

TUGAS AKHIR
ANALISIS SIMPANG EMPAT BERSINYAL STUDI KASUS
JALAN YOS SUDARSO – JALAN JEMBATAN BATANGHARI
II – JALAN PELABUHAN TALANG DUKU JALAN LINGKAR
TIMUR II



Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum
Program S-1 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Batanghari

Disusun Oleh:

ABDULLAH MU'IZZU

NPM: 1500822201084

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
2022

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS SIMPANG EMPAT BERSINYAL (STUDI KASUS JALAN
YOS SUDARSO – JALAN JEMBATAN BATANGHARI II – JALAN
PELABUHAN TALANG DUKU – JALAN LINGKAR TIMUR II)**



Diusun Oleh:

ABDULLAH MU'IZZU

NIM : 1500822201084

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari menyatakan Tugas Akhir dengan judul dan penyusunan sebagaimana diatas telah disetujui sesuai prosedur, ketentuan dan kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam Ujian Tugas Akhir Program Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Jambi, Februari 2022

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Amsori M. Das, M. Eng

Dosen Pembimbing II



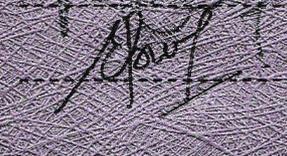
Susiana, ST, MT

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS SIMPANG EMPAT BERSINYAL (STUDI KASUS JALAN
YOS SUBARSO – JALAN JEMBATAN BATANGHARI II – JALAN
PELABUHAN TALANG DUKU – JALAN LINGKAR TIMUR II)

Tugas Akhir ini telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Tugas Akhir dan Komprehensif dan diterima sebagai syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Nama : Abdullah Mu'izzu
NPM : 1500822201084
Hari/Tanggal : Jum'at/18 Februari 2022
Jam : 08.00 WIB s/d Selesai
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Batanghari

PANITIA PENGUJI

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua Sidang	: Ir. H. Azwarman, MT	
Sekretaris	: Susiana, ST, MT	
Penguji I	: Dr. Ir. H. Ansori, M. Das, M.Eng	
Penguji II	: Wari Dony, ST, MT	
Penguji III	: Emelda Raudhah, ST, MT	

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. H. Fakhru Razi Yamali, ME


Elyira Handayani, ST, MT

MOTTO

"Wahai orang-orang yang beriman! Masuklah ke dalam Islam secara keseluruhan, dan janganlah kamu ikuti langkah-langkah setan. Sungguh, ia musuh yang nyata bagimu"

{2:208}

"Dan hendaklah di antara kamu ada segolongan orang yang menyeru kepada kebajikan, menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar. Dan mereka itulah orang-orang yang beruntung"

{3:104}

"Ya Tuhan kami, janganlah Engkau condongkan hati kami kepada kesesatan setelah Engkau berikan petunjuk kepada kami, dan karuniakanlah kepada kami rahmat dari sisi-Mu, sesungguhnya Engkau Maha Pemberi"

{3:8}

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, atas rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Karya ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yang telah sangat bersabar dalam menunggu selesainya karya ini, serta do'anya untuk kemudahan dalam penyelesaian karya ini. dan untuk saudara-saudara yang saya sayangi yang telah memberikan dukungan yang tak terhitung jumlahnya kepada saya baik moril maupun materi. Serta dengan tulus saya ucapkan terima kasih pada teman-teman Micin Squad Generation, tanpa kalian tak akan saya temukan penghujung dari perjuangan ini. Dan terima kasih kepada perempuan sekaligus harapan dan berbagai pihak yang tak bisa saya sebutkan satu per satu, tanpa kalian tak akan dapat selesai karya ini.

SURAT PERNYATAAN

TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abdullah Mu'izzu
NPM : 1500822201084
Prodi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
Judul Skripsi/TA : ANALISA SIMPANG EMPAT BERSINYAL STUDI
KASUS JALAN YOS SUDARSO - JALAN JEMBATAN
BATANGHARI II - JALAN PELABUHAN TALANG
DUKU - JALAN LINGKAR TIMUR

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi/Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri, dan bukan merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain. Maka dari itu saya bersedia mempertanggungjawabkan sendiri bahwa Skripsi/Tugas Akhir ini benar keasliannya.

Apabila ternyata dikemudian hari ternyata tidak benar, saya bersedia menerima sanksi yang diberikan Fakultas Teknik atau Universitas berdasarkan aturan tata tertib di Universitas/Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Demikian Pernyataan ini Saya Buat Sendiri dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan dari siapapun.

Jambi, 18 Februari 2022

Penulis,

Abdullah Mu'izzu



**ANALISIS SIMPANG EMPAT BERSINYAL (STUDI KASUS JALAN
YOS SUDARSO – JALAN JEMBATAN BATANGHARI II – JALAN
PELABUHAN TALANG DUKU – JALAN LINGKAR TIMUR II)**

Abdullah Mu'izzu

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari

Email : abdullahmuizzu19@gmail.com

ABSTRAK

Kemacetan yang terjadi pada simpang empat sijenjang karena lebar badan jalan yang kurang sehingga tidak mampu menampung volume kendaraan. Dalam menganalisis kinerja simpang empat sijenjang dibutuhkan yaitu karakteristik lalulintas yang meliputi volume, panjang antrian, dan tundaan pada simpang empat sijenjang. Dengan observasi secara langsung pada lokasi penelitian sesuai dengan keadaan di lapangan yaitu volume lalu lintas, lebar jalan, lebar bahu jalan, waktu sinyal dan perilaku lalu lintas. serta data yang diperoleh dari literatur, juga data yang diperoleh dari instansi yang terkait yang berhubungan dengan penelitian yaitu data peta lokasi studi, data jumlah penduduk dan jumlah kendaraan bermotor Berdasarkan hasil analisis, tingkat pelayanan simpang. pada tingkat pelayanan E, yaitu pada pendekat Jl. Lingkar Timur II dan Jl. Jembatan Batanghari II. Sedangkan untuk dua lainnya yaitu Jl. Pelabuhan Talang Duku dan Jalan Yos Sudarso berda pada tingkat pelayanan D dimana tundaan kendaraan pada lengan simpang ≤ 80 detik/smp yang mana kondisi lalu lintas jenuh dan kecepatan mulai rendah. Beberapa upaya dapat dilakukan sebagai alternatif penanganan simpang salah satunya ialah perubahan geometri jalan dengan cara penambahan lebar lajur dan pengurangan hambatan samping dengan memindahkan pedagang kaki lima ke lokasi yang lebih nyaman.

Kata Kunci : kemacetan 1, karakteristik lalulintas 2, Tingkat Pelayanan 3.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Simpang Empat Bersinyal (Studi Kasus Jalan Yos Sudarso – Jalan Jembatan Batanghari II – Jalan Pelabuhan Talang Duku – Jalan Lingkar Timur II)” dapat penulis selesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini merupakan persyaratan akademis yang harus diselesaikan mahasiswa guna memenuhi persyaratan kurikulum untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada program (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak. dan pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME, Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Drs. G. M. Saragih, M. Si, selaku Wakil Dekan I
3. Bapak Ir. H. Azwarman, MT selaku Wakil Dekan II
4. Bapak Ir. H. Myson, MT selaku Wakil Dekan III
5. Ibu Elvira Handayani, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
6. Bapak Dr. Ir. Amsori M.Das, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I
7. Ibu Susiana, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II

8. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Batanghari yang telah memberikan ilmu pengetahuannya kepada penulis serta seluruh Staff Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Semoga bantuan serta bimbingan yang telah diberikan baik secara langsung maupun tidak langsung dapat menjadi amal ibadah yang diterima Allah Subhanahu wata'ala.

Penulis menyadari bahwa penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekeliruan dan kekurangan, dari itu penulis menerima dengan senang hati adanya masukan dan kritik dari semua pihak untuk menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir ini dikemudian hari.

Jambi, Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Simpang Bersinyal.....	4
2.1.1. Pengendalian Pada Simpang Bersinyal	4
2.2. Lampu Lalu Lintas (<i>traffic light</i>)	5
2.3. Tipe – Tipe Simpang	6
2.4. Karakteristik Arus Lalu lintas	7
2.4.1. Arus Lalu Lintas.....	10
2.4.2. Arus Jenuh.....	11
2.4.3. Faktor Penyesuaian (F)	12
2.4.4. Rasio Arus.....	14
2.4.5. Waktu Siklus	15
2.4.6. Waktu Hijau	16
2.4.7. Waktu siklus yang disesuaikan	16

2.4.8. Rasio Hijau.....	17
2.4.9. Kapasitas	17
2.4.10. Derajat Kejenuhan.....	18
2.4.11. Panjang Antrian.....	18
2.4.12. Angka Henti	19
2.4.13. Rasio Kendaraan Terhenti.....	20
2.4.14. Tundaan.....	20
2.5. Hambatan Samping	22
2.6. Tingkat Pelayanan Jalan.....	25
2.7. Penelitian Terdahulu	26
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Lokasi Penelitian	28
3.2. Peralatan penelitian	29
3.3. Jadwal Pencarian Data.....	30
3.4. Pengumpulan Data.....	30
3.4.1. Jenis Data	30
3.4.2. Surveyor.....	31
3.4.3. Formulir Survey.....	31
3.5. Bagan Alir Penelitian	32
 BAB IV ANASLISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Geometrik Lokasi Studi	33
4.2 Karakteristik Lalu Lintas	33
4.2.1 Data Arus Lalu Lintas.....	33
4.2.2 Rasio Kendaraan Belok Kiri (P_{LT}).....	38
4.2.3 Rasio Kendaraan Belok Kanan (P_{RT})	39
4.2.4 Rasio Kendaraan Tak Bermotor (P_{UM})	40
4.3 Penentuan Waktu Sinyal.....	41
4.3.1 Arus Jenuh Dasar.....	41
4.3.2 Faktor Penyesuaian.....	42
4.3.2.1 Faktor Koreksi Ukuran Kota F_{CS}	42
4.3.2.2 Faktor Koreksi Hambatan Samping F_{SF}	42

4.3.2.3 Faktor Koreksi Belok Kanan F_{RT}	43
4.3.2.4 Faktor Koreksi Belok Kiri F_{LT}	43
4.3.2.5 Faktor Penyesuaian Kelandaian F_G	44
4.3.2.6 Faktor Koreksi Parkir F_P	44
4.3.3 Nilai Arus Jenuh (S)	45
4.3.4 Rasio Arus	45
4.3.5 Rasio Fase PR.....	46
4.3.6 Waktu Siklus C_{ua}	46
4.3.7 Waktu Hijau.....	47
4.3.8 Rasio Hijau G_R	49
4.4 Kinerja Simpang	49
4.4.1 Kapasitas.....	49
4.4.2 Derajat Kejenuhan (DS)	50
4.4.3 Panjang Antrian	51
4.4.4 Angka Henti (NS).....	52
4.4.5 Tundaan	53
4.4.5.1 Tundaan Lalu Lintas (DT)	53
4.4.5.2 Tundaan Geometri (DG)	53
4.5 Evaluasi Kinerja Simpang	54
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tipe simpang 3 lengan	6
Gambar 2.2	Tipe simpang 4 lengan	7
Gambar 2.3	Konflik-konflik utama dan kedua pada simpang bersinyal dengan empat lengan.....	9
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian.....	28
Gambar 3.2	Sketsa Lokasi Penelitian	29
Gambar 3.3	Bagan Alir Penelitian	32
Gambar 4.1	Arus Lalu Lintas Pada Simpang	36
Gambar 4.2	Pengaturan Waktu Sinyal.....	47
Gambar 4.3	Pengaturan Waktu Sinyal Berdasarkan Perhitungan.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik dasar arus lalu lintas	8
Tabel 2.2 Ekvivalen mobil penumpang jalan perkotaan terbagi	8
Tabel 2.3 Ekvivalen mobil penumpang jalan perkotaan tak terbagi	9
Tabel 2.4 Konversi kendaraan ringan, kendaraan berat, serta sepeda motor terhadap satuan mobil penumpang	10
Tabel 2.5 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})	12
Tabel 2.6 Faktor Hambatan Samping (F_{SF})	13
Tabel 2.7 Waktu siklus direkomendasikan untuk berbagai situasi	16
Tabel 2.8 Efisiensi Hambatan Samping	24
Tabel 2.9 Kelas Hambatan Samping	24
Tabel 2.10 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas	25
Tabel 2.11 Nilai tingkat pelayanan	26
Tabel 4.1 Data Geometrik Lokasi	33
Tabel 4.2 Ekvivalen Mobil Penumpang (E_{mp})	34
Tabel 4.3 Data Arus Lalu Lintas Senin, 20 Desember 2021	34
Tabel 4.4 Data Arus Lalu Lintas Kamis, 23 Desember 2021	35
Tabel 4.5 Data Arus Lalu Lintas Sabtu, 25 Desember 2021	35
Tabel. 4.6 Rekapitulasi Jam Puncak Arus Lalu Lintas (kend/jam)	37
Tabel. 4.7 Rekapitulasi Jam Puncak Arus Lalu Lintas (smp/jam)	38
Tabel. 4.8 Nilai Arus lalu lintas (Q)	38
Tabel 4.9 Rasio Kendaraan Belok Kiri (PLT)	39

Tabel 4.10 Rasio Kendaraan Belok Kanan (P_{RT}).....	40
Tabel 4.11 Data Rekapitulasi Jam Puncak Arus Lalu Lintas (kend/jam)	40
Tabel 4.12 Rekapitulasi Arus Lalu Lintas Kendaraan Tak Bermotor.....	41
Tabel 4.13 Rasio Kendaraan Tak Bermotor (P_{UM})	41
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar S_0	42
Tabel 4.15 Faktor Koreksi Ukuran Kota F_{CS}	42
Tabel 4.16 Hasil Penyesuaian Hambatan Samping F_{SF} Pada Tiap Pendekat...	43
Tabel 4.17 Nilai Faktor Koreksi Belok Kanan F_{RT}	43
Tabel 4.18 Nilai Faktor Koreksi Belok Kanan F_{LT}	44
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Nilai Arus Jenuh.....	45
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Rasio Arus	45
Tabel 4.21 Nilai Rasio Fase PR	46
Tabel 4.22 Nilai Nominal Waktu Antar Hijau	46
Tabel 4.23 Konfigurasi Waktu Sinyal.....	47
Tabel 4.24 Waktu Lalu Lintas Hijau (gi).....	48
Tabel 4.25 Konfigurasi Waktu Sinyal Hasil Perhitungan.....	48
Tabel 4.26 Perhitungan Rasio Hijau (GR)	49
Tabel 4.27 Perhitungan Kapasitas (C)	50
Tabel 4.28 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)	50
Tabel 4.29 Rekapitulasi Hasil Eksisting	50
Tabel 4.30 Perhitungan Panjang Antrian	52

Tabel 4.31 Perhitungan Angka Henti dan Rasio Kendaraan Terhenti	52
Tabel 4.32 Perhitungan Tundaan	53
Tabel 4.33 Parameter Kinerja Simpang Pada Tiap Pendekat	54

