

**PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL
SIMPANG KOPEL KABUPATEN LAMPUNG TENGAH**

KERTAS KERJA WAJIB



Diajukan Oleh :

PUTRA RAHMAD RAMADHAN

NOTAR : 19.02.290

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA –
STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN
TRANSPORTASI JALAN
BEKASI
2022**

**PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL
SIMPANG KOPEL KABUPATEN LAMPUNG TENGAH**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi
Diploma III
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



Diajukan Oleh :

PUTRA RAHMAD RAMADHAN

NOTAR : 19.02.290

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA –
STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN
TRANSPORTASI JALAN
BEKASI
2022**

**KERTAS KERJA WAJIB
PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL
SIMPANG KOPEL KABUPATEN LAMPUNG TENGAH**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh
PUTRA RAHMAD RAMADHAN
Nomor Taruna : 19.02.290

Telah di Setujui oleh :

PEMBIMBING I



SUGITA, MM

Tanggal :

PEMBIMBING II



SUBARTO, ATD, MM

Tanggal :

KERTAS KERJA WAJIB
PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL
SIMPANG KOPEL KABUPATEN LAMPUNG TENGAH

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan

Program Studi Diploma III

Oleh :

PUTRA RAHMAD RAMADHAN

Nomor Taruna : 1902290

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL 5 AGUSTUS 2022

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

PEMBIMBING I

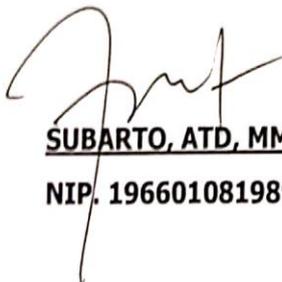


SUGITA, MM

NIP. 195912241982031002

Tanggal:

PEMBIMBING II



SUBARTO, ATD, MM

NIP. 196601081989031005

Tanggal:

Jurusan Manajemen Transportasi Jalan
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD
BEKASI 2022

KERTAS KERJA WAJIB
PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL
SIMPANG KOPEL KABUPATEN LAMPUNG TENGAH

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

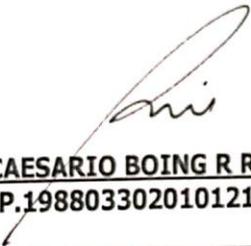
PUTRA RAHMAD RAMADHAN

Nomor Taruna : 19.02.290

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 5 AGUSTUS 2022

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI
SYARAT

DEWAN PENGUJI

PENGUJI I	PENGUJI II
 <u>R CAESARIO BOING R. R., MT</u> <u>NIP.198803302010121006</u>	 <u>Dr.dr.FEMMY SCHOUTEN, MM</u> <u>NIP.197003022003122001</u>

MENGETAHUI

KETUA PROGRAM STUDI
D III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN



Rachmat Sadili, MT
NIP. 19840208 2006041001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : PUTRA RAHMAD RAMADHAN

NOTAR : 1902290

adalah Taruna/I jurusan Manajemen Transportasi Jalan PoliteknikTransportasiDarat Indonesia - STTD, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Naskah Tugas Akhir/ KKW/ Skripsi yang saya tulis dengan judul:

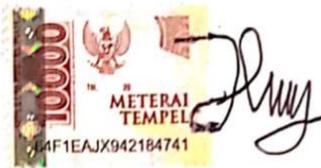
**PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL SIMPANG
KOPEL KABUPATEN LAMPUNG TENGAH**

adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Naskah Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan kelulusan dan atau pencabutan gelar yang saya peroleh.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

BEKASI, 18 AGUSTUS 2022

Yang membuat pernyataan,



PUTRA RAHMAD RAMADHAN
Notar.1902290

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

NAMA : PUTRA RAHMAD RAMADHAN

NOTAR : 1902290

menyatakan bahwa demi kepentingan perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui abstrak Tugas Akhir/ KKW/ Skripsi yang saya tulis dengan judul:

PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL SIMPANG KOPEL KABUPATEN LAMPUNG TENGAH

untuk dipublikasikan atau ditampilkan di internet atau media lain yaitu Digital Library Perpustakaan PTDI-STTD untuk kepentingan akademik, sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

BEKASI, 18 AGUSTUS 2022

Yang membuat pernyataan,



PUTRA RAHMAD RAMADHAN
NOTAR.1902290

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karuniaNya akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Kertas Kerja Wajib dengan Judul "**Peningkatan Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Simpang Kopel Kabuapten Lampung Tengah**" tepat pada waktunya.

