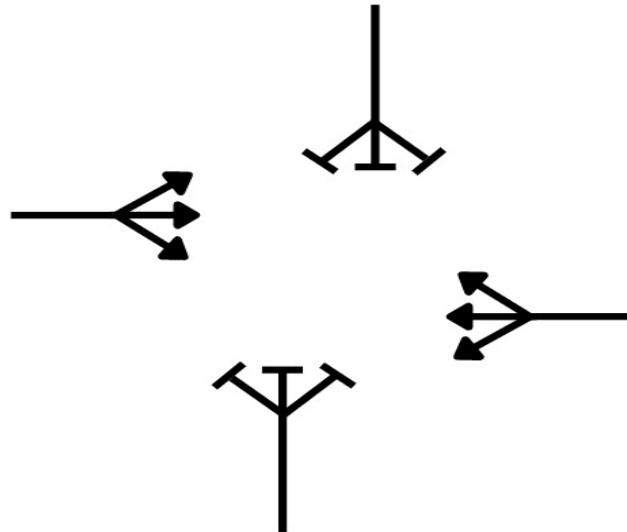
Berdasarkan hasil perhitungan waktu siklus yang telah disesuaikan dengan waktu hijau dan LTI pada kondisi usulan maka didapatkan waktu siklus sebesar 62 detik. Berikut merupakan diagram fase waktu siklus pada kondisi usulan II Simpang Empat Terminal.

FASE 1

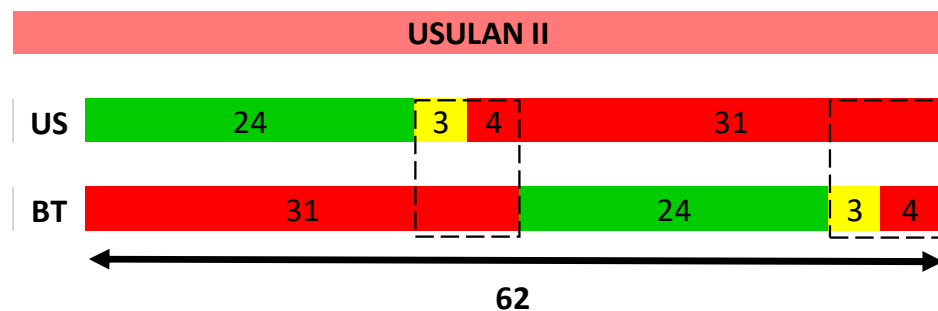


Gambar V. 8 Sketsa Apil Fase 1

FASE 2



Gambar V. 9 Sketsa Apill Fase 2



Sumber: Hasil analisis, 2022

Gambar V. 10 Diagram Fase Simpang Empat Terminal Usulan II

3. Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas simpang pada kondisi usulan kedua ini dapat dihitung menggunakan rumus IV. 14 bab IV sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C &= S \times g / c \\
 &= 1.653 \times 24 / 62 \\
 &= 640 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 33 Perhitungan kapasitas Kondisi usulan II

No	¹³ Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (C) (smp/jam)
1	U	1.653	24	62	640
2	S	1.798	24	62	696
3	T	2.006	24	62	777
4	B	2.032	24	62	787

Sumber: Hasil analisis, 2022

Berdasarkan hasil analisis pada kondisi usulan kedua ini didapatkan perubahan pada kapasitas simpang dari kondisi eksisting sebelumnya.

4. Derajat Kejenuhan (DS)

Berikut merupakan nilai derjat kejenuhan simpang setelah dilakukan penyesuaian waktu siklus dan perubahan geometrik pada simpang sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 DS &= Q/C \\
 &= 480/640 \\
 &= 0,75
 \end{aligned}$$

Tabel V. 34 Derajat Kejenuhan Simpang Pada Kondisi Usulan II

No	⁴ Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS
1	U	480	640	0,75
2	S	466	696	0,67
3	T	513	777	0,66
4	B	591	787	0,75

Sumber: Hasil analisis, 2022

setelah dilakukan analisis dengan melakukan penyesuaian waktu siklus dan perubahan geometrik pada lebar pendekat yang memungkinkan berdasarkan usulan didapatkan derjat kejenuhan yang rendah dari kondisi eksisting sebelum dilakukan usulan sebesar 0,66.

5. Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian didapatkan dari perhitungan nilai NQ1 dan NQ2 selanjutnya mencari nilai NQmaks dengan menyesuaikan nilai pada grafik gambar IV. 1 bab IV kemudian untuk mencari nilai QL menggunakan rumus IV. 19 bab IV. Selanjutnya perhitungan nilai panjang antrian simpang pada kondisi usulan II:

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

$$NQ1 = 0,25 \times 640 [(0,75 - 1) + \sqrt{(0,75 - 1)^2 + \frac{8x(0,75 - 0,5)}{640}}]$$

$$NQ1 = 0,98$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 35 Panjang Antrian Yang Tersisa Dari Fase Hijau (NQ1)
Kondisi Usulan II

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS	NQ1
1	U	640	0,75	0,98
2	S	696	0,67	0,51
3	T	777	0,66	0,47
4	B	787	0,75	1,00

Sumber: Hasil analisis, 2022

untuk perhitungan jumlah fase yang datang selama fase merah (NQ2) dapat menggunakan rumus dibawah ini:

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

$$NQ2 = 62 \times \frac{1 - 0,39}{1 - 0,39 \times 0,71} \times \frac{480}{3600}$$

$$NQ2 = 7,13$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 36 Jumlah Antrian yang Datang pada Fase Merah (NQ2) Pada Kondisi Usulan II

4 No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR)(gc)	Waktu Siklus (C) (detik)	DS	Q (smp/jam)	NQ2
1	U	0,39	62	0,75	480	2,79
2	S	0,39	62	0,67	466	2,65
3	T	0,39	62	0,66	513	3,19
4	B	0,39	62	0,75	591	2,93

Sumber: Hasil analisis, 2022

4 Penentuan NQmaks dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih. Hasil penghitungan adalah seperti yang tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel V. 37 Panjang Antrian Simpan Pada Kondisi Usulan II

Kode Pendekat	Q (smp/jam)	DS	Jumlah Kendaraan Antrian (smp)			
			NQ1	NQ2	NQ	NQmax
U	480	0,75	0,98	2,79	8,11	10,00
T	466	0,67	0,51	2,65	7,14	10,00
S	513	0,66	0,47	3,19	7,75	10,00
B	591	0,75	1,00	2,93	9,79	12,00

Sumber: Hasil analisis, 2022

Setelah NQ diketahui, selanjutnya menghitung panjang antrian dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$QL = \frac{NQmaks \times 20}{Wmasuk}$$

$$QL = \frac{10 \times 20}{4,5}$$

$$QL = 44,44 \text{ m}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 38 Perhitungan Jumlah Antrian Kendaraan Usulan II

No	Kode Pendekat	NQ maks (smp)	Lebar Efektif (We) (m)	Panjang Antrian (QL)
1	U	10,00	4,50	44,44
2	S	10,00	4,50	44,44
3	T	10,00	4,50	44,44
4	B	12,00	4,50	53,33

Berdasarkan hasil perhitunga pada kondisi usulan maka diperoleh panjang antrian tertinggi berada pada pendekat Utara sepanjang 44 meter dan antrian terpendek terdapat pada kaki simpang sebelah selatan sepanjang 53 meter.