DAFTAR NOTASI

C	: Kapasitas
c	: Waktu siklus yang disesuaikan
C_{ua}	: Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal
D	: Tundaan
DG	: Tundaan geometrik rata-rata
DS	: Derajat kejenuhan
DT	: Tundaan lalu lintas rata-rata
EMP	: Ekuivalen mobil penumpang
F	: Faktor penyesuaian
F_{CS}	: Faktor ukuran kota
F_G	: Faktor kelandaian
F_{LT}	: Faktor berganti arah ke kiri
F_P	: Faktor parkir
FR	: Rasio arus
F_{RT}	: Faktor berganti arah ke kanan
F_{SF}	: Faktor hambatan samping
g	: Waktu hijau
GR	: Rasio hijau
HV	: <i>Heavy vehicles</i> (kendaraan berat)
IFR	: Rasio arus pada simpang
Kend	: Kendaraan
L_p	: Jarak henti kendaraan yang parkir pertama
LTI	: Jumlah waktu hilang total per siklus
LV	: <i>Light vehicles</i> (kendaraan ringan)
MC	: <i>Motor cycle</i> (Sepeda Motor)
N_{SV}	: Kendaraan terhenti
NQ	: Jumlah antrian

NQ_1	: Jumlah satuan mobil penumpang yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
NQ_2	: Jumlah smp yang tiba selama fase merah
P_{LT}	: Rasio pengemudi kendaraan belok ke kiri
PR	: Rasio fase
P_{RT}	: Rasio pengemudi kendaraan belok ke kanan
P_{SV}	: Rasio kendaraan terhenti
Q	: Volume arus lalu lintas
QL	: Panjang antrian
Q_{LV}	: Arus kendaraan ringan
Q_{HV}	: Arus kendaraan berat
Q_{MC}	: Arus sepeda motor
S	: Arus jenuh
S_0	: Arus jenuh dasar
SMP	: Satuan mobil penumpang
UM	: <i>Unmotorized</i> (Kendaraan Tak Bermotor)
V	: Kecepatan
W_a	: Lebar pendekat
W_c	: Lebar jalur lalu lintas
W_e	: Lebar pendekat efektif

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Jambi ialah kota dengan penduduk cukup padat. Menurut data Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi, jumlah penduduk di kota Jambi pada tahun 2020 mencapai 600 ribu jiwa. Hal tersebut menyebabkan kebutuhan kendaraan bermotor juga meningkat. Direktorat Lalulintas Polda Jambi menyebutkan kendaraan bermotor di Provinsi Jambi yaitu meliputi, mobil penumpang, mobil bus, mobil barang, serta sepeda motor mencapai jumlah 2,1 juta kendaraan. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor tersebut jika tidak diiringi dengan peningkatan prasarana yang cukup akan menimbulkan konflik lalu lintas yang dapat menghambat mobilitas masyarakat dan akan berpengaruh pada lambatnya pertumbuhan ekonomi. Konflik serta kemacetan lalu lintas tersebut sering terjadi pada persimpangan jalan, terutama pada saat jam-jam sibuk pada pagi dan sore hari.

Simpang empat Sijenjang yang meliputi: Jl. Yos Sudarso – Jl. Jembatan Batanghari II – Jl. Pelabuhan Talang Duku – Jl. Lingkar Timur II, Jambi Timur, Kota Jambi merupakan salah satu dari persimpangan jalan yang tidak luput dari masalah kemacetan. Hal ini terjadi karena persimpangan jalan tersebut merupakan akses utama yang menghubungkan Kota Jambi dengan beberapa Kabupaten yaitu, Kabupaten Tanjung Jabung Timur serta Kabupaten Muaro Jambi. Hal ini makin dipersulit dengan adanya pasar tradisional yang beroperasi pada bahu jalan dan berada di ruas jalan Lingkar Timur II. Dimana jalan tersebut merupakan akses utama bagi kendaraan bermuatan besar yang akan melalui jalan Pelabuhan Talang Duku untuk melakukan aktifitas bongkar muat di pelabuhan. Selain hal-hal tersebut, aktifitas pertokoan, pedesaan yang padat penduduk, serta kurangnya kesadaran masyarakat mematuhi rambu-rambu lalu lintas juga memberi sumbangsih yang signifikan atas terjadinya kemacetan, konflik, dan tundaan pada persimpangan jalan tersebut.

Kemacetan yang terjadi pada simpang empat Sijenjang juga terjadi karena lebar badan jalan yang kurang, sehingga tak mampu menampung volume kendaraan berukuran besar. Mengacu pada permasalahan pada persimpangan jalan di atas sangat perlu dilakukan analisa mengenai kinerja simpang 4 bersinyal Sijenjang tersebut, guna mengatasi masalah kemacetan lalu lintas.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap kinerja simpang empat Sijenjang dengan judul “Analisa Simpang Empat Bersinyal Studi Kasus Jalan Yos Sudarso – Jalan Jembatan Batanghari II – Jalan Pelabuhan Talang Duku – Jalan Lingkar Timur II”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar Belakang yang sudah dipaparkan maka masalah dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Bagaimana menganalisa kinerja simpang empat bersinyal Sijenjang.
2. Bagaimana kondisi kemacetan lalulintas yang terjadi pada simpang empat Sijenjang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis karakteristik lalulintas yang meliputi, volume, panjang antrian, dan tundaan pada simpang empat bersinyal Sijenjang.
2. Untuk mencari solusi kemacetan lalulintas yang terjadi pada simpang empat bersinyal Sijenjang

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar fokus permasalahan dalam Studi analisis ini tidak meluas, maka penulis membuat beberapa batasan masalah, antar lain:

1. Penelitian yang akan dilakukan tidak memperhitungkan kecepatan dan hanya berfokus pada karakteristik lalulintas yang meliputi, volume, panjang antrian, dan tundaan persimpangan 4 bersinyal Sijenjang Kota Jambi, Studi kasus: Jl.

Yos Sudarso – Jl. Jembatan Batanghari II – Jl. Pelabuhan Talang Duku – Jl. Lingkar Timur II.

2. Analisa serta pembahasan pada masalah ini akan diselesaikan dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian pada simpang 4 bersinyal Sijenjang ini diharapkan bermanfaat:

1. Mengembangkan serta menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang simpang 4 bersinyal bagi pembaca.
2. Sebagai bahan kajian untuk pengembangan peneliti lain.
3. Sebagai bahan evaluasi kinerja simpang 4 bersinyal dan penerapan ilmu yang diperoleh di bangku perkuliahan untuk penulis

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal (*signalised intersection*) merupakan simpang yang di atur oleh lampu lalu lintas tanpa terkecuali, dari kendaraan bermotor, kendaraan tidak bermotor, hingga pejalan kaki. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) simpang bersinyal adalah suatu persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengatur sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*).

Simpang bersinyal merupakan persimpang yang dikendalikan oleh lampu lalu lintas. Sinyal lalu lintas meliputi semua peralatan pengaturan lalu-lintas yang menggunakan tenaga listrik, rambu dan marka jalan untuk mengarahkan atau mempertimbangkan pengendara kendaraan bermotor, sepeda dan pejalan kaki. (Oglesby dan Hiks, 1982)

2.1.1 Pengendalian Pada Simpang Bersinyal

Konflik antar arus lalu lintas diatur dengan sinyal lampu lalu lintas, konflik ini dapat diminimalisir dengan memberi jalan satu arus lalu lintas, konflik tersebut akan membuat hambatan yang signifikan terhadap arus lalu lintas dari sisi lain persimpangan dan secara keseluruhan menyebabkan penggunaan simpang menjadi tidak efisien. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi penggunaan simpang tanpa mengurangi perhatian pada aspek keselamatan, perlu diperhatikan aliran beberapa arus secara bersamaan.

Ada beberapa kriteria yang membuat sebuah simpang harus memiliki sinyal atau isyarat lalu lintas:

1. Pada persimpangan sering terjadi kecelakaan lalu lintas
2. Pada periode waktu 8 jam dalam satu hari persimpangan tersebut digunakan lebih dari 175 pejalan kaki.
3. Pada periode waktu 8 jam dalam satu hari persimpangan tersebut memiliki arus lalu lintas minimal sebanyak 750 kend/jam.

4. Pada persimpangan membuat hambatan arus lalu-lintas lebih dari 30 detik

2.2 Lampu Lalu Lintas (*traffic light*)

Lampu lalu lintas menurut Oglesby dan Hicks (1982) merupakan segala alat-alat pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik kecuali lampu kedip, rambu, dan marka jalan, sebagai pengarah atau peringatan pengendara kendaraan bermotor, pengendara sepeda hingga pejalan kaki.

Lampu lalu lintas adalah sinyal yang beroperasi menggunakan tenaga listrik, setiap satu tiang lampu terdiri dari beberapa warna; yaitu merah, kuning dan hijau. Merah berarti pengguna jalan harus berhenti dan kuning berarti pengguna jalan boleh pergi jika pengguna jalan lain tidak bisa menggunakan lalu lintas jalan. Hijau berarti pengguna jalan dapat berjalan di jalan. Lampu lalu lintas harus ditempatkan di luar jalan masuk atau di atas persimpangan sehingga tidak menghalangi lalu lintas.

Menurut MKJI 1997, maksud dan tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas (*traffic light*) pada persimpangan adalah:

- a. Untuk menghilangkan kemacetan pada persimpangan karena adanya konflik arus lalulintas, sehingga kapasitas lalulintas yang baik dapat dipertahankan, walaupun dalam kondisi lalu-lintas jaam puncak.
- b. Agar kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang yang lain atau jalan minor dapat melalui jalan utama.
- c. Untuk meminimalisir kecelakaan lalulintas akibat hantaman antar kendaraan dari arah yang berlawanan.

Menurut MKJI 1997 terdapat 3 macam cara kerja lampu lalu lintas (*traffic light*) sebagai berikut.

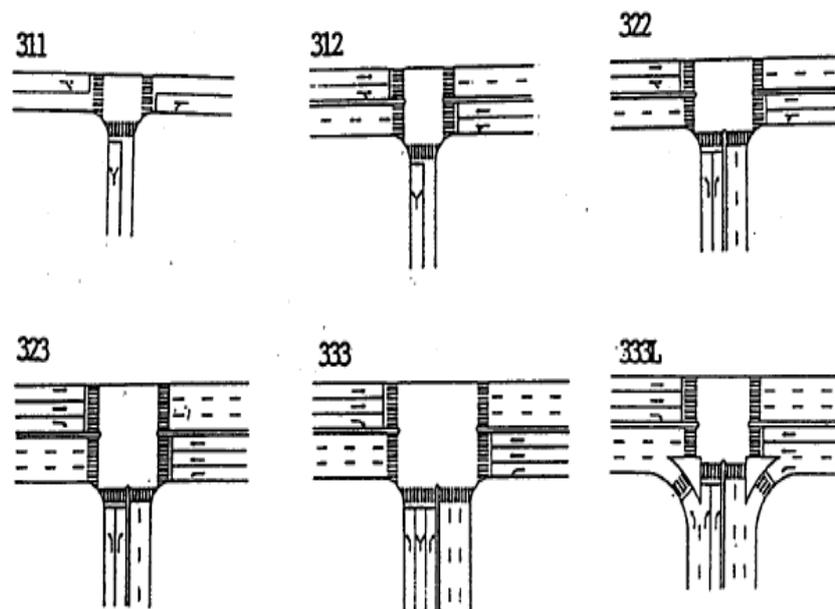
1. *Pretimed Operation*, merupakan pengoperasian lampu lalu lintas dalam putaran konstan dimana tiap siklus sama dan panjang serta periode tetap.
2. *Semi Actuated Operations*, pada cara kerja isyarat lampu lalu lintas ini, jalan utama selalu berisyarat hijau hingga alat pendeteksi pada jalan samping menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada satu atau sisi samping jalan tersebut.

3. *Full Actuated Operations*, pada cara kerja isyarat lampu lalu lintas ini semua periode lampu lalu lintas dikontrol dengan alat detektor, sehingga panjang siklus untuk tiap periodenya berubah-ubah tergantung dari permintaan yang dideteksi oleh detektor.

2.3 Tipe – Tipe Simpang

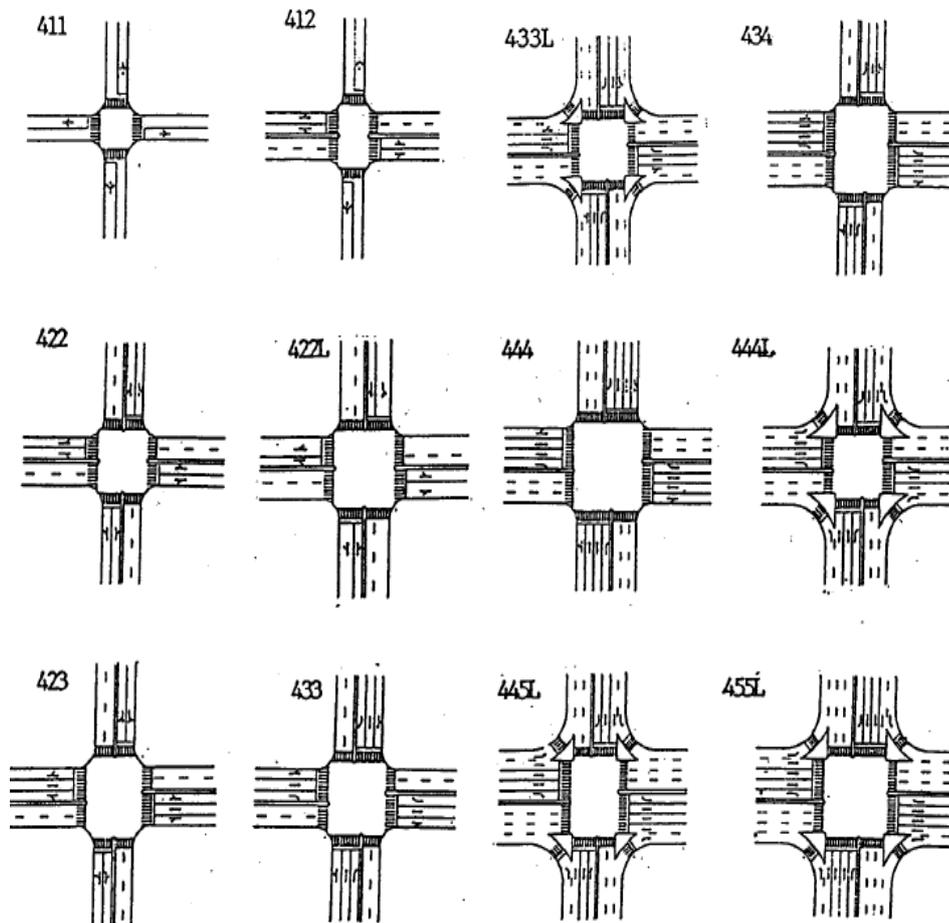
Morlok (1978) mengatakan spesifikasi utama dari transportasi jalan raya adalah bahwa semua pengemudi bebas memilih rute dalam jaringan prasarana jalan yang ada, oleh sebab itu, persimpangan harus disediakan agar pengemudi merasa nyaman dan aman, dan arus lalu lintas yang dimaksudkan untuk berpindah dari satu bagian jalan ke bagian lain menjadi efisien. Pada umumnya persimpangan adalah pertemuan 3 atau 4 ruas jalan yang memiliki macam-macam tipe karakteristik.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) ada berbagai tipe-tipe standar persimpangan:



Gambar 2.1 Tipe simpang 3 lengan

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997



Gambar 2.2 Tipe simpang 4 lengan

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.4 Karakteristik Arus Lalu lintas

Arus lalu lintas adalah interaksi yang unik antara pengendara, kendaraan, dan jalan. Arus pada suatu ruas jalan tertentu selalu bervariasi dan unik karena pada ruas jalan tersebut arus lalu lintas yang sama tidak terjadi bahkan untuk kendaraan yang sama. Namun, diperlukan parameter yang dapat mewakili keadaan ruas jalan atau yang akan digunakan untuk merancang arus lalu lintas. Parameter tersebut adalah volume (Q), kecepatan (V), kepadatan (D). Hal yang sangat penting untuk dapat merancang dan mengoperasikan sistem transportasi dengan tingkat efisiensi dan keselamatan yang paling baik (Yunianta, 2006). Karakteristik dasar arus lalu lintas dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 : Karakteristik dasar arus lalu lintas.