Kertas Kerja Wajib ini disusun sebagai tugas akhir sebagai syarat kelulusan dalam pendidikan dan latihan perhubungan darat Diploma III Manajemen Transportasi Jalan Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD sebagai salah satu syarat memperoleh sebutan Ahli Madya Lalu Lintas Angkutan Jalan Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Orangtua, dan kedua saudara saya yang selalu mendukung dan mendoakan penulisan sehingga penulis bisa menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini.
2. Bapak Ahmad Yani, ATD.,M.T selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD.
3. Bapak Sugita, MM dan Bapak Subarto, ATD, MM sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan Kertas Kerja Wajib ini.
4. Dosen – dosen Program Pendidikan Diploma III Transportasi Darat Angkatan XLI Tahun 2021 – 2022, yang telah memberikan bimbingan langsung maupun tidak langsung selama penddikan.
5. Alumni STTD di Dinas Perhubungan Kabupaten Lampung Tengah

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan Kertas Kerja Wajib ini.Akhir kata penulis berharap Kertas Kerja Wajib ini bermanfaat bagi semua pihak

Bekasi, 29 Juli 2022

Penulis,

PUTRA RAHMAD RAMADHAN

19.02.290

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
BAB I PENDAHULUAN	xiv
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 IDENTIFIKASI MASALAH	2
1.3 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.4 MAKSUD DAN TUJUAN	2
1.5 BATASAN MASALAH.....	3
BAB II	4
GAMBARAN UMUM	4
2.1 KONDISI TRANSPORTASI.....	4
2.2 KONDISI WILAYAH KAJIAN	6
BAB III	15
KAJIAN PUSTAKA	15
3.1 PERSIMPANGAN JALAN	15
3.2 KARAKTERISTIK PERSIMPANGAN	15
3.3 JENIS-JENIS PENGATURAN PADA SIMPANG.....	17
3.3.1 Rambu	17
3.3.2 Kanalisis Simpang	17
3.3.3 Bundaran	18
3.3.4 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).....	18
3.3.5 Persimpangan Tidak Sebidang.....	18
3.4 EVALUASI SIMPANG	18
3.4.1 Teori Perhitungan Kapasitas Simpang Tak Bersinyal	21
3.4.2 Teori Perhitungan Simpang Bersinyal	27
3.5 TINGKAT PELAYANAN SIMPANG	34
BAB IV	35
METODOLOGI PENELITIAN	35
4.1 ALUR PIKIR.....	35

4.2	BAGAN ALIR.....	36
4.3	TEKNIK PENGUMPULAN DATA	37
4.3.1	Teknik Pengumpulan Data Sekunder.....	37
4.3.2	Teknik Pengumpulan Data Primer.....	37
4.4	METODE PENGEOLAHAN DATA.....	39
4.5	Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	40
BAB V	41
ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH	41
5.1	PERHITUNGAN KONDISI EKSISTING SIMPANG KOPEL.....	41
5.2	ANALISIS SIMPANG KOPEL USULAN I	46
5.3	PENENTUAN TIPE PENGENDALI SIMPANG	52
5.4	ANALISIS SIMPANG KOPEL KONDISI USULAN II	55
5.5	ANALISIS SIMPANG KOPEL KONDISI USULAN III	69
5.6	PERBANDINGAN KINERJA SIMPANG KOPEL	84
BAB VI	86
6.1	KESIMPULAN.....	86
6.2	Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	88