Angka henti (NS) merupakan jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) pada masing-masing pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

$$NS = 0,9 \times \frac{8,11}{480 \times 62} \times 3600$$

$$NS = 0,88 \text{ stop/smp}$$

Setelah melakukan perhitungan angka henti maka dilanjutkan dengan menghitung jumlah kendaraan kendaraan henti (Nsv) pada masing-masing pendekat dengan menggunakan rumus:

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 480 \times 0,88$$

$$Nsv = 424 \text{ smp/jam}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 39 Kendaraan Terhenti Simpang Pada Kondisi Usulan II

No	Kaki Pendekat	NQ total	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (C) (detik)	Rasio NS (stop/smp)	Nvs (smp/jam)
1	U	8,11	480	62	0,88	424
2	S	7,14	466	62	0,80	373
3	T	7,75	513	62	0,79	405
4	B	9,79	591	62	0,87	512

Sumber: Hasil analisis, 2022

Dari hasil analisis perhitungan kondisi usulan II diketahui bahwa kendaraan henti tertinggi berada pada pendekat sebelah barat sebesar 512 smp/jam dan laju henti sebesar 0,87 dengan arus lalu lintas sebesar 591 dan kendaraan henti terendah berada pada pendekat simpang sebelah selatan sebesar 373 smp/jam dan laju henti 0,80 dengan arus lalu lintas sebesar 466 smp/jam.

6. Tundaan (D)

Mencari tundaan total maka perlu diketahui Tundaan Lalu Lintas (DT) dan Tundaan Geometrik (DG) pada masing-masing pendekat. Setiap pendekat tundaan lalu lintas (DT) dapat dihitung dengan menggunakan rumus IV. 22 bab IV.

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

$$DT = \frac{0,5 \times (1 - 0,39)^2}{(1 - 0,39 \times 0,75)} + \frac{0,69 \times 3600}{640}$$

$$DT = 21,93 \text{ detik/smp}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 40 Tundaan Lalu Lintas Usulan II

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Kapasitas (C) (smp/jam)	NQ1	Tundaan (DT) (detik/smp)
1	U	62	0,75	0,39	640	0,98	21,93
2	S	62	0,67	0,39	696	0,51	18,35
3	T	62	0,66	0,39	777	0,47	17,83
4	B	62	0,75	0,39	787	1,00	20,99

Sumber: Hasil analisis, 2022

Untuk mencari tundaan geometric (DG) dapat menggunakan rumus IV. 23 bab IV.

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

$$DG = (1 - 0,88) \times 0,43 \times 6 + (0,88 \times 4)$$

$$DG = 3,84 \text{ det/smp}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 41 Tundaan geometrik Usulan II

No	Kode Pendekat	Rasio NS (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
1	U	0,88	0,43	3,84
2	S	0,80	0,35	3,62
3	T	0,79	0,31	3,54
4	B	0,87	0,07	3,52

Sumber: hasil analisis, 2022

Setiap pendekat tundaan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D = \frac{\sum(Q \times D)}{Q_{tot}}$$

$$D = \frac{48.036,23}{2049}$$

$$D = 23,4415 \text{ det/smp}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 42 Tundaan Simpang Empat Terminal Pada Kondisi Usulan II

Kode Pendekat	Q (smp/jam)	Tundaan (det/smp)			
		DT	DG	D	D x Q
U	480	21,93	3,84	25,76	12.353,71
T	466	18,35	3,62	21,97	10.232,25
S	513	17,83	3,54	21,37	10.964,89
B	591	20,99	3,52	24,51	14.485,38
total	2.049				48.036,23
	Tundaan Rata – Rata Simpang det/smp				23,4415

Sumber: Hasil analisis, 2022

Berdasarkan analisis pada kondisi usulan di atas, ditunjukkan bahwa kinerja simpang dilihat berdasarkan besarnya tundaan rata-rata pada kondisi usulan kedua mengalami penurunan, dimana pada kondisi eksisting memiliki tundaan rata-rata sebesar 27,05 det/smp menjadi sebesar 23,44 det/smp. Sehingga berdasarkan tingkat pelayanan simpang dilihat dari tundaan rata-rata pada kondisi kedua mendapatkan indikator tingkat pelayanan C.

5.3. Analisis Geometrik Simpang Empat Terminal

Pada kondisi geometrik Simpang Empat Terminal dikelilingi oleh lahan komersil dan pemukiman. Pergerakan masyarakat di Simpang Empat Terminal terbilang cukup ramai dikarenakan akses menuju CBD memicu terjadinya konflik pada persimpangan. Berdasarkan kondisi ini persimpangan membutuhkan perhatian terkait kondisi geometri dengan melakukan pelebaran lengan simpang sebesar 0,5 meter dan sepanjang 50 meter agar kapasitas jalan bertambah sehingga dapat mengurangi kemacetan pada Simpang Empat Terminal.