No	Karakteristik Arus Lalu Lintas	Mikroskopik (Individu)	Makroskopik (Kelompok)
1	Arus	Waktu yang ditempuh	Tingkat Arus
2	Kecepatan	Kecepatan Individu	Kecepatan rata-rata
3	Kepadatan	Jarak yang ditempuh	Tingkat kepadatan (<i>Density Rate</i>)

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

Semakin banyak volume lalu lintas di suatu jalan, semakin besar ukuran ruas jalan yang dibutuhkan. Kondisi lokasi harus dipantau dengan cermat sebelum volume lalu lintas ditentukan untuk tujuan perencanaan dan perancangan jalan. Karakteristik lalu lintas pada suatu lokasi belum tentu sama dengan lokasi lain dalam suatu kota, apalagi kalau kota tersebut berbeda. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk merencanakan suatu fasilitas lalulintas pada suatu lokasi. Suatu volume yang *overestimate* akan membebani jaringan jalan raya dan mengalami kemacetan, sehingga memerlukan pengembangan pula. Untuk menentukan kapasitas suatu jalan dengan menghitung volume lalu lintas perjam pada jam-jam puncak arus sibuk, maka data volume kendaraan arus lalulintas (per arah 2 total) harus dikonversi ke satuan mobil penumpang (SMP) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 untuk jalan perkotaan terbagi dan Tabel 2.3 untuk jalan perkotaan tak terbagi.

Tabel 2.2 : Ekivalen mobil penumpang jalan perkotaan terbagi.

Tipe jalan satu arah dan jalan terbagi	Arus lalu lintas (kend/jam)	EMP	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1)	0	1,3	0,40
Empat lajur terbagi (4/2D)	>1050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1,3	0,40
Enam lajur terbagi (6/2D)	>1100	1,2	0,25

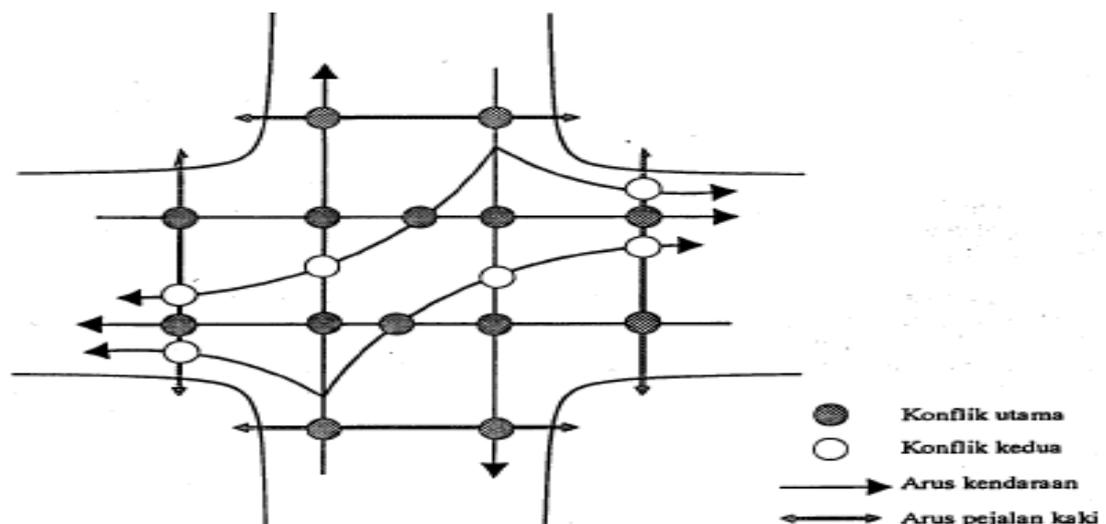
Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

Tabel 2.3 : Ekvivalen mobil penumpang jalan perkotaan tak terbagi.

Tipe jalan tak terbagi	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	Emp		
		HV	MC	
			Lebar jalur lalulintas Wc (m)	
			≤ 6	≥ 6
Dua lajur tak terbagi (2/2UD)	0	1,3	0,5	0,40
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2UD)	0	1,3	0,40	
	≥ 3700	1,2	0,25	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Pada sebuah persimpangan, khususnya persimpangan dengan 4 lengan jalan memiliki karakteristik arus lalu lintas yang berbeda, hal ini disebabkan oleh gerak belok kendaraan, aktifitas pejalan kaki yang ingin menyebrang jalan di persimpangan, serta bentuk dari fisik jalan yang berbeda. Karakteristik tersebut bisa menimbulkan konflik-konflik lalulintas bila tidak ada pengaturan serta pengendalian lalu lintas yang baik. Kondisi tersebut bisa dilihat dari gambar 2.3 konflik-konflik pada simpang bersinyal dengan 4 lengan menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997).



Gambar 2.3 Konflik-konflik utama dan kedua pada simpang bersinyal dengan empat lengan

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.4.1 Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas merupakan total kendaraan yang melewati suatu titik jalan pada durasi waktu tertentu dan diukur dengan menggunakan satuan mobil penumpang (smp/jam). Untuk mengukur arus lalu lintas (Q) semua arus kendaraan yang melalui lokasi penelitian harus dihitung, meliputi kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), serta sepeda motor (MC). Data yang didapat harus dikonversi dari satuan kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp/jam) dengan menggunakan ekivalen mobil penumpang (emp) untuk setiap arah pada ruas jalan yang akan dihitung.

Menurut Abubakar dan rekan-rekan (1995), ada 2 macam karakteristik arus lalu lintas:

1. Karakteristik Primer

Ada beberapa macam karakteristik mendasar arus lalu lintas, meliputi: volume, kecepatan, serta kepadatan.

2. Karakteristik Sekunder

Karakteristik sekunder merupakan jarak antara kendaraan satu dengan kendaraan lainnya, juga jarak waktu kendaraan yang melintas.

Tabel 2.4 Konversi kendaraan ringan, kendaraan berat, serta sepeda motor terhadap satuan mobil penumpang.

Jenis Kendaraan	Emp Untuk Tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

Arus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

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

Dimana:

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

Q_{LV} = Arus lalu lintas kendaraan ringan (kendaraan/jam)

Q_{HV} = Arus lalu lintas kendaraan berat (kendaraan/jam)

Q_{MC} = Arus lalu lintas sepeda motor (kendaraan/jam)

emp_{HV} = emp kendaraan berat

emp_{MC} = emp sepeda motor

2.4.2 Arus Jenuh (S)

Arus jenuh ialah arus maksimum pada titik persimpangan ketika sinyal lalu lintas berwarna hijau. Hal ini disebabkan banyaknya kendaraan pribadi pada waktu-waktu tertentu, terutama pada jam-jam sibuk, yang seringkali menyebabkan kemacetan lalu lintas. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) menyebutkan, arus jenuh dasar ialah arus jenuh pada kondisi biasa, menggunakan faktor penyesuaian (F) untuk mempersempit sebenarnya, dari serangkaian keadaan (ideal) yang telah ditentukan sebelumnya. Lihat pada persamaan 2.2 dan persamaan 2.3 untuk menentukan arus jenuh dan arus jenuh dasar dengan tipe terlindung (P).

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (2.2)$$

$$S_0 = 780 \times We \quad (2.3)$$

Dimana:

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

F_{CS} = Faktor ukuran kota

F_{SF} = Faktor hambatan samping

F_G = Faktor kelandaian

F_P = Faktor parkir

F_{RT} = Faktor berganti arah ke kanan

F_{LT} = Faktor berganti arah ke kiri

We = Lebar pendekat efektif

2.4.3 Faktor Penyesuaian (F)

Menurut MKJI (1997) faktor penyesuaian adalah unsur koreksi untuk menyesuaikan nilai ideal dari suatu objek persimpangan yang akan diteliti dengan nilai sebenarnya.

Untuk nilai dasar arus jenuh untuk dua jenis pendekat terlindung (P) dan terlawan (O) Faktor penyesuaian meliputi :

1. Faktor ukuran Kota (Fcs)

Besaran populasi penduduk yang bermukim pada suatu wilayah perkotaan yang diteliti. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) telah membuat tabel acuan faktor penyesuaian kota (Fcs) yang dapat dilihat dalam tabel 2.5.

Tabel 2.5 Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Jumlah penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)
<0,1	0,82
0,1 – 0,5	0,83
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
>3,0	1,05

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2. Faktor lingkungan atau hambatan samping (Fsf)

Hubungan kegiatan arus lalu lintas dengan aktivitas pada tepi jalan pada kawasan persimpangan yang menyebabkan penyempitan pada arus jenuh di dalam pendekat. Faktor hambatan samping tersebut dapat dilihat pada tabel 2.6 Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997)

Tabel 2.6 Faktor Hambatan Samping (F_{SF})

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Phase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	>0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

3. Faktor jarak parkir tepi jalan (F_p)

Faktor parkir tepi jalan diselesaikan menggunakan persamaan berikut:

$$F_p = \frac{[L_p/3 - (W_a - 2) \times (L_p/3 - g) / W_a]}{g} \quad (2.4)$$

Dimana:

F_p = Faktor jarak parkir tepi jalan

W_a = Lebar pendekat (m)

g = Waktu hijau (detik)

L_p = Jarak henti kendaraan yang parkir pertama (m)

4. Faktor berganti arah ke kanan (F_{RT})

Unsur koreksi pada pengemudi yang berbelok arah ke kanan pada persimpangan yang di teliti, dapat diselesaikan dengan menghitung menggunakan persamaan 2.5 (untuk tipe pendekat terlindung, tanpa median dan jalan dua arah):

$$F_{RT} = 1 + P_{RT} \times 0,26 \quad (2.5)$$

Dimana:

P_{RT} = Rasio pengemudi kendaraan belok ke kanan

5. Faktor berganti arah ke kiri (F_{LT})

Unsur koreksi pada pengemudi yang berbelok arah ke kiri pada persimpangan yang di teliti, dapat diselesaikan dengan menghitung menggunakan persamaan 2.6 (pada tipe pendekat terlindung, tanpa median dan jalan dua arah):

$$F_{LT} = 1 - P_{LT} \times 0,16 \quad (2.6)$$

Dimana :

P_{LT} = Rasio pengemudi kendaraan belok ke kiri

2.4.4 Rasio Arus

Rasio arus pada lalu lintas adalah hubungan matematis antara volume suatu arus lalu lintas dan arus lalu lintas lainnya. Hal ini dibutuhkan untuk mendapatkan perbandingan kepadatan arus lalu lintas dalam periode waktu yang berbeda. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) Rasio arus terhadap arus jenuh pada suatu pendekat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$FR = Q/S \quad (2.7)$$

Dimana:

FR = Rasio arus

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

S = Arus jenuh

Untuk mendapatkan nilai rasio arus pada simpang (IFR) dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$IFR = \sum FR_{crit} \quad (2.8)$$

Dimana:

IFR = Rasio arus pada simpang

FR_{CRIT} = Rasio arus kritis

Untuk mendapatkan nilai rasio fase (PR) dari berbagai macam fase dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$PR = \frac{FR_{CRIT}}{IFR} \quad (2.9)$$

Dimana:

PR = Rasio fase

FR_{CRIT} = Rasio arus kritis

IFR = Rasio arus simpang

2.4.5 Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu urutan antar sinyal diawal lampu hijau pada pendekat yang sama. Waktu siklus juga berarti waktu yang diperlukan untuk melewati suatu pendekat. Pada umumnya waktu yang diperlukan akan bervariasi dari siklus ke siklus walaupun pengendara mengemudi pada kecepatan yang normal dan seragam. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) waktu siklus yang terlalu rendah bisa menyebabkan pejalan kaki kesulitan menyebrang jalan, jika waktu siklus terlalu lama, mengakibatkan antrian kendaraan akan meningkat dan akan terjadi tundaan pada pendekat, yang mengurangi atau mempersempit kapasitas simpang. Untuk mencari nilai waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal pada pendekat dapat menggunakan rumus:

$$C_{ua} = \frac{(1.5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)} \quad (2.10)$$

Dimana:

C_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang total per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang

Tabel 2.7 Waktu siklus direkomendasikan untuk berbagai situasi

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
Pengaturan dua-fase	40 – 80
Pengaturan tiga-fase	50 – 100
Pengaturan empat-fase	80 – 130

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

Pada tabel 2.7 Persimpangan dengan lebar lengan kurang dari 10 meter akan menggunakan waktu siklus yang lebih rendah atau lebih pendek.

2.4.6 Waktu Hijau

Manual Kapasitas Jalan Indonesia(1997) menjelaskan bahwa waktu hijau adalah saat lampu lalu lintas hijau menyala.

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (2.11)$$

Dimana:

g_i = Waktu lalu lintas hijau (detik)

PR_i = Rasio fase $FR_{CRIT}/\Sigma FR_{CRIT}$

Durasi lampu lalulintas hijau yang kurang dari 10 detik mesti dihindari, sebab bisa membuat pengemudi kendaraan bermotor melanggar lampu lalu lintas merah dan berakibat pejalan kaki menjadi kesulitan untuk menyebrangi jalan.