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Lebar Pendekat Simpang Kopel.....	7
Tabel II. 2 Dimensi Geometrik Simpang Kopel.....	14
Tabel III. 1 Nilai Ekuivalen mobil penumpang (emp) Simpang Tidak Bersinyal	19
Tabel III. 2 Hubungan LHR dan Volume Jam Tersibuk	21
Tabel III. 3 Kapasitas Dasar Persimpangan Tidak Bersinyal	22
Tabel III. 4 Faktor Koreksi Mulut Persimpangan	22
Tabel III. 5 Faktor Koreksi Median Pada Jalan Utama	23
Tabel III. 6 Faktor Koreksi Ukuran Kota.....	23
Tabel III. 7 Faktor koreksi lingkungan, gesekan samping dan kendaraan tidak bermotor.....	24
Tabel III. 8 Faktor Koreksi Rasio Jalan Arus Minor	26
Tabel III. 9 Faktor Penyesuain Hambatan Samping	29
Tabel III. 10 Tingkat Pelayanan Simpang	34
Table V. 1 Lebar Pendekat Simpang Kopel.....	41
Table V. 2 Lebar Pendekat Simpang Kopel (Pelebaran).....	46
Table V. 3 Perhitungan Bundaran	53
Table V. 4 Arus Jenuh Dasar Simpang Kopel.....	55
Table V. 5 Faktor Penyesuain Hambatan Simpang	56
Table V. 6 Presentase Belok Kanan	57
Table V. 7 Presentase Belok Kiri.....	57
Table V. 8 Arus Jenuh Setelah Penyesuain.....	58
Table V. 9 Perhitungan Rasio Arus	58
Table V. 10 Perhitungan Rasio Fase.....	59
Table V. 11 Waktu Siklus dan Hijau Simpang Kopel	60
Table V. 12 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap pendekat.....	60
Table V. 13 Perhitungan Derajat Kejenuhan	61
Table V. 14 Perhitungan Jumlah smp pada fase sebelumnya.....	61
Table V. 15 Perhitungan Jumlah smp yang datang selama fase merah.....	62
Table V. 16 Perhitungan jumlah rata-rata antrian pada sinyal hijau.....	62

Table V. 17	Perhitungan Panjang Antrian Kendaraan.....	63
Table V. 18	Perhitungan Angka Henti.....	63
Table V. 19	Perhitungan Jumlah Kendaraan Henti.....	63
Table V. 20	Perhitungan Tundaan Rata-rata Lalu Lintas.....	64
Table V. 21	Perhitungan Tundaan Geometrik.....	64
Table V. 22	Perhitungan Tundaan Rata-rata	65
Table V. 23	Tundaan Simpang Kopel Usulan II	65
Table V. 24 Kinerja	Simpang Kopel Usulan II	65
Table V. 25	Arus Jenuh Dasar Simpang Kopel.....	69
Table V. 26	Faktor Penyesuaian Hambatan Simpang	69
Table V. 27	Faktor Penyesuaian Belok Kanan.....	71
Table V. 28	Faktor Penyesuaian Belok Kiri	71
Table V. 29	Arus Jenuh Setelah Penyesuaian	72
Table V. 30	Perhitungan Rasio Arus.....	72
Table V. 31	Perhitungan Rasio Fase.....	73
Table V. 32	Waktu Siklus dan Hijau Simpang Kopel	73
Table V. 33	Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat.....	74
Table V. 34	Perhitungan Derajat Kejenuhan	75
Table V. 35	Perhitungan Jumlah Smp Yang Tersisa Pada Fase Sebelumnya	75
Table V. 36	Perhitungan jumlah smp yang datang selama fase merah	76
Table V. 37	Perhitungan jumlah rata – rata antrian pada awal sinyal hijau	76
Table V. 38	Perhitungan Panjang antrian kendaraan	76
Table V. 39	Perhitungan angka henti	77
Table V. 40	Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti	77
Table V. 41	Perhitungan Tundaan Lalu Lintas	78
Table V. 42	Perhitungan Tundaan Geometrik.....	78
Table V. 43	Perhitungan Tundaan Rata-rata	78
Table V. 44	Tundaan Simpang Kopel Usulan III	79
Table V. 45 Kinerja	Simpang Kopel Usulan III.....	79
Table V. 46	Perbandingan Derajat Kejenuhan Simpang Kopel	84