Tabel V. 43 Perbandingan tundaan rata-rata simpang kondisi eksisting dengan kondisi usulan

Eksisting		Usulan I		Usulan II	
Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan
27,0579	D	25,6791	C	23,4415	C

2. Dari segi derajat kejenuhan

Berikut merupakan perbandingan kinerja Simpang Empat Terminal pada kondisi eksisting dengan kondisi usulan berdasarkan dari derajat kejenuhan:

Tabel V. 44 Perbandingan Derajat Kejenuhan kondisi eksisting dengan kondisi usulan

Indikator	Kaki Simpang	Eksisting	Usulan I	Usulan II
Derajat Kejenuhan	U	0,86	0,77	0,75
	S	0,78	0,70	0,67
	T	0,69	0,69	0,66
	B	0,79	0,78	0,75
Rata-rata		0,78	0,73	0,71

3. Dari segi panjang antrian

Berdasarkan dari hasil analisis terlihat bahwa kinerja Simpang Empat Terminal pada kondisi usulan II mengalami peningkatan, panjang antrian dari kondisi eksisting dengan kondisi usulan mengalami penurunan rata-rata. Berikut merupakan perbandingan panjang antrian pada kondisi eksisting dengan kondisi usulan:

Tabel V. 45 Perbandingan Panjang Antrian kondisi eksisting dengan kondisi usulan

Indikator	Kaki Sim pang	Eksisting	Usulan I	Usulan II
Panjang Antrian (QL) (m)	U	55,00	55,00	44,44
	S	50,00	50,00	44,44
	T	40,00	48,89	44,44
	B	48,89	57,78	53,33
Rata-rata		55,00	57.78	53,33

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada Simpang Empat Terminal Kabupaten Lamongan dapat diambil kesimpulan:

1. Setelah mengetahui kinerja Simpang Empat Terminal pada kondisi eksisting derajat kejenuhan tertinggi sebesar 0,86, antrian terpanjang sebesar 55 meter, dan tundaan simpang rata-rata sebesar 27,06 det/smp. Untuk mencari kinerja terbaik pada simpang maka dilakukan beberapa usulan sebagai berikut:

- a. Usulan I

Melakukan penyesuaian waktu siklus pada masing-masing kaki simpang dengan mencari waktu hijau yang paling efektif. Berdasarkan penerapan usulan I didapatkan derajat kejenuhan sebesar 0,78, antrian sebesar 57,78 meter tundaan sebesar 25,68 det/smp.

- b. Usulan II

Melakukan pelebaran jalan pada kaki simpang sebelah utara dan selatan menjadi 4,5 meter sepanjang 50 meter. Dari usulan ini didapatkan rata-rata derajat kejenuhan sebesar 0,71 dan antrian sebesar 53 meter dan tundaan sebesar 23,44 det/smp.

2. Setelah dilakukannya perhitungan dengan 2 usulan didapatkan usulan terbaik untuk meningkatkan kinerja Simpang Empat Terminal yaitu usulan II. Dengan melakukan perubahan geometri dan penyesuaian waktu siklus merubah kinerja simpang, kapasitas yang dihasilkan menjadi lebih besar sehingga rata-rata derajat kejenuhan menurun menjadi 0,71 dan tundaan simpang rata-rata diperoleh 23,44 det/smp.

6.2. Saran

Setelah melakukan analisis kondisi eksisting dan kondisi usulan pada simpang, maka terdapat beberapa saran yang dapat diusulkan guna meningkatkan kinerja simpang yaitu:

1. Direkomendasikan peningkatan kinerja simpang dari kinerja simpang yang buruk menjadi kinerja simpang yang optimal dengan melakukan perubahan geometri dan penyesuaian waktu siklus.
2. Perlu pengawasan dari tugas yang berwenang dalam menjamin kedisiplinan pengguna jalan khususnya pada area Simpang Empat Terminal Kabupaten Lamongan..