2.4.7 Waktu Siklus Yang Disesuaikan

Waktu siklus yang dikoreksi mesti dihitung dari waktu lampu hijau yang diterima, dibulatkan ke atas dan kemudian ditambahkan ke nilai total waktu siklus yang hilang.

$$c = \Sigma g + LTI \quad (2.12)$$

Dimana:

c = Waktu siklus yang dikoreksi (detik)

Σg = Total waktu lampu lalulintas hijau (detik)

LTI = Total waktu yang hilang per siklus

2.4.8 Rasio Hijau

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia(1997) Rasio hijau adalah nilai perbandingan waktu sinyal hijau dengan waktu siklus dalam satu pendekat.

$$GR = g/c$$

Dimana:

- GR = Rasio hijau
- g = Waktu hijau (detik)
- c = Waktu siklus (detik)

2.4.9 Kapasitas

Kapasitas menurut umum bisa didefinisikan sebagai kapabilitas atau kemampuan ruas jalan dalam menampung volume lalu lintas yang ideal pada satu waktu tertentu, yang dinyatakan sebagai jumlah volume kendaraan yang melewati satu ruas jalan tertentu dalam satu jam (kend/jam), satuan mobil penumpang digunakan sebagai satuan kendaraan dalam perhitungan kapasitas, maka kapasitas menggunakan satuan mobil penumpang per satu jam atau (smp/jam). Faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan yaitu:

- a. Kapasitas yang mempengaruhi kapasitas jalan adalah ukuran lajur atau jalur, median jalan, bahu jalan, dan ada tidaknya sekat/pembatas di luar kawasan perkotaan atau di luar kota.
- b. Kapasitas jalan antar kota dipengaruhi oleh ukuran jalan tersebut, arah lalu lintas tersebut serta hambatan samping.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia(1997) Kemampuan persimpangan dalam menampung kendaraan harus dihitung dalam tiap-tiap pendekat serta kelompok lajur dalam tiap-tiap pendekat, yang dinyatakan dalam rumus:

$$C = S \times GR \tag{2.13}$$

Dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- S = Arus jenuh (smp/jam hijau)
- GR = Rasio hijau

2.4.10 Derajat Kejenuhan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia(1997) derajat kejenuhan (DS) diartikan sebagai rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, dan digunakan sebagai faktor penentu kinerja jalan dalam mempertimbangkan tundaan dan ruas jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan jika ada masalah dengan kapasitas lengan jalan . Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (2.14)$$

Dimana:

- DS = Derajat kejenuhan
- Q = Arus lalu lintas (smp/jam)
- C = Kapasitas (smp/jam)

2.4.11 Panjang Antrian

Menurut MKJI (1997) Antrian didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat simpang dan dinyatakan dalam kendaraan atau satuan mobil penumpang. Panjang antrian didefinisikan banyaknya kendaraan bermotor dan tidak bermotor di persimpangan tiap jalur saat lampu merah menyala. Untuk menghitung jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya digunakan hasil dari perhitungan derajat kejenuhan yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dengan persamaan sebagai berikut :

Apabila derajat kejenuhan (DS) > 0,5 :

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \quad (2.15)$$

Dimana:

- NQ_1 = Total smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
- DS = Derajat kejenuhan
- C = Kapasitas (smp/jam)

Untuk $DS < 0,5$; $NQ_1 = 0$

Untuk menghitung total antrian selama dalam fase merah (NQ_2):

$$NQ_2 = c \cdot \frac{1-GR}{1-GR.DS} \cdot \frac{Q_{masuk}}{3600} \quad (2.16)$$

Dimana:

NQ_2 = Total smp yang tiba selama dalam fase merah

GR = Rasio hijau

c = Waktu siklus (detik)

Q_{masuk} = Arus lalu lintas yang masuk di luar LTOR (smp/jam)

Untuk menghitung total kendaraan antrian dapat menggunakan rumus:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (2.17)$$

Untuk mendapatkan nilai panjang antrian (QL), Peneliti harus mendapatkan nilai jumlah antrian maksimum (NQ_{maks}) lalu nilai tersebut dikalikan luas rata rata yang dipergunakan per smp ($20m^2$) dan dibagi dengan lebar masuk (W_{masuk}).

$$QL = NQ_{maks} \times \frac{20}{W_{masuk}} \quad (2.18)$$

Dimana:

QL = Panjang antrian

NQ_{maks} = Jumlah antrian maksimum

W_{masuk} = Lebar masuk

2.4.12 Angka Henti

Angka berhenti merupakan total kendaraan yang berhenti dihitung per satuan mobil penumpang, total tersebut juga terhitung kendaraan yang berhenti sebelum mencapai garis henti simpang. Angka henti tiap pendekat didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp. Nilai angka henti diperoleh dengan persamaan berikut:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad (2.19)$$

Dimana:

NS = Angka henti

NQ = Jumlah antrian

c = Waktu siklus (detik)

Q = Arus lalulintas (smp/jam)

2.4.13 Rasio Kendaraan Terhenti

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) Rasio kendaraan terhenti merupakan sebuah rasio dari arus lalu lintas yang berhenti terpaksa sebelum mencapai garis henti yang disebabkan pengendalian sinyal. Untuk menapatkan nilai kendaraan terhenti dapat menggunakan rumus:

$$N_{SV} = Q \times NS \quad (2.20)$$

Dimana:

N_{SV} = Kendaraan terhenti

Q = Arus lalulintas (smp/jam)

NS = Angka henti

2.4.14 Tundaan

Tundaan adalah durasi tempuh tambahan yang dibutuhkan untuk dapat melewati sebuah persimpangan jika dibandingkan dengan durasi tempuh tanpa melewati sebuah persimpangan.

Di dalam arus lalulintas, ada 2 macam tipe tundaan:

1. Tundaan arus lalulintas

Tundaan arus lalulintas merupakan durasi waktu tunggu disebabkan adanya interaksi lalulintas dengan pergerakan lalulintas yang berlawanan. Tundaan lalulintas rata-rata dapat diperoleh dengan persamaan:

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \quad (2.21)$$

Dimana:

DT = Tundaan lalu lintas rata-rata (detik/smp)

c = Waktu siklus yang telah disesuaikan (detik)

DS = Derajat kejenuhan

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

GR = Rasio Hijau

2. Tundaan geometrik

Penyebab dari tundaan geometrik adalah perlambatan dan percepatan pengemudi yang membelok kendaraannya pada sebuah simpang atau berhenti di lampu merah. Untuk menentukan nilai tundaan geometrik bisa menggunakan rumus:

$$DG = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4) \quad (2.22)$$

Dimana:

DG = Tundaan geometrik (detik/smp)

P_{SV} = Rasio kendaraan berhenti di kaki simpang = (NS)

P_T = Rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang

Tundaan rata-rata pada tiap pendekat merupakan total keseluruhan total dari tundaan arus lalulintas rata-rata serta tundaan geometrik tiap pendekat. Untuk menentukan nilai tundaan rata-rata masing-masing pendekat bisa dihitung dengan persamaan:

$$D = DT + DG \quad (2.24)$$

Dimana:

D = Tundaan masing-masing pendekat (detik/smp)

DT = Tundaan rata-rata lalulintas tiap pendekat (detik/smp)

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

Setelah semua nilai tundaan diperoleh, nilai total tundaan bisa digunakan rumus:

$$D_{TOT} = D \times Q \quad (2.25)$$

Dimana:

D_{TOT} = Tundaan total (smp/detik)

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

Q = Arus lalulintas (smp/jam)

2.5 Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan pengaruh kapasitas lalu lintas akibat aktivitas samping yang berdampak signifikan terhadap kelancaran lalu lintas. Hambatan samping juga merupakan analisis di jalan Indonesia yang sangat kompleks. Di sebuah negara yang maju hambatan samping cukup dihitung dengan lebar bahu segmen jalan. Banyaknya kegiatan samping jalan yang sering menyebabkan permasalahan lalu lintas, namun di Indonesia hal itu tidak cukup karena banyak faktor lain yang menyebabkan hambatan samping terjadi di Indonesia.

Menurut MKJI (1997) hambatan samping merupakan efek terhadap kinerja lalu lintas dari kegiatan samping jalan seperti:

1. Faktor Pejalan Kaki.

Aktivitas pejalan kaki merupakan faktor yang mempengaruhi nilai hambatan samping, terutama di mana terdapat aktivitas masyarakat yakni pusat perbelanjaan. Jumlah pejalan kaki yang menyebrang dan berjalan pada samping jalan juga mengakibatkan kecepatan kendaraan terganggu serta menurun. Hal tersebut juga diperburuk dengan kurangnya kesadaran pejalan kaki yang menggunakan infrastruktur jalan yang ada, seperti jembatan penyebrangan dan juga trotoar.

2. Faktor kendaraan parkir dan berhenti

Minimnya lapangan parkir yang cukup untuk kendaraan mengakibatkan kendaraan berhenti atau parkir di bahu jalan. Kendaraan yang diparkir atau diparkir di pinggir jalan dapat menghambat kelancaran arus lalu lintas jika kepadatan lalu lintas di kawasan tersebut relatif tinggi. Parkir kendaraan di bahu jalan dan berhenti di bahu jalan akan mempengaruhi kapasitas lebar jalan, dimana kapasitas jalan akan semakin padat karena penuh dengan kendaraan yang parkir.

3. Faktor kendaraan masuk/keluar pada samping jalan

Besarnya jumlah kendaraan masuk dan keluar di samping jalan juga dapat menyebabkan macam-macam masalah arus lalu lintas perkotaan. aktifitas masyarakat yang intensitasnya tinggi serta jika kepadatan lalu lintas di kawasan tersebut relatif tinggi, hal ini dapat mengakibatkan konflik terhadap kelancaran arus lalulintas. Kendaraan yang melewati jalan tersebut menjadi terganggu dan dapat menimbulkan hambatan.

4. Faktor kendaraan lambat

Becak, gerobak, dan sepeda merupakan jenis kendaraan yang lamban. Kecepatan kendaraan yang bergerak lambat di jalan dapat menghambat pergerakan kendaraan melalui bagian jalan. oleh sebab itu lambannya kendaraan yang bergerak ialah salah satu aspek yang mempengaruhi nilai kelas hambatan samping. Hambatan samping ialah kegiatan di samping jalan yang menyebabkan , mempengaruhi arus lalu lintas, dan mengurangi efektivitas fungsi jalan. Pejalan kaki yang berjalan sembarangan atau tidak menggunakan prasarana pejalan kaki menghentikan sementara lalu lintas untuk menunggu kendaraan yang lewat saat pejalan kaki menyeberang. Perlu pengendalian kegiatan di sisi jalan agar tidak menghambat kelancaran arus lalu lintas karena kapasitas jalan berkurang akibat bertambahnya waktu tempuh di ruas jalan akibat hilangnya waktu yang dibutuhkan karena kendaraan berhenti dan menunggu (Anna yuniarti, 2003)

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), Ada beberpa aspek yang perlu diperhatikan dalam menentukan kelas hambatan samping, efisiensi hambatan samping, serta faktor penyesuaian kapasitas berdasarkan lebar jalur lalulintas yang dapat dilihat dalam tabel 2.8, tabel 2.9, dan tabel 2.10.

Tabel 2.8: Efisiensi Hambatan Samping

Hambatan Samping	Simbol	Faktor Bobot
Pejalan kaki	PED	0,5
Kendaraan Umum dan Kendaraan Berhenti	PSV	1,0
Kendaraan masuk dan keluar dari sisi jalan	EEV	0,7
Kendaraan lambat	SMV	0,4

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.9 Kelas Hambatan Samping

Frekuensi Berbobot Kejadian	Kondisi Khusus	Kelas Hambatan	
<100	Pemukiman, hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
100-299	Pemukiman, beberapa angkutan umum, dan lain-lain	Rendah	L
300-499	Daerah industri, perkantoran, dan pendidikan dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500-899	Daerah niaga dengan aktifitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
>900	Daerah niaga dengan aktifitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi	VH

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Tabel 2.10: Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (Wc)(m)	FCw
Empat lajur terbagi atau jalan satu arah	Per Lajur	
	3.00	0.92
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.04
Empat lajur tak terbagi	Per Lajur	
	3.00	0.92
	3.25	0.96
	3.50	1.00
	3.75	1.05
Dua lajur tak terbagi	Total 2 Arah	
	5	0.56
	6	0.87
	7	1.00
	8	1.14
	9	1.25
	10	1.29
11	1.34	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

2.6 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat pelayanan merupakan ukuran kualitas pelayanan suatu jalan. Dimana rasio hubungan antara volume dengan kapasitas yang dipakai. Tingkat pelayanan berfungsi buat menggambarkan sebuah keadaan yang terpengaruh oleh

kecepatan, waktu tempuh kebebasan manuver, hambatan lalulintas, serta kenyamanan dan keselamatan pengemudi. Tingkat pelayanan *Level Of Service* kebanyakan dipakai sebagai ukuran ukuran efek pembatas dari peningkatan lalu lintas. Nilai tingkat pelayanan jalan atau *Level Of Service* dapat ditunjukkan oleh tabel 2.11.

Tabel 2.11: Nilai tingkat pelayanan

No	Tingkat Pelayanan	$D=V/C$	Kecepatan Ideal (Km/Jam)	Kondisi/Keadaan Lalu Lintas
1	A	<0.04	>60	Lalu lintas lengang, kecepatan bebas
2	B	0.04-0.24	50-60	Lalu lintas agak ramai, kecepatan menurun
3	C	0.25-0.54	40-50	Lalu lintas ramai, kecepatan terbatas
4	D	0.55-0.80	35-40	Lalu lintas jenuh, kecepatan mulai rendah
5	E	0.81-1.00	30-35	Lalu lintas mulai macet, kecepatan rendah
6	F	>1.00	<30	Lalu lintas macet, kecepatan rendah sekali

Sumber : *Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*

2.7 Penelitian Terdahulu

1. William Noferi, (2021). Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jalan Depati Purbo Dan Jalan KH. A. Majid : Permasalahn pada simpang tersebut selain kemacetan saat jam sibuk dan tidak berfungsinya lampu lalu lintas dengan tundaan rata-rata (D) 54,983 det/smp, serta terajat kejenuhan (DS) cukup tinggi 0,87.
2. Risna Rismiana Sari, (2015). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Secara Teoritis Dan Praktis : Pergerakan pada simpang berputar sesuai dengan

perputaran arah jarum jam. Sinyal yang digunakan adalah sinyal dengan tiga warna dengan urutan merah – hijau – kuning. Waktu siklus berdasarkan hasil observasi adalah 143 detik dan prediksi berdasarkan perhitungan dengan MKJI 1997 adalah 132 detik.