Table V. 47 Perbandingan Antrian Simpang Kopel	84
Table V. 48 Perbandingan Tundaan Simpang Kopel.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Peta Jaringan Jalan Kabupaten Lampung Tengah	5
Gambar II.2	Peta Lokasi Simpang Kopel	10
Gambar II. 3	Visualisasi Simpang Kopel Lengan Utara	11
Gambar II. 4	Visualisasi Simpang Kopel Kaki Selatan	11
Gambar II. 5	Visualisasi Simpang Kopel Lengan Barat.....	12
Gambar II. 6	Visualisasi Simpang Kopel Lengan Timur.....	12
Gambar II. 7	Gambar Penampang Simpang Kopel	13
Gambar III. 1	Konflik Simpang	16
Gambar III. 2	Grafik Tipe Pengendalian Simpang Berdasarkan Jumlah Arus Lalu Lintas	20
Gambar V. 1	Layout Simpang Kopel.....	45
Gambar V. 2	Kondisi Usulan I (setelah pelebaran)	51
Gambar V. 3	Diagram Tipe Pengendali Simpang	53
Gambar V. 4	Kondisi Simpang Bersinyal 2 fase (setelah pelebaran)	66
Gambar V. 5	Sketsa Apill 2 Fase (fase 1).....	67
Gambar V. 6	Sketsa Apill 2 Fase (Fase 2).....	67
Gambar V. 7	Fase Lalu Lintas Kondisi Usulan II	67
Gambar V. 8	Kondisi Simpang Kopel Bersinyal 4 Fase (setelah pelebaran).....	80
Gambar V. 9	Sketsa APILL 4 Fase (Fase 1).....	81
Gambar V. 10	Sketsa APILL 4 Fase (Fase 2).....	81
Gambar V. 11	Sketsa APILL 4 Fase (Fase 3).....	82
Gambar V. 12	Sketsa APILL 4 Fase (Fase 4).....	82
Gambar V. 13	Fase Lalu Lintas Kondisi Usulan III.....	83

DAFTAR RUMUS

...Rumus(III. 1) Faktor Ekspansi	19
...Rumus(III. 2) Faktor LHR.....	20
...Rumus(III. 3) Perhitungan Kapasitas.....	21
...Rumus(III. 4) Faktor Penyesuain Belok Kanan	24
...Rumus(III. 5) Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kanan.....	24
...Rumus(III. 6) Faktor Penyesuain Belok Kiri.....	25
...Rumus(III. 7) Faktor Koreksi Belok Kiri.....	25
...Rumus(III. 8) Proporsi Rasio Jalan Arus Minor	25
...Rumus(III. 9) Derajat Kejenuhan.....	26
...Rumus(III. 10) Tundaan Rata-rata seluruh simpang $DS > 0,6$	26
...Rumus(III. 11) Tundaan Rata-rata seluruh simpang $DS < 0,6$	26
...Rumus(III. 12) Tundaan rata-rata jalan mayor $DS > 0,6$	27
...Rumus(III. 13) Tundaan rata-rata jalan mayor $DS < 0,6$	27
...Rumus(III. 14) Tundaan rata-rata jalan minor	27
...Rumus(III. 15) Peluang Antrian.....	27
...Rumus(III. 16) Tundaan Lalu Lintas	27
...Rumus(III. 17) Tundaan Geometrik	27
...Rumus(III. 18) Tundaan Lalu Lintas	27
...Rumus(III. 19) Arus Jenuh.....	28
...Rumus(III. 20) Arus Jenuh Dasar	28
...Rumus(III. 21) Faktor Penyesuaian Parkir	30
...Rumus(III. 22) Faktor Penyesuain Belok Kiri.....	30
...Rumus(III. 23) Faktor Penyesuaian Belok Kanan.....	30
...Rumus(III. 24) Waktu Siklus	30
...Rumus(III. 25) Waktu Hijau	31
...Rumus(III. 26) Kapasitas	31
...Rumus(III. 27) Derajat Kejenuhan.....	31
...Rumus(III. 28) Jumlah Antrian $NQ1$	32
...Rumus(III. 29) Jumlah Antrian $NQ2$	32