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2009. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan
- _____, 2011. Peraturan Pemerintah No. 32 Tahun 2011 tentang Manajemen Rekayasa lalu Lintas tentang bahwa Manajemen dan Rekayasa lalu Lintas
- _____, 1996. Surat Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat No. 273/HK.105/DRJD/96 tentang Pedoman Teknis Pengaturan Lalu Lintas di Persimpangan Berdiri Sendiri dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Jakarta.
- _____, 2015. Peraturan pemerintah No. 96 tahun 2015 tentang Pedoman Kegiatan pelaksanaan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas
- Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (1997). Highway Capacity Manual Project (HCM). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 1(I), 564.
- Arief Budiman, D. E, (2016). Analisis Kapasitas Dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang. *Jurnal Fondasi*, Volume 5 No 1, 5, 69-78.
- Kurniati, N. L. W. R. (2018). Optimalisasi Kinerja Simpang Pasar Pagi Arenka Di Kota Pekanbaru. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 18 (2), 133. <https://doi.org/10.25104/jptd.v18i2.129>
- L.I.R. Lefrandt, J. T. (2013). Kinerja Lalu Lintas Persimpangan Lengan Empat Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Walanda Maramis Manado). *Jurnal Sipil Statik* Vol.1 No.3, Februari 2013, 202-208.
- Shiyam, H. N. (2021). Peningkatan Kinerja Simpang Barat Steger Kembar di Kabupaten Magetan
- Wikrama, A. J. (2011). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat-Jalan Gunung Salak). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Vol. 15, No. 1, Januari 2011, 58-71.

Hoobs, F.D. 1995. Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada

Morlok, Edward K. (1991). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Erlangga : Jakarta

Risdiyanto. (2014). *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Leutika Nouvalitera.

Shiyam, H. N. (2021). Peningkatan Kinerja Simpang Barat Steger Kembar di Kabupaten Magetan

Kelompok PKL Kabupaten Lamongan. 2022. Pola Umum Manajemen Transportasi Jalan Kabupaten Lamongan dan Identifikasi Permasalahannya

● 27% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 25% Internet database
- Crossref database
- 17% Submitted Works database
- 9% Publications database
- Crossref Posted Content database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	scribd.com Internet	3%
2	repository.ub.ac.id Internet	2%
3	123dok.com Internet	2%
4	ojs.fstpt.info Internet	1%
5	id.scribd.com Internet	1%
6	eprints.itn.ac.id Internet	<1%
7	dishubkominfobengkayang.wordpress.com Internet	<1%
8	Syiah Kuala University on 2018-04-17 Submitted works	<1%

9	repository.its.ac.id	Internet	<1%
10	adoc.pub	Internet	<1%
11	text-id.123dok.com	Internet	<1%
12	repository.utu.ac.id	Internet	<1%
13	Hartono Hartono, Ari Widi Wibowo, Fadjar Lestari. "Manajemen dan Re...	Crossref	<1%
14	eprints.umm.ac.id	Internet	<1%
15	core.ac.uk	Internet	<1%
16	docplayer.info	Internet	<1%
17	dspace.uii.ac.id	Internet	<1%
18	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2019-...	Submitted works	<1%
19	ojs.balitbanghub.dephub.go.id	Internet	<1%
20	jurnal.ensiklopediaku.org	Internet	<1%

21	Sultan Agung Islamic University on 2017-03-10	<1%
	Submitted works	
22	Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia on 2015-06-15	<1%
	Submitted works	
23	eprints.ums.ac.id	<1%
	Internet	
24	erepo.unud.ac.id	<1%
	Internet	
25	eprints.itenas.ac.id	<1%
	Internet	
26	pt.scribd.com	<1%
	Internet	
27	eprints.unmas.ac.id	<1%
	Internet	
28	Universitas Tidar on 2021-09-13	<1%
	Submitted works	
29	Universitas Muhammadiyah Surakarta on 2017-02-11	<1%
	Submitted works	
30	es.scribd.com	<1%
	Internet	
31	id.123dok.com	<1%
	Internet	
32	ejournal.uniks.ac.id	<1%
	Internet	