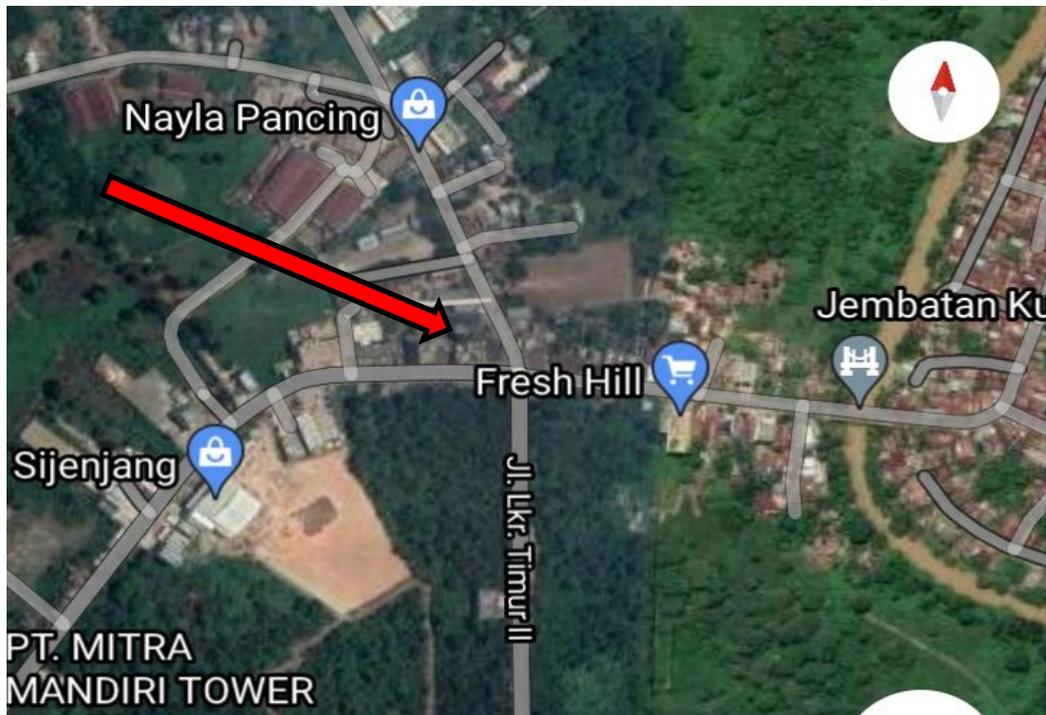
3. Andi Syaiful Amal, (2019). Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Persimpangan Jalan Raya Mojoagung – Jalan Raya Sumobito – Jalan Raya Mojowarno : Alternatif untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan mengurangi derajat kejenuhan yaitu mengubah fase yang terjadi antara pukul 16.30 – 17.30 WIB sebanyak 4430 smp/jam. Dari hasil analisa pada lokasi studi didapatkan hasil derajat kejenuhan ukuran kinerja simpang yaitu pendekat Utara 0,75 pendekat Barat 0,89 pendekat Selatan 0,78 pendekat Timur 0,94, serta nilai rata-rata tundaan simpang 47,31 det/smp, berdasarkan ukuran parameter maka kinerja simpang menunjukkan pelayanan tingkat E.
4. Fatmawati, dkk, (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Dengan Metode MKJI dan *Sidra Intersection* : Berdasarkan evaluasi kinerja simpang dengan metode MKJI diperoleh nilai LoS F pada semua lengan pendekat dengan waktu tundaan rata-rata sebesar 122 detik/smp. Dari hasil evaluasi simpang nantinya akan digunakan sebagai pertimbangan dalam membuat rekomendasi upaya perbaikan kinerja simpang.
5. Mayang Mustika, (2015). Studi Evaluasi Pengaruh Simpang Bersinyal Terhadap Kemacetan Lalu Lintas Di Ruas Jalan Bendungan Sigura Depan Kampus Institut Teknologi Nasional Malang : Usulan solusi permasalahan kemacetan di simpang Sigura Gura Malang adalah mengoptimalkan waktu siklus, mengurangi hambatan samping dan menambah geometrik 4.00 m untuk akses Barat dan 1.50 m untuk akses Selatan dan pendekat Utara

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

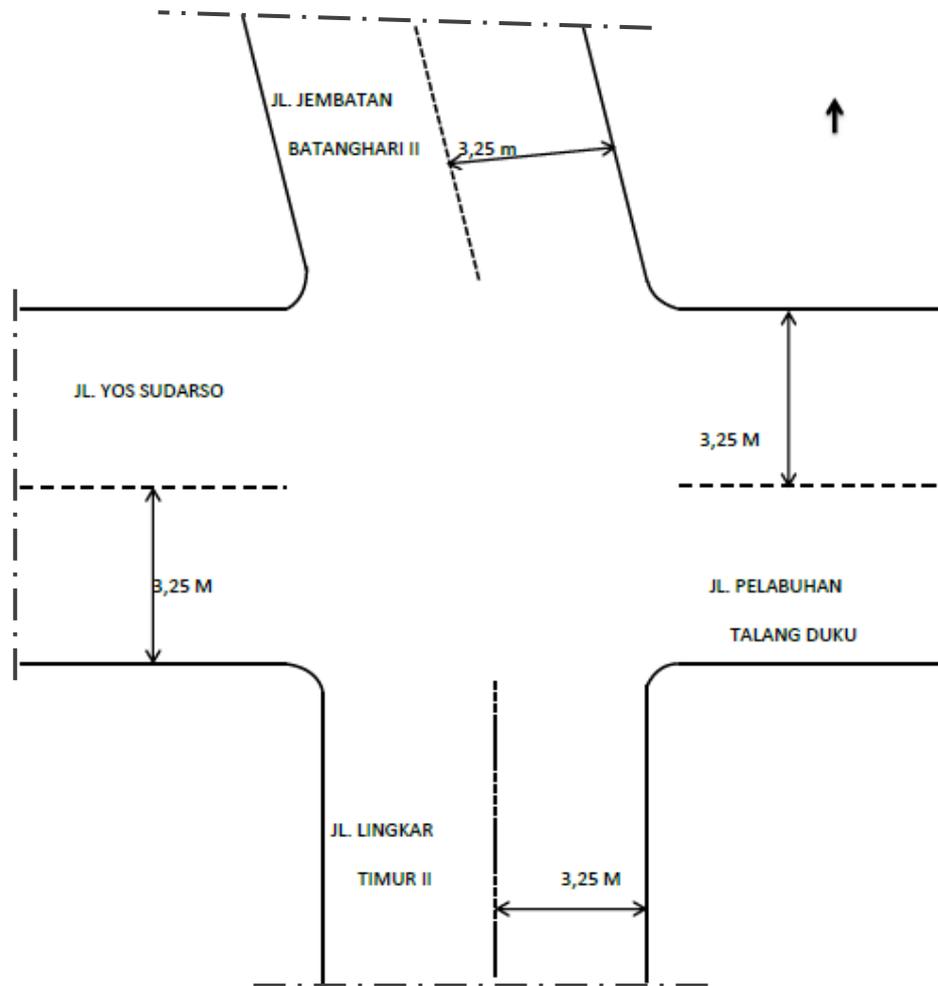
3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi studi ini berada di bagian Timur Kota Jambi pada simpang Sijenjang, yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Muaro Jambi dan merupakan jalan utama untuk menuju Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Hal ini dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Sumber: Google Maps, 2021



Gambar 3.2 Sketsa Lokasi Penelitian

Sumber : Analisis Data, 2021

3.2 Peralatan penelitian

Alat-alat yang dibutuhkan dalam studi ini antara lain :

1. Meteran gulung, berguna untuk mengukur bagian jalan, yakni dimensi jalan dan ruang milik jalan.
2. Meteran dorong (*roll meter*), berguna untuk mengukur panjang jalan
3. Peralatan menulis, berguna untuk mencatat semua data penelitian
4. Formulir survey, berguna untuk memudahkan peneliti untuk membedakan data survey.

5. Alat penghitung (*counter*), berguna untuk mempermudah menghitung jumlah kendaraan yang melalui lokasi penelitian.
6. Kamera dan tripod, guna untuk merekam arus lalu lintas

3.3 Jadwal Pencarian Data

Pencarian data dilakukan dalam waktu 3 hari untuk mewakili hari-hari pada satu pekan, yaitu pada hari senin yang merupakan hari awal pekan, untuk mewakili hari pertengahan pekan maka dipilih hari kamis, dan pada akhir pekan yaitu hari sabtu. Dimulai pada pukul 07.00 – 09.00 WIB dimana masyarakat memulai aktivitas, berlanjut pada jam 11.00 – 13.00 WIB adalah waktu istirahat, dan diakhiri pada jam 16.00 – 18.00 WIB ialah waktu masyarakat mulai kembali dari aktivitas masing-masing.

Pemilihan waktu survey ini berdasarkan observasi yang telah dilakukan dalam kurun waktu satu pekan. Dari hasil pengamatan, waktu survey yang telah dipilih adalah waktu yang tepat karena lonjakan volume lalu-lintas pada hari itu sangat signifikan dari hari-hari lainnya dan sangat baik untuk dilakukan pengamatan.

3.4 Pengumpulan Data

3.4.1 Jenis Data

Data-data yang diperlukan untuk penelitian ini dapat dengan mencari data primer dan data sekunder, yaitu:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui observasi secara langsung pada lokasi penelitian sesuai dengan keadaan lapangan. Data primer terdiri dari:

- a. Volume arus lalu lintas
- b. Lebar jalan
- c. Lebar bahu jalan
- d. Waktu sinyal
- e. Perilaku lalu lintas

2. Data Sekunder

Data sekunder ialah data yang diperoleh dari literatur, penelitian terdahulu juga data yang diperoleh dari instansi terkait yang berhubungan dengan penelitian:

- a. Peta lokasi studi
- b. Data jumlah penduduk Provinsi Jambi
- c. Data jumlah kendaraan bermotor Provinsi Jambi

3.4.2 Surveyor

Surveyor merupakan tenaga ahli berkompeten yang bertugas melakukan pengawasan atau pemeriksaan suatu pekerjaan lapangan. Dalam survey simpang empat bersinyal Sijenjang ini, dibutuhkan 10 orang surveyor yang akan dibagi menjadi 4 tim dengan 2 surveyor per masing-masing tim, serta 2 orang lagi untuk menjadi pengamat perilaku lalu lintas dan sebagai surveyor pengganti apabila surveyor lainnya membutuhkan pergantian akibat hal-hal tak terduga, berikut adalah bagian-bagian tim tersebut:

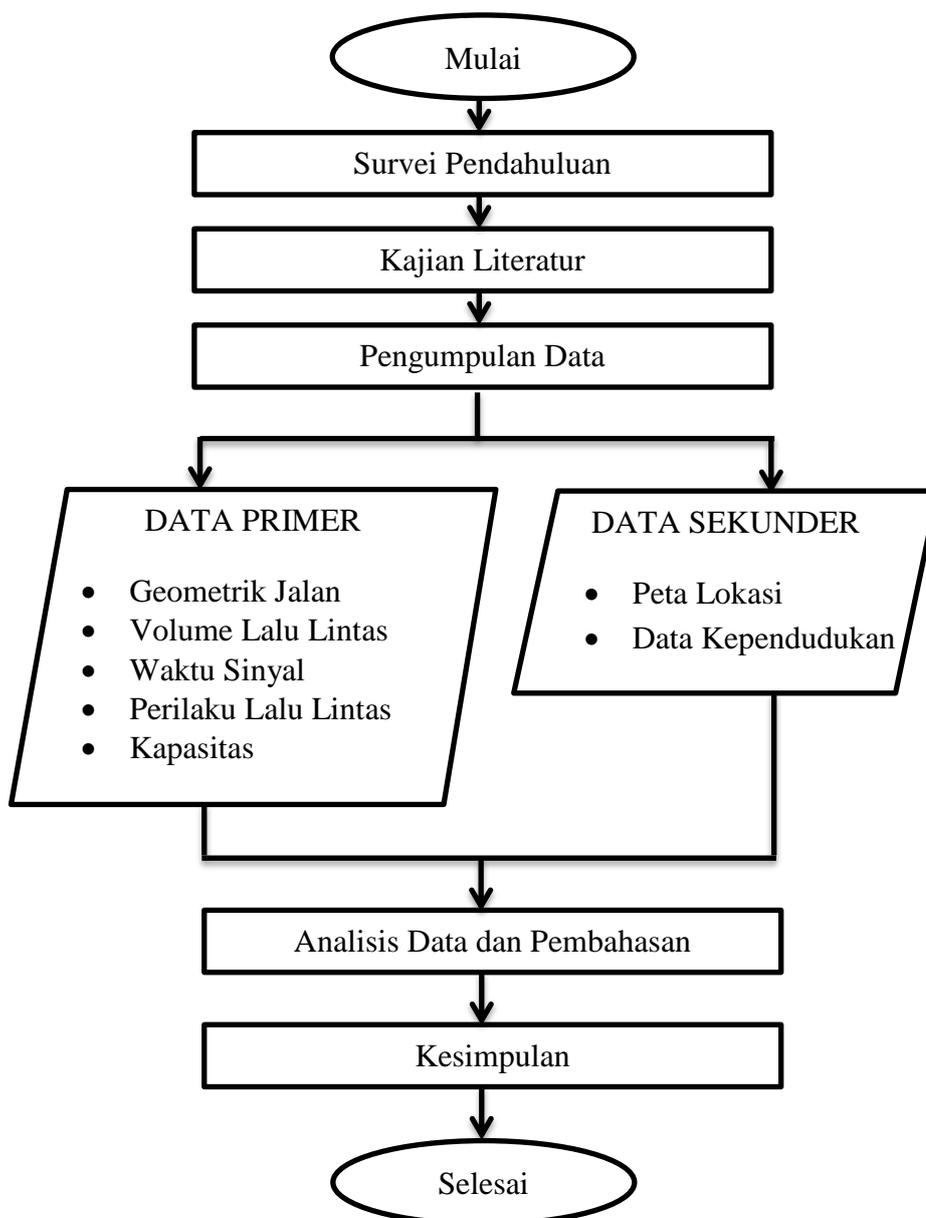
- a. 2 orang surveyor pada ruas jalan Yos Sudarso
- b. 2 orang surveyor pada ruas jalan Jembatan Batanghari II
- c. 2 orang surveyor pada ruas jalan Lingkar Timur II
- d. 2 orang surveyor pada ruas jalan Pelabuhan Talang Duku
- e. 2 orang surveyor sebagai pengamat perilaku lalulintas sekaligus sebagai surveyor pengganti.

3.4.3 Formulir Survey

Proses pencarian data lapangan pada analisis simpang empat bersinyal membutuhkan formulir survey, formulir survey ini berguna untuk mempermudah surveyor dalam merekapitulasi data lapangan dan memasukkannya sesuai kolom pada tabel formulir survey.

3.5 Bagan Alir Penelitian

Studi ini diawali dengan survey lapangan di simpang empat bersinyal Sijinjang dilanjutkan dengan studi literatur yang bersangkutan dengan studi kasus penelitian ini, dan kemudian mengumpulkan data primer dan sekunder. Agar penelitian ini lebih terarah dan sistematis maka dibuat bagan alir penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian

Sumber: Data Olahan Tugas Akhir, 2021

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Geometrik Lokasi Studi

Berdasarkan hasil pengamatan kondisi geometrik dan lingkungan simpang empat Jl. Lingkar Timur II, Jl. Jembatan Batanghari II, Jl. Pelabuhan Talang Duku dan Jl. Yos Sudarso maka diketahui bahwa keadaan lingkungan sekitar simpang termasuk ke dalam tipe komersial, sesuai dengan MKJI 1997. Dikatakan bahwa daerah komersial dikarenakan mayoritas di daerah tersebut terdapat rumah penduduk dan pertokoan. Data geometrik di lapangan seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Geometrik Lokasi

Data	Pendekat			
	Jl. Lingkar Timur II	Jl. Jembatan Batanghari II	Jl. Pelabuhan Talang Duku	Jl. Yos Sudarso
Total Lajur	1	1	1	1
Total Jalur	2	2	2	2
Lebar Jalan	6 m	6 m	6 m	6 m
Lebar Pendekat	3 m	3 m	3 m	3 m
Median	-	-	-	-

Sumber : Data Survei Lapangan 2021

4.2 Karakteristik Lalu Lintas

4.2.1 Data Arus Lalu Lintas

Berdasarkan dari hasil survei arus lalu lintas di wilayah penelitian dilakukan pengamatan secara langsung di lokasi. Pengamatan dilakukan pada pukul 07:00 s/d 09:00 WIB, 11:00 s/d 13:00 WIB, dan 16:00 s/d 18:00 WIB dengan interval waktu 15 menit selama 6 jam dilakukan selama 3 hari. Pengamatan arus lalu lintas dilakukan pada tiap lengan simpang, dan data yang peroleh berdasarkan pengamatan volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan (sepeda motor, kendaraan ringan, kendaraan berat) pada arah belok kiri (*left turn*), lurus (*srtaight*), dan belok kanan (*right turn*). Formulir pengamatan arus lalu lintas kendaraan dapat dilihat di lampiran.