...Rumus(III. 30) Jumlah Antrian N_{Qtot}	32
...Rumus(III. 31) Panjang Antrian.....	32
...Rumus(III. 32) Laju Henti	33
...Rumus(III. 33) Jumlah Kendaraan Terhenti.....	33
...Rumus(III. 34) Tundaan lalu lintas rata-rata.....	33
...Rumus(III. 35) Tundaan Geometrik	34

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 USIG Simpang Kopel	89
LAMPIRAN 2 SIG II Simpang Kopel Eksisting	90
LAMPIRAN 3 SIG III Simpang Kopel Setelah Pelebaran.....	91
LAMPIRAN 4 SIG IV Simpang Kopel 2 Fase.....	92
LAMPIRAN 5 SIG V Simpang Kopel 4 Fase	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kabupaten Lampung Tengah memiliki luas wilayah sebesar 4.546 Km² dengan jumlah penduduk sebanyak 1.391.683 jiwa yang berarti kepadatan penduduknya 306,13 jiwa/Km² (BPS Lampung Tengah, 2021). Kabupaten Lampung Tengah memiliki ibukota yaitu Kecamatan Gunung Sugih dengan kepadatan penduduk sebesar 481 jiwa/Km² yang menjadi zona pusat pemerintahan, sedangkan pusat perdagangan dan bisnisnya adalah Kecamatan Terbanggi Besar (Kelurahan Bandar Jaya Barat dan Bandar Jaya Timur) dengan kepadatan penduduk sebesar 603 jiwa/Km², dan Simpang Seputih Jaya yang akan dikaji berada di Kecamatan Gunung Sugih.

Simpang Kopel merupakan simpang dengan tipe simpang 422, memiliki 4 Lengan simpang, 2 Lengan simpang mayor adalah lengan utara dengan Jalan Lintas Sumatera-Tulang Bawang dan lengan selatan dengan Jalan Lintas Sumatera-Bandar Lampung. Dua lengan ini merupakan jalan nasional dan status jalan dua lengan ini adalah jalan arteri. Dan untuk 2 Lengan simpang minor adalah lengan barat dengan Jalan Ahmad Yani dan lengan timur dengan Jalan delapan. Dua lengan minor ini merupakan jalan kabupaten dan status dua lengan ini adalah jalan kolektor. Tata guna lahan pada Simpang Kopel adalah pertokoan dan pendidikan.

Pengaturan simpang belum dilakukan evaluasi dan peningkatan kinerja yang sesuai dengan volume lalu lintas yang ada. Ini menyebabkan antrian yang panjang terutama pada saat jam sibuk ketika melewati simpang. Berdasarkan keadaan tersebut maka pada Simpang Kopel Kabupaten Lampung Tengah perlu mendapatkan perhatian cukup dengan menyesuaikan tipe pengendali simpang.

Perubahan yang harus dilakukan dari simpang Kopel adalah dari simpang tidak bersinyal menjadi simpang Apill sesuai dengan perhitungan tipe pengendalian simpang. Dapat dilihat dari hasil eksisting volume Lalu Lintas pada jam sibuk (06.45-07.45 WIB) simpang Kopel dengan kapasitas

simpang yang didapatkan 2725 smp/jam, nilai Derajat Kejenuhannya 0,92; Tundaan Simpang 16,01 det/smp; dan Peluang Antrian 34% - 67%. Agar dapat melayani arus lalu lintas dengan baik serta menghindari konflik dan mengurangi angka tundaan antrian pada simpang Kopel maka perlu dilakukan Peningkatan kinerja pada simpang.

Sehingga Judul Kertas Kerja Wajib (KKW) yang diambil adalah **"Peningkatan Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Simpang Kopel Di Kabupaten Lampung Tengah"**.

1.2 IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Simpang Kopel masih belum optimal dari kinerja dan geometrik.
2. Kepadatan lalu lintas pada jam sibuk (06.45-07.45 WIB) sangat tinggi diukur dari banyaknya volume lalu lintas.
3. Simpang belum dilengkapi dengan APILL atau pengaturan lalu lintas yang lainnya.