33	LL Dikti IX Turnitin Consortium on 2019-11-16	<1%
	Submitted works	
34	journal.uta45jakarta.ac.id	<1%
	Internet	
35	digilib.unila.ac.id	<1%
	Internet	
36	Universitas Pancasila on 2021-07-22	<1%
	Submitted works	
37	King Mongkut's University of Technology Thonburi on 2020-05-20	<1%
	Submitted works	
38	Dspace.Uii.Ac.Id	<1%
	Internet	
39	King Mongkut's University of Technology Thonburi on 2020-05-20	<1%
	Submitted works	
40	Sultan Agung Islamic University on 2017-09-21	<1%
	Submitted works	
41	e-arsip.bontangkota.go.id	<1%
	Internet	
42	repository.mercubuana.ac.id	<1%
	Internet	
43	Udayana University on 2021-09-05	<1%
	Submitted works	
44	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya on 2020-...	<1%
	Submitted works	

45	repository.umy.ac.id Internet	<1%
46	Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya on 2021-07-01 Submitted works	<1%
47	lib.ui.ac.id Internet	<1%
48	repository.unbari.ac.id Internet	<1%
49	vbook.pub Internet	<1%
50	Purnomo H., Irawati R.H., Melati, eds.. "Menunggang badai: Untaian k... Crossref	<1%
51	Lambung Mangkurat University on 2017-12-07 Submitted works	<1%
52	UIN Walisongo on 2022-06-17 Submitted works	<1%
53	Universitas Sebelas Maret on 2019-09-13 Submitted works	<1%
54	neliti.com Internet	<1%
55	Sultan Agung Islamic University on 2017-03-12 Submitted works	<1%
56	stt-pln.e-journal.id Internet	<1%

57	jogloabang.com	Internet	<1%
58	SDM Universitas Gadjah Mada on 2021-10-08	Submitted works	<1%
59	Universitas Pancasila on 2021-07-23	Submitted works	<1%
60	Wardatul Jannah. "OPTIMASI RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI KOT..."	Crossref	<1%
61	journal.uny.ac.id	Internet	<1%
62	Binus University International on 2018-06-26	Submitted works	<1%
63	Elianora Elianora, Horas Saut, Chelsy Safira. "ANALISIS PENGARUH DE..."	Crossref	<1%
64	Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia on 2015-11-05	Submitted works	<1%
65	Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Gadjah Mada on 2021-02-05	Submitted works	<1%
66	Houston Community College on 2022-03-16	Submitted works	<1%
67	Sultan Agung Islamic University on 2019-12-08	Submitted works	<1%
68	Universitas Muhammadiyah Surakarta on 2018-01-17	Submitted works	<1%

69	docshare.tips	Internet	<1%
70	nanopdf.com	Internet	<1%
71	Probo Yudha Prasetyo, Sigit Priyanto, Imam Muthohar. "PENGATURAN ...	Crossref	<1%
72	Sriwijaya University on 2020-07-23	Submitted works	<1%
73	Universitas International Batam on 2018-03-21	Submitted works	<1%
74	Universitas Muhammadiyah Surakarta on 2017-02-11	Submitted works	<1%
75	idoc.pub	Internet	<1%
76	jom.unpak.ac.id	Internet	<1%

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Cited material
- Manually excluded sources
- Quoted material
- Small Matches (Less than 10 words)
- Manually excluded text blocks

EXCLUDED SOURCES

digilib.ptdisttd.net

Internet

5%

repository.poltektranssdp-palembang.ac.id

Internet

1%

EXCLUDED TEXT BLOCKS

KERTAS KERJA WAJIB Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Diplom...

digilib.ptdisttd.net

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD PROGRAM STUDI DIPLO...

digilib.ptdisttd.net