Pengolahan arus kendaraan dengan menghitung semua kendaraan yang melewati titik pengamatan di setiap lengan persimpangan lokasi survei. Dasar perhitungan lalu lintas jam sibuk adalah dalam satuan mobil penumpang (smp). Perhitungan dari kend/jam ke smp/jam dihitung dengan menggunakan selang waktu 15 menit menjadi 1 jam sesuai ekivalen mobil penumpang (emp) yang tercantum MKJI (1997).

Tabel 4.2 Ekivalen Mobil Penumpang (Emp)

Jenis Kendaraan	Emp Berdasarkan Tipe Pendekat
	Terlindung
Kendaraan Bermotor (MC)	0.2
Kendaraan Ringan (LV)	1.0
Kendaraan Berat (HV)	1.3

Sumber : MKJI 1997

Tabel 4.3 Data Volume Lalu Lintas Senin, 20 Desember 2021

Waktu	Jl. Lingkar Timur II		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	533	231	288
11.00-13.00	515	168	300
16.00-18.00	925	244	230
Waktu	Jl. Jembatan Batanghari II		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	442	249	273
11.00-13.00	586	324	254
16.00-18.00	1075	369	161
Waktu	Jl. Pelabuhan Talang Duku		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	1185	318	400
11.00-13.00	1118	297	386
16.00-18.00	1796	285	241
Waktu	Jl. Yos Sudarso		
	MC (Kend/Jam)	LV (Kend/Jam)	HV (Kend/Jam)
07.00-09.00	1039	448	56
11.00-13.00	1262	392	68
16.00-18.00	1677	386	44

Sumber : Data Survei Lapangan 2021

Tabel 4.4 Data Volume Lalu Lintas Kamis, 23 Desember 2021

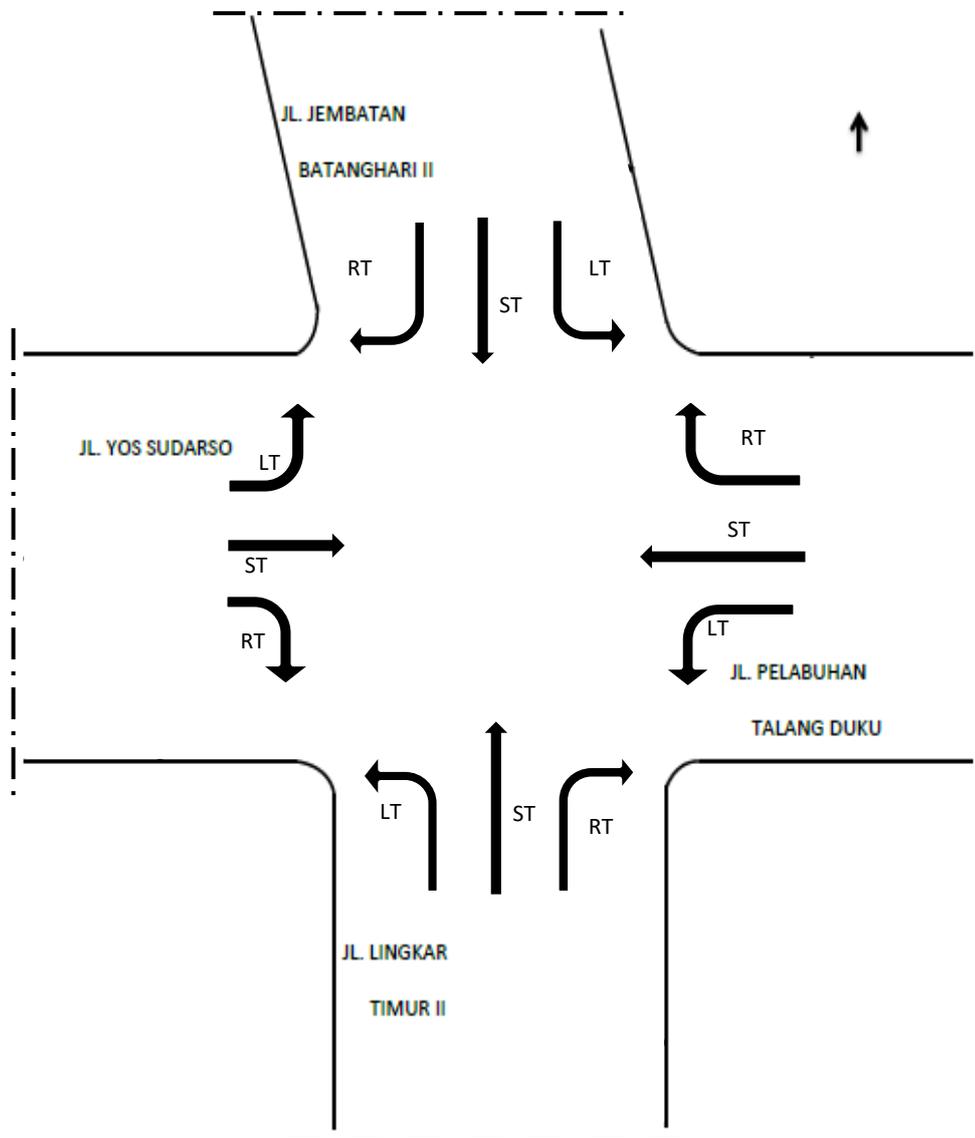
Waktu	Jl. Lingkar Timur II		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	520	248	246
11.00-13.00	512	293	286
16.00-18.00	900	396	292
Waktu	Jl. Jembatan Batanghari II		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	422	210	222
11.00-13.00	577	263	288
16.00-18.00	865	359	221
Waktu	Jl. Pelabuhan Talang Duku		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	1088	333	511
11.00-13.00	1177	281	443
16.00-18.00	1672	310	431
Waktu	Jl. Yos Sudarso		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	968	496	50
11.00-13.00	1173	387	60
16.00-18.00	1491	421	69

Sumber : Data Survei Lapangan 2021

Tabel 4.5 Data Volume Lalu Lintas Sabtu, 25 Desember 2021

Waktu	Jl. Lingkar Timur II		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	507	223	245
11.00-13.00	553	275	283
16.00-18.00	1116	322	250
Waktu	Jl. Jembatan Batanghari II		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	477	260	256
11.00-13.00	620	323	347
16.00-18.00	1020	398	179
Waktu	Jl. Pelabuhan Talang Duku		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	1214	397	649
11.00-13.00	1233	309	447
16.00-18.00	1824	303	282
Waktu	Jl. Yos Sudarso		
	MC (Ken/Jam)	LV (Ken/Jam)	HV (Ken/Jam)
07.00-09.00	990	487	56
11.00-13.00	1294	408	84
16.00-18.00	1754	470	66

Sumber : Data Survei Lapangan 2021



Gambar 4.1 Arus Lalu Lintas Pada Simpang

Berdasarkan pengamatan lalu lintas yang telah dilakukan pada hari Senin, 20 Desember 2021, Kamis, 23 Desember 2021, dan Sabtu, 25 Desember 2021 terlihat bahwa waktu puncaknya pukul 16.00-18.00 WIB pada Jl. Lingkar Timur II adalah Sabtu, 25 Desember 2021, Jl. Jembatan Batanghari II adalah Sabtu, 25 Desember 2021, Jl. Pelabuhan Talang Duku adalah Sabtu, 25 Desember 2021, dan Jl. Yos Sudarso adalah Sabtu, 25 Desember 2021. Selanjutnya data akan dianalisis berdasarkan volume lalu lintas jam puncak berdasarkan jenis dan arah gerak kendaraan dalam satuan kend/jam.

Tabel. 4.6 Rekapitulasi Jam Puncak Arus Lalu Lintas (Ken/Jam)

Arah	Arus Tiap Pendekat (kend/jam)											
	Jl. Lingkar Timur II			Jl. Jembatan Batanghari II			Jl. Pelabuhan Talang Duku			Jl. Yos Sudarso		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
LT	348	86	31	346	63	48	535	62	214	409	228	12
ST	395	165	135	357	143	108	984	209	31	1078	156	29
RT	373	71	84	317	192	23	305	32	37	267	86	25
ΣQ	1116	322	250	1020	398	179	1824	303	282	1754	470	66

Keterangan : MC = Kendaraan Sepeda Motor *LT = Turn Left* (Berbelok ke Kiri)
 LV = Kendaraan Ringan *ST = Srtaight* (lurus),
 HV = Kendaraan Berat *RT = Turn Right* (berbelok ke kanan)

Sumber : Data Survei Lapangan 2021

Data volume lalu lintas jam puncak (kend/jam) diubah ke (smp/jam) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{smp/jam} = \text{Emp} \times \text{Jumlah Kendaraan (Ken/Jam)} \quad (4.1)$$

contoh pengolahan rekapitulasi jam puncak arus lalu lintas

1. Sepeda motor (MC), nilai emp 0,2. Total MC belok kiri (LT) di Jl. Lingkar Timur II = 384 Kend/jam

$$\begin{aligned} \text{MC} &= 0,2 \times 384 \\ &= 68,6 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$
2. Kendaraan Ringan (LV), nilai emp 1,0. Total kendaraan ringan belok kiri (LT) pada Jl. Lingkar Timur II = 86 Kend/jam

$$\begin{aligned} \text{LV} &= 1,0 \times 86 \\ &= 86 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$
3. Kendaraan Berat (HV), nilai emp 1,3. Total kendaraan berat belok kiri (LT) pada Jl. Lingkar Timur II = 31 Kend/jam

$$\begin{aligned} \text{HV} &= 1,3 \times 31 \\ &= 40,3 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan lebih lanjut seperti ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel. 4.7 Rekapitulasi Jam Puncak Arus Lalu Lintas (smp/jam)

Tipe Kend. / emp	Arus Tiap Pendekat (smp/jam)											
	Jl. Lingkar Timur II			Jl. Jembatan Batanghari II			Jl. Pelabuhan Talang Duku			Jl. Yos Sudarso		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
MC / 0.2	69.6	79	74.6	69.2	71.4	63.4	107	196.8	61	81.8	215.6	53.4
LV / 1.0	86	165	71	63	143	192	62	209	32	228	156	86
HV / 1.3	40.3	175.5	109.2	62.4	140.4	29.9	278.2	40.3	48.1	15.6	37.7	32.5
Σ	195.9	419.5	254.8	194.6	354.8	285.3	447.2	446.1	141.1	325.4	409.3	171.9
Q_{MV}	870.2			834.7			1034.4			906.6		

Keterangan : MC = Arus sepeda motor HV = Arus kendaraan berat
 LV = Arus kendaraan ringan Q_{MV} = Total arus lalu lintas (smp/jam)

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

Untuk mendapatkan nilai volume lalu lintas (Q) dalam satuan smp/jam dapat dihitung menggunakan rumus 2.1 diketahui nilai emp berdasarkan tipe pendekat maka MC 0.2, LV 1.0 dan HV 1.3.

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

Contoh pengolahan arus lalu lintas (smp/jam) pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut : $Q = (86 + 165 + 71) + (31 + 135 + 84) \times 1,3 + (384 + 395 + 373) \times 0,2$
 $= 966,8$ smp/jam

Perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel. 4.8 Nilai Arus lalu lintas (Q)

Arus	Arus Tiap Pendekat											
	Jl. Lingkar Timur II			Jl. Jembatan Batanghari II			Jl. Pelabuhan Talang Duku			Jl. Yos Sudarso		
	Q_{MC}	Q_{LV}	Q_{HV}	Q_{MC}	Q_{LV}	Q_{HV}	Q_{MC}	Q_{LV}	Q_{HV}	Q_{MC}	Q_{LV}	Q_{HV}
ΣQ kend/jam	1116	322	250	1020	398	179	1824	303	282	1754	470	66
Q smp/jam	966.8			954.1			1125.3			1047.6		

Keterangan : Q_{MC} = Volume sepeda motor (ken/jam) Q_{HV} = Volume kendaraan berat (ken/jam)
 Q_{LV} = Volume kendaraan ringan (ken/jam) Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.2.2 Rasio Kendaraan Belok Kiri (P_{LT})

Untuk tiap-tiap pendekat rasio kendaraan yang berbelok kiri (P_{LT}) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$P_{LT} = \frac{\sum LT (smp/jam)}{\sum Q_{MV}(smp/jam)} \quad (4.3)$$

Dimana :

$\sum Q_{MV}$: Total arus lalu lintas

$\sum LT$: Total kendaraan belok kiri

Contoh pengolahan P_{LT} pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{LT} &= (195,9 \text{ smp/jam}) / (870,2 \text{ smp/jam}) \\ &= 0,2251 \end{aligned}$$

Perhitungan lebih lanjut terdapat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Rasio Kendaraan Belok Kiri (P_{LT})

Nama Pendekat	P_{LT}
Jl. Lingkar Timur II	0.2251
Jl. Jembatan Batanghari II	0.2331
Jl. Pelabuhan Talang Duku	0.4323
Jl. Yos Sudarso	0.3589

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.2.3 Rasio Kendaraan Belok Kanan (P_{RT})

Pada tiap-tiap pendekat rasio kendaraan berbelok kanan (P_{RT}) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$P_{RT} = \frac{\sum RT (smp/jam)}{\sum Q_{MV}(smp/jam)} \quad (4.3)$$

Dimana :

$\sum Q_{MV}$: Total arus lalu lintas

$\sum RT$: Total kendaraan belok kanan

Contoh pengolahan P_{RT} pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{RT} &= (254,8 \text{ smp/jam}) / (870,2 \text{ smp/jam}) \\ &= 0,2928 \end{aligned}$$

Perhitungan lebih lanjut terdapat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Rasio Kendaraan Belok Kanan (P_{RT})

Nama Pendekat	P_{RT}
Jl. Lingkar Timur II	0.2928
Jl. Jembatan Batanghari II	0.3418
Jl. Pelabuhan Talang Duku	0.1364
Jl. Yos Sudarso	0.1896

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.2.4 Rasio Kendaraan Tak Bermotor (P_{UM})

Untuk tiap-tiap pendekat rasio kendaraan tidak bermotor (P_{UM}) menggunakan persamaan berikut :

$$P_{UM} = \frac{\sum UM (kend/jam)}{\sum Q_{MV}(kend/jam)} \quad (4.4)$$

Dimana :

$\sum Q_{MV}$: Total arus lalu lintas dalam satuan kend/jam

$\sum UM$: Total kendaraan tak bermotor dalam satuan kend/jam

Tabel 4.11 Rekapitulasi Jam Puncak Volume Lalu Lintas (kend/jam)