1.3 RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana merencanakan pengaturan Simpang tidak bersinyal Kopel untuk meningkatkan kinerja simpang?
2. Bagaimana kinerja usulan untuk meningkatkan kinerja simpang tersebut?

1.4 MAKSUD DAN TUJUAN

1. Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan kajian terhadap Simpang Kopel guna meningkatkan kinerja pada simpang tersebut.

2. Tujuan

Tujuan dari penulisan kertas wajib ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengidentifikasi kinerja simpang tidak bersinyal di simpang Kopel berdasarkan parameter kinerja simpang tidak bersinyal dengan metode MKJI 1997.

- b. Mencarikan solusi / alternatif untuk peningkatan kinerja simpang tidak bersinyal pada simpang Kopel.

1.5 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam penulisan ini dilakukan untuk mempermudah dalam pengumpulan data, analisis, serta pengolahan data lebih lanjut yakni sebagai berikut:

1. Penelitian di fokuskan terhadap Simpang Kopel di wilayah studi
2. Kajian kinerja Simpang Kopel saat ini
3. Kinerja simpang tak bersinyal di analisa berdasarkan MKJI 1997

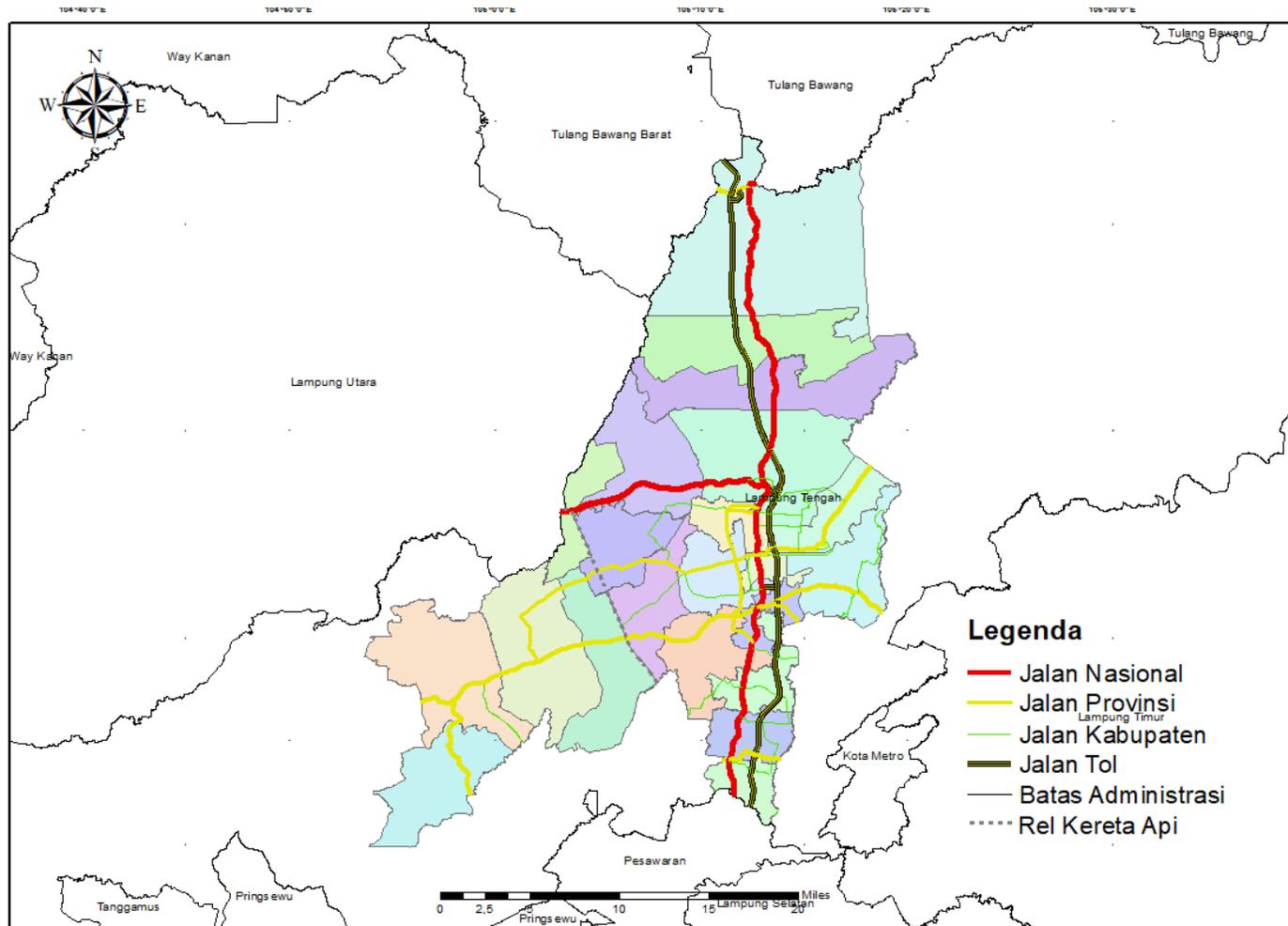
BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 KONDISI TRANSPORTASI

Penyediaan sarana dan prasarana transportasi merupakan infrastruktur dasar bagi pelaksanaan kegiatan masyarakat disegala bidang, baik ekonomi, sosial maupun pertahanan dan keamanan pada suatu wilayah. Sistem transportasi yang baik akan membantu laju pertumbuhan ekonomi wilayah, sehingga penyelenggaraan sistem transportasi tidak dapat dilepaskan dari rencana pengembangan ekonomi wilayah. Pengembangan Sistem Transportasi di Kabupaten Lampung Tengah ditekankan pada pengembangan sistem transportasi darat.

1. Kondisi Lalu Lintas Berdasarkan statusnya, jaringan jalan di Kabupaten Lampung Tengah terbagi atas jalan nasional, jalan provinsi dan jalan kabupaten. Untuk panjang jalan nasional yaitu dengan panjang 217,38 km, jalan provinsi dengan panjang 282,88 km, dan jalan kabupaten sepanjang 1.196,82 km.
2. Karakteristik Jaringan Jalan dilihat dari karakteristik jaringan jalannya, sebagian besar jaringan jalan Kabupaten Lampung Tengah memiliki pola jaringan jalan linear sedangkan di CBD (Central Bussiness District) berbentuk grid. Tipe perkerasan jalan di Kabupaten Lampung Tengah yaitu berupa aspal dan beton. Total keseluruhan panjang jalan di Kabupaten Lampung Tengah yaitu 1.697,08 km



Sumber: Tim PKL Kabupaten Lampung Tengah 2022

Gambar II. 1 Peta Jaringan Jalan Kabupaten Lampung Tengah

2.2 KONDISI WILAYAH KAJIAN

Simpang yang di kaji adalah Simpang Kopel, yang dimana pada kaki pendekat Utara menuju jalan lintas Sumatera – Tulang Bawang, pada kaki pendekat Timur menuju Jalan Delapan – Terbanggi Besar, pada kaki pendekat Barat menuju Jalan Ahmad Yani – Poncowati, pada pendekat Selatan menuju ke Jalan Lintas Sumatera – Bandar Lampung. Tipe simpang ini adalah 422, yaitu terdiri dari 4 kaki simpang dan tipe jalan adalah 2/2 UD. Pengaturan simpang ini yaitu dengan jenis pengendalian Uncontrol (Tidak Bersinyal).

Tata guna lahan pada Simpang Kopel ini adalah pertokoan dan pendidikan. Arus lalu lintas yang sangat tinggi terjadi pada jalan mayor. Beberapa kendaraan yang melewati simpang Kopel adalah motor, mobil penumpang, bus kecil, pick up, truk kecil, bus besar dan truk besar.

Perhitungan kondisi eksisting dilakukan dengan melakukan perhitungan simpang tidak bersinyal karena pada kondisi eksisting, Simpang Kopel tidak bersinyal sehingga perhitungan yang dilakukan adalah perhitungan