Arah	Arus Tiap Pendekat (kend/jam)											
	Jl. Lingkar Timur II			Jl. Jembatan Batanghari II			Jl. Pelabuhan Talang Duku			Jl. Yos Sudarso		
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV
LT	348	86	31	346	63	48	535	62	214	409	228	12
ST	395	165	135	357	143	108	984	209	31	1078	156	29
RT	373	71	84	317	192	23	305	32	37	267	86	25
Σ	1116	322	250	1020	398	179	1824	303	282	1754	470	66
ΣQ_{MV}	1688			1597			2409			2290		

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

Berdasarkan pengamatan arus lalu lintas maka diketahui jam puncak pukul 16.00-18.00 WIB pada Jl. Lingkar Timur II adalah Sabtu, 25 Desember 2021, Jl. Jembatan Batanghari II adalah Sabtu, 25 Desember 2021, Jl. Pelabuhan Talang Duku adalah Sabtu, 25 Desember 2021, dan Jl. Yos Sudarso adalah Sabtu, 25 Desember 2021, nilai arus lalu lintas tak bermotor ditunjukkan pada tabel 4.12

Tabel 4.12 Rekapitulasi Arus Lalu Lintas Kendaraan Tak Bermotor

Arah	Arus Tiap Pendekat (kend/jam)			
	Jl. Lingkar Timur II	Jl. Jembatan Batanghari II	Jl. Pelabuhan Talang Duku	Jl. Yos Sudarso
	Q_{UM}	Q_{UM}	Q_{UM}	Q_{UM}
LT	0	0	0	0
ST	0	0	0	0
RT	0	0	0	0

Sumber : Data Survei Lapangan 2021

Dari hasil perhitungan rasio kendaraan tak bermotor P_{UM} menggunakan rumus 4.4 maka didapatkan hasil seperti tabel 4.13

Contoh pengolahan rasio kendaraan belok kiri pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$P_{UM} = (0 \text{ kend/jam}) / (1688 \text{ kend/jam})$$

$$= 0$$

Perhitungan lebih lanjut ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Rasio Kendaraan Tak Bermotor (P_{UM})

Nama Pendekat	P_{UM}
Jl. Lingkar Timur II	0
Jl. Jembatan Batanghari II	0
Jl. Pelabuhan Talang Duku	0
Jl. Yos Sudarso	0

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.3 Penentuan Waktu Sinyal

4.3.1 Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar ditetapkan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (We) 6 m, dapat dihitung dengan rumus 2.3 $S_0 = 780 \times We$

Contoh pengolahan arus jenuh dasar pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$S_0 = 780 \times 6$$

$$= 4680$$

maka diperoleh hasil perhitungan terdapat di Tabel 4.14

Tabel 4.14 Hasil Arus Jenuh Dasar (S_0)

Nama Pendekat	Nilai Arus Jenuh Dasar
Jl. Lingkar Timur II	4680
Jl. Jembatan Batanghari II	4680
Jl. Pelabuhan Talang Duku	4680
Jl. Yos Sudarso	4680

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.3.2 Faktor Penyesuaian

Menampilkan faktor koreksi penyesuaian dari nilai ideal variabel ke nilai sebenarnya

4.3.2.1 Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{CS})

Hal ini dapat dilihat pada tabel koreksi ukuran kota saat menentukan faktor ukuran kota. Berdasarkan jumlah penduduk di Jambi sebanyak 611.353 jiwa menurut Badan Pusat Statistik tahun 2020, faktor koreksi ukuran kota ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{CS})

Jumlah Penduduk (Juta Jiwa)	>3.0	1.0-3.0	0.5-1.0	0.1-0.5	<0.1
F_{CS}	1.05	1	0.94	0.83	0.82

Sumber : MKJI 1997

Dapat dilihat dari jumlah penduduk kota Jambi, maka nilai F_{CS} adalah 0.94

4.3.2.2 Faktor Koreksi Hambatan Samping (F_{SF})

Faktor koreksi hambatan samping ditentukan menurut tipe lingkungan jalan, tingkat hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor. Seperti yang terdapat pada Tabel 4.17

Berdasarkan tipe fase ialah terlindung serta kondisi lingkungan jalan komersial dan tingkat hambatan samping ditunjukkan pada Tabel 2.6. Maka nilai F_{SF} adalah 0.94

Tabel 4.16 Hasil Koreksi Hambatan Samping (F_{SF}) Pada Tiap Pendekat

Pendekat	Lingkungan jalan	Tingkat Hambatan	Tipe Fase	Q_{UM}	F_{SF}
Jl. Lingkar Timur II	Komersial	Sedang	Terlindung	0	0.94
Jl. Jembatan Batanghari II	Komersial	Sedang	Terlindung	0	0.94
Jl. Pelabuhan Talang Duku	Komersial	Sedang	Terlindung	0	0.94
Jl. Yos Sudarso	Komersial	Sedang	Terlindung	0	0.94

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.3.2.3 Faktor Koreksi Belok Kanan (F_{RT})

Untuk Mendapatkan nilai faktor koreksi kendaraan belok kanan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$F_{RT} = 1 + P_{RT} \times 0.26 \quad (4.5)$$

Diketahui :

P_{RT} = Rasio kendaraan belok kanan

Contoh pengolahan F_{RT} pada Jl. Lingkar Timur II yaitu :

$$\begin{aligned} F_{RT} &= 1 + 0,2928 \times 0.26 \\ &= 1,0761 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditunjukkan oleh Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Nilai Faktor Koreksi Belok Kanan F_{RT}

Nama Pendekat	F_{RT}
Jl. Lingkar Timur II	1.0761
Jl. Jembatan Batanghari II	1.0889
Jl. Pelabuhan Talang Duku	1.0355
Jl. Yos Sudarso	1.0493

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.3.2.4 Faktor Koreksi Belok Kiri (F_{LT})

Untuk Mendapatkan nilai faktor koreksi berbelok kiri dapat menggunakan persamaan di bawah ini :

$$F_{LT} = 1 + P_{LT} \times 0.26 \quad (4.6)$$

Diketahui :

P_{LT} = Rasio kendaraan belok kiri

Contoh pengolahan faktor koreksi belok kiri pada Jl. Lingkar Timur II ialah :

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 1 + 0,2251 \times 0.26 \\ &= 1,0585 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dilihat di Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Nilai Faktor Koreksi Belok Kanan (F_{LT})

Nama Pendekat	F_{LT}
Jl. Lingkar Timur II	1.0585
Jl. Jembatan Batanghari II	1.0606
Jl. Pelabuhan Talang Duku	1.1124
Jl. Yos Sudarso	1.0933

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.3.2.5 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Kondisi kelandaian tiap simpang adalah 0% maka nilai F_G ialah :

Jl. Lingkar Timur II	= 1.00
Jl. Jembatan Batanghari II	= 1.00
Jl. Pelabuhan Talang Duku	= 1.00
Jl. Yos Sudarso	= 1.00

4.3.2.6 Faktor Koreksi Parkir (F_P)

Kondisi pada setiap simpang tidak ada kendaraan terparkir maka nilai faktor parkir adalah sebagai berikut :

Jl. Lingkar Timur II	= 1.00
Jl. Jembatan Batanghari II	= 1.00
Jl. Pelabuhan Talang Duku	= 1.00
Jl. Yos Sudarso	= 1.00

4.3.3 Nilai Arus Jenuh (S)

Nilai arus jenuh dapat diselesaikan dengan persamaan 2.2

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Contoh pengolahan nilai arus jenuh pada Jl. Lingkar Timur II adalah :

$$\begin{aligned} S &= 4680 \times 0,94 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 1,0761 \times 1,0585 \\ &= 4710,53 \end{aligned}$$

Perhitungan lebih lanjut ditunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Hasil Nilai Arus Jenuh

Nama Pendekat	S (smp/jam hijau)
Jl. Lingkar Timur II	4710.53
Jl. Jembatan Batanghari II	4775.68
Jl. Pelabuhan Talang Duku	4763.22
Jl. Yos Sudarso	4744.04

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.3.4 Rasio Arus

Rasio arus terhadap arus jenuh dari suatu pendekat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7 $FR = Q/S$

Contoh pengolahan rasio arus pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} FR &= 966,8 / 4710,53 \\ &= 0,205 \end{aligned}$$

Perhitungan lebih lanjut ditunjukkan pada Tabel 4.20

Tabel 4.20 Nilai Rasio Arus

Nama Pendekat	FR
Jl. Lingkar Timur II	0.205
Jl. Jembatan Batanghari II	0.200
Jl. Pelabuhan Talang Duku	0.236
Jl. Yos Sudarso	0.221
Σ (IFR)	0.862

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.3.5 Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase (PR) dari berbagai macam fase dapat dihitung dengan menggunakan rumus $PR = FR_{CRIT} / IFR$

Contoh pengolahan rasio fase pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} PR &= 0,205 / 0,856 \\ &= 0,2381 \end{aligned}$$

Untuk nilai rasio fase ditunjukkan di Tabel 4.21

Tabel 4.21 Rasio Fase (PR)

Nama Pendekat	PR
Jl. Lingkar Timur II	0.2381
Jl. Jembatan Batanghari II	0.2317
Jl. Pelabuhan Talang Duku	0.2740
Jl. Yos Sudarso	0.2561

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

4.3.6 Waktu Siklus (C_{ua})

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) jika waktu siklus terlalu pendek, pejalan kaki mungkin mengalami kesulitan menyeberang jalan, dan jika waktu siklus terlalu lama, waktu tunggu kendaraan dan keterlambatan mendekat akan berkurang, sehingga mengurangi kapasitas penyeberangan. atau penyempitan. Nilai waktu nominal antara hijau ditunjukkan pada Tabel 4.22 dan pengaturan waktu sinyal ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.22 Waktu Nominal Antara Hijau

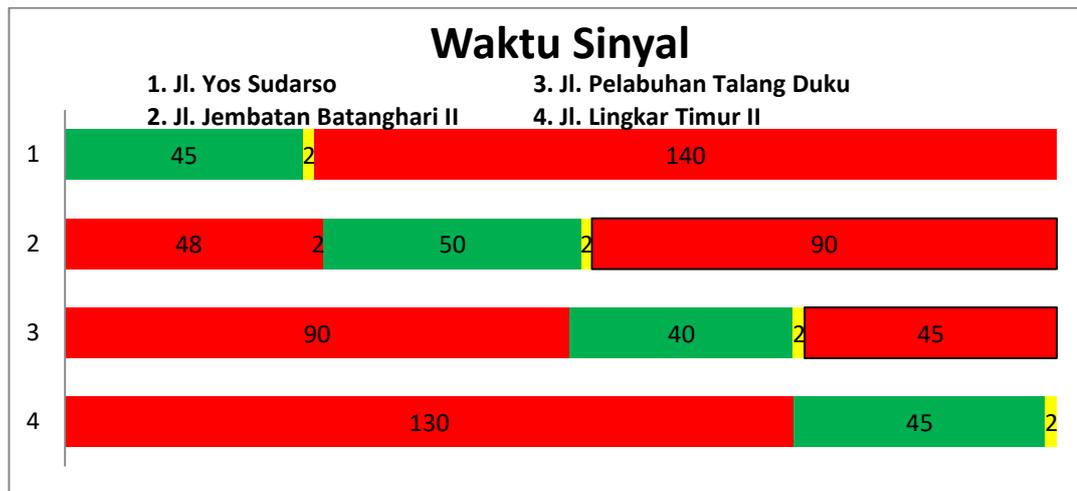
No	Ukuran Simpang	Lebar Jalan	Waktu Nominal Antara Hijau
1	Kecil	6-9 m	4 detik / fase
2	Sedang	10-14 m	5 detik / fase
3	Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik / fase

Sumber : MKJI 1997

Tabel 4.23 Konfigurasi Waktu Sinyal

Nama Jalan	Waktu Signal			
	Merah	Hijau	Kuning	All Red
Jl. Yos Sudarso	140	45	2	2
Jl. Jembatan Batanghari II	140	50	2	2
Jl. Pelabuhan Talang Duku	135	40	2	2
Jl. Lingkar Timur II	130	45	2	2
∑ jumlah waktu hilang (LTI)	16 detik			

Sumber : Data Survei Lapangan 2021



Gambar 4.2 Pengaturan waktu sinyal

Sumber : Data Survei Lapangan 2021

Berdasarkan perhitungan dengan persamaan 2.10

$$\begin{aligned}
 C_{ua} &= \frac{(1.5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)} \\
 &= \frac{(1.5 \times 16 + 5)}{(1 - 0.862)} \\
 &= 210
 \end{aligned}$$

Maka diperoleh waktu siklus C_{ua} adalah 210 detik

4.3.7 Waktu Hijau

Waktu dimana saat lampu lalu lintas hijau menyala dapat dihitung dengan

$$rumus\ 2.11\ g_i = (C_{ua} - LTI) \times P_{Ri}$$

Contoh pengolahan waktu hijau pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 g_i &= (210 - 16) \times 2381 \\
 &= 46\ \text{detik}
 \end{aligned}$$

Untuk nilai waktu hijau seperti Tabel 4.24 berikut.

Tabel 4.24 Waktu Lalu Lintas Hijau (gi)

Nama Pendekat	gi
Jl. Lingkar Timur II	46
Jl. Jembatan Batanghari II	45
Jl. Pelabuhan Talang Duku	53
Jl. Yos Sudarso	50
Σ	194

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

Waktu Siklus Yang disesuaikan: $c = \Sigma gi + LTI$

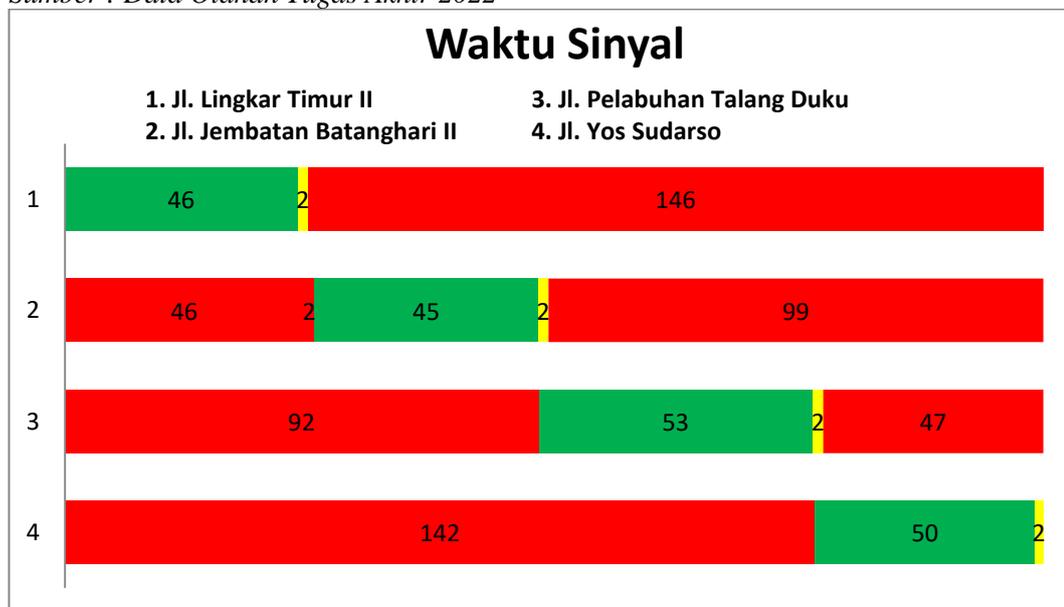
$$= 194 + 16 = 210$$

Maka waktu ditunjukkan seperti Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Waktu Sinyal Hasil Perhitungan

Nama Jalan	Waktu Sinyal				Waktu siklus
	Merah	Hijau	Kuning	All Red	
Jl. Lingkar Timur II	146	46	2	2	194
Jl. Jembatan Batanghari II	147	45	2	2	
Jl. Pelabuhan Talang Duku	139	53	2	2	
Jl. Yos Sudarso	142	50	2	2	

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir 2022



Gambar 4.3 Penganturan waktu sinyal Berdasarkan Perhitungan

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir 2022

4.3.8 Rasio Hijau (G_R)

Untuk menghitung nilai perbandingan antara waktu lampu lalu lintas hijau dan waktu siklus dalam suatu pendekat dapat menggunakan rumus :

$$GR = g/c \quad (4.6)$$

Dimana:

- GR = Rasio hijau
- g = Waktu hijau (detik)
- c = Waktu siklus (detik)

Contoh pengolahan rasio hijau pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} g_i &= 46 / 210 \text{ detik} \\ &= 0,220 \end{aligned}$$

Untuk nilai rasio hijau seperti Tabel 4.26 di bawah ini.

Tabel 4.26 Nilai Rasio Hijau (G_R)

Nama Pendekat	G_R
Jl. Lingkar Timur II	0.220
Jl. Jembatan Batanghari II	0.214
Jl. Pelabuhan Talang Duku	0.253
Jl. Yos Sudarso	0.237

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

4.4 Kinerja Simpang

4.4.1 Kapasitas

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonsia (1997) Kemampuan persimpangan dalam menampung kendaraan harus dihitung dalam tiap-tiap pendekat serta kelompok lajur dalam tiap-tiap pendekat, diselesaikan dengan persamaan 2.13 $C = S \times g/c$

Contoh pengolahan kapasitas pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C &= 4710,53 \times 0,220 \\ &= 1036,13 \end{aligned}$$

Perhitungan berikutnya ditunjukkan seperti Tabel 4.27

Tabel 4.27 Kapasitas (C)

Nama Pendekat	C
Jl. Lingkar Timur II	1036.13
Jl. Jembatan Batanghari II	1022.52
Jl. Pelabuhan Talang Duku	1205.99
Jl. Yos Sudarso	1122.72

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

4.4.2 Derajat Kejenuhan (DS)

Nilai derajat kejenuhan menunjukkan jika ada masalah dengan lengan jalan, dapat menggunakan persamaan 2.14

$DS = \frac{Q}{C}$, contoh pengolahan DS pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Ds &= 966,8 / 1036,13 \\ &= 0,93 \end{aligned}$$

Tabel 4.28 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

Nama Pendekat	DS	Keterangan
Jl. Lingkar Timur II	0.93	Lalu lintas mulai macet, kecepatan rendah
Jl. Jembatan Batanghari II	0.82	Lalu lintas mulai macet, kecepatan rendah
Jl. Pelabuhan Talang Duku	0.86	Lalu lintas mulai macet, kecepatan rendah
Jl. Yos Sudarso	0.81	Lalu lintas mulai macet, kecepatan rendah

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Tabel 4.29 Rekapitulasi Hasil Eksisting

Nama Pendekat	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
Jl. Lingkar Timur II	966.8	1053.68	0.918
Jl. Jembatan Batanghari II	954.1	944.99	0.883
Jl. Pelabuhan Talang Duku	1125.3	1193.52	0.867
Jl. Yos Sudarso	1047.6	1178.51	0.769

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

4.4.3 Panjang Antrian

Rata-rata panjangnya antrian dapat diselesaikan menggunakan persamaan

$$2.15. NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 8,5)}{C}} \right]$$

Contoh pengolahan panjang antrian pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} NQ_1 &= 0,25 \times 1036,13 \times \left[(0,933 - 1) + \sqrt{(0,933 - 1)^2 + \frac{8 \cdot (0,933 - 8,5)}{1036,13}} \right] \\ &= 6 \end{aligned}$$

Untuk menghitung total antrian selama fase merah 2.16

$$NQ_2 = C \cdot \frac{1 - GR}{1 - GR \cdot DS} \cdot \frac{Q_{masuk}}{3600}$$

Contoh pengolahan total antrian pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} NQ_2 &= 194 \cdot \frac{1 - 0,220}{1 - 0,220 \times 0,933} \cdot \frac{966,8}{3600} \\ &= 51 \end{aligned}$$

Untuk menghitung total antrian kendaraan dapat menggunakan rumus 2.17

$NQ = NQ_1 + NQ_2$, contoh pengolahan total kendaraan pada Jl. Lingkar Timur II selama fase merah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} NQ &= 6 + 51 \\ &= 57 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai jumlah antrian maksimum (NQ_{maks}) dengan menarik garis vertikal dari nilai NQ total ke garis $P_{OL} \geq 10\%$ sesuai MKJI 1997.

Untuk mendapatkan nilai panjang antrian (QL) dapat menggunakan persamaan

$$2.18 QL = NQ_{maks} \times \frac{20}{W_{masuk}}$$

contoh pengolahan total kendaraan pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$\begin{aligned} QL &= 63 \times \frac{20}{3} \\ &= 420 \end{aligned}$$

hasil perhitungan lebih lanjut ditunjukkan seperti Tabel 4.30 berikut ini.

Tabel 4.30 Hasil Panjang Antrian

Nama Pendekat	NQ1	NQ2	NQ	NQ max (10%)	QL (m)
Jl. Lingkar Timur II	6	51	57	63	420
Jl. Jembatan Batanghari II	2	49	51	63	420
Jl. Pelabuhan Talang Duku	2	58	60	63	420
Jl. Yos Sudarso	2	53	55	63	420

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

4.4.4 Angka Henti (N_s)

Jumlah kendaraan yang berulang kali berhenti sebelum melintasi garis berhenti pada suatu persimpangan. Untuk mendapatkan nilai N_s menggunakan persamaan 2.19 $N_s = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$ contoh pengolahan nilai angka henti pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$N_s = 0,9 \times \frac{57}{966,8 \times 194} \times 3600$$

$$= 0,98$$

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia(1997) Rasio kendaraan terhenti (N_{sv}) adalah rasio arus lalu lintas yang dihentikan secara paksa sebelum melintasi garis berhenti oleh pengendalian sinyal. Dalam penyelesaiannya nilai N_s menggunakan persamaan 2.20 $N_{sv} = Q \times N_s$

contoh pengolahan nilai rasio kendaraan terhenti pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$N_{sv} = 966,8 \times 0,98$$

$$= 1026,13$$

Perhitungan lebih lanjut seperti Tabel 4.31 berikut ini.

Tabel 4.31 Angka Henti dan Rasio Kendaraan Terhenti

Nama Pendekat	N_s (stop/smp)	N_{sv} (smp/jam)
Jl. Lingkar Timur II	0.98	1026.13
Jl. Jembatan Batanghari II	0.89	997.78
Jl. Pelabuhan Talang Duku	0.89	853.74
Jl. Yos Sudarso	0.87	845.35
$\sum N_s = \sum N_{sv}/Q$	0.909	

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

4.4.5 Tundaan

4.4.5.1 Tundaan Lalu Lintas (DT)

Perhitungan tundaan lalu lintas menggunakan persamaan 2.21 :

$$DT = C \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

Dimana:

c = Waktu siklus yang telah disesuaikan (detik)

DS = Derajat kejenuhan

NQ_1 = Total smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

GR = Rasio hijau

contoh pengolahan nilai DT pada Jl. Lingkar Timur II sebagai berikut :

$$DT = 1036,13 \times \frac{0,5 \times (1-0,220)^2}{(1-0,220 \times 0,933)} + \frac{6 \times 3600}{194} = 94 \text{ det/smp}$$

Perhitungan lebih lanjut seperti Tabel 4.32.

4.4.5.2 Tundaan Geometri (DG)

Untuk menentukan nilai tundaan geometrik bisa diselesaikan dengan

$$\text{rumus 2.22 } DG = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4)$$

contoh pengolahan nilai tundaan geometri pada Jl. Lingkar Timur II sebagai

$$\text{berikut : } DG = (1 - 4) \times 0,2251 \times 6 + (4 \times 4) = 4 \text{ det/smp}$$

Perhitungan lebih lanjut seperti ditunjukkan pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Perhitungan Tundaan

Nama Pendekat	DT(det/smp)	DG(dt/smp)	D = DT + DG
Jl. Lingkar Timur II	94	4	98
Jl. Jembatan Batanghari II	79	4	82
Jl. Pelabuhan Talang Duku	77	4	80
Jl. Yos Sudarso	75	4	79

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

4.5 Evaluasi Kinerja Simpang

Dari hasil analisis data diperoleh kinerja simpang berupa derajat kejenuhan (DS), tundaan rata-rata (D), panjang antrian (QL) dan tingkat pelayanan. Seperti yang terdapat pada tabel 4.33.

Tabel 4.33 Parameter Kinerja Simpang Pada Tiap Pendekat

Parameter	Pendekat			
	Jl. Lingkar Timur II	Jl. Jembatan Batanghari II	Jl. Pelabuhan Talang Duku	Jl. Yos Sudarso
Kapasitas Simpang (C) smp/jam	1036.16	1022.52	1205.99	1122.72
Arus Lalu Lintas (Q) smp/jam	996.8	954.1	1125.3	1047.6
Derajat Kejenuhan (DS)	0.93	0.82	0.86	0.81
Jumlah Kendaraan Antri (NQ) smp/jam	57	51	60	55
Panjang Antrian (QL) m	420	420	420	420
Tundaan Rata-rata (D) detik/smp	98	82	80	79
Tingkat Pelayanan	E	E	D	D

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Berdasarkan hasil analisis, tingkat pelayanan (*Level of Service*) simpang dua simpang berada pada tingkat pelayanan E yang berarti tingkat pelayanan buruk, dimana tundaan kendaraan pada lengan simpang > 80 detik/smp yaitu pada pendekat Jl. Lingkar Timur II dan Jl. Jembatan Batanghari II. Sedangkan untuk dua lainnya yaitu Jl. Pelabuhan Talang Duku dan Jalan Yos Sudarso berada pada tingkat pelayanan D dimana tundaan kendaraan pada lengan simpang ≤ 80 detik/smp yang mana kondisi lalu lintas jenuh dan kecepatan mulai rendah.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan analisis kinerja simpang empat bersinyal sijenjang maka diperoleh karakteristik jam puncak ada pada pukul 16.00-18.00 WIB, setelah dilaksanakan pengamatan di lapangan simpang empat sijenjang hanya dilewati kendaraan bermotor, kendaraan ringan, kendaraan berat dan tidak dilewati oleh kendaraan tidak bermotor, serta diperoleh kinerja simpang berupa derajat kejenuhan (DS) pada Jl. Lingkar Timur II ialah 0.93, Jl. Jembatan Batanghari II ialah 0.82, Jl. Pelabuhan Talang Duku ialah 0.86, dan Jl. Yos Sudarso ialah 0.81. Nilai tundaan rata-rata (D) yang diperoleh pada Jl. Lingkar Timur II adalah 98, Jl. Jembatan Batanghari II adalah 82, Jl. Pelabuhan Talang Duku adalah 80, dan Jl. Yos Sudarso adalah 79. Nilai panjang antrian (QL) yang diperoleh pada Jl. Lingkar Timur II adalah 98, Jl. Jembatan Batanghari II adalah 82, Jl. Pelabuhan Talang Duku adalah 80, dan Jl. Yos Sudarso adalah 79.

Berdasarkan hasil analisis, tingkat pelayanan (*Level of Service*) simpang. Terdapat dua simpang berada pada tingkat pelayanan E yang berarti tingkat pelayanan buruk, dimana tundaan kendaraan pada lengan simpang > 80 detik/smp yaitu pada pendekat Jl. Lingkar Timur II dan Jl. Jembatan Batanghari II. Sedangkan untuk dua lainnya yaitu Jl. Pelabuhan Talang Duku dan Jalan Yos Sudarso berda pada tingkat pelayanan D dimana tundaan kendaraan pada lengan simpang ≤ 80 detik/smp yang mana kondisi lalu lintas jenuh dan kecepatan mulai rendah. Serta Lingkungan jalan komersial serta tingkat hambatan samping adalah sedang dan jenis fase ialah terlindung.

2. Dari hasil evaluasi kinerja simpang diketahui bahwa simpang empat Sijenjang memiliki kinerja yang buruk sehingga perlu penanganan sebagai upaya perbaikan kinerja simpang. Beberapa upaya dapat dilakukan sebagai alternatif penanganan simpang salah satunya ialah perubahan geometri jalan dengan cara penambahan lebar lajur dan pengurangan hambatan

samping dengan memindahkan pedagang kaki lima ke lokasi yang lebih nyaman. Dibutuhkan penegasan dan pengawasan rambu larangan parkir untuk meningkatkan lalu lintas di jalan.

5.2 Saran

Untuk penyelidikan lebih lanjut, disarankan untuk memperhatikan waktu penyelidikan dan melihat aktivitas di sekitar area penyelidikan untuk hasil yang lebih optimal. Serta Solusi bagi pedagang kaki lima di daerah sekitar simpang perlu dipertimbangkan kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- Amal, Andi Syaiful. 2019. Analisis Kinerja Simpang Empat bersinyal (Persimpangan Jalan Raya Mojoagung Jalan Raya Sumobito – Jalan Raya Mojowarno). *Media Teknik Sipil*. 17(2) : 23-28.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi, (2020) :<https://jambi.bps.go.id>
- Fatmawati., Isram, Mohamad. 2021. Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Dengan Metode MKJI dan *Sidra Intersection*. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*. 5(1) : 24-39.
- Manual Kapasitas Jalan di Indonesia. 1997. Direktorat Jendral Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota (Binkot). Jakarta.
- Morlok, Edward K. 2005. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta: PT. Erlangga.
- Mustika, Mayang. 2016. Studi Pengaruh Simpang Bersinyal Terhadap Kemacetan Lalu Lintas Di Ruas Jalan Bendungan Sigura-gura Kota Malang. *Teknologi Industri (SENIATI)*. 2085-4218.
- Noferi, William. 2021. Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jalan Depati Purbo Dan Jalan KH. A. Majid. *Jurnal Talenta Sipil*. 4(2) : 155-161.
- Oglesby. Clarkson H, R. Gary Hicks. 1982. *Highway Engineering*. Damvers : John Wiley & Sons. Inc.
- Sari Rismiana, Risna. 2015. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Secara Teoritis Dan Praktis. *Jurnal Potensi*. 17(1) : 30-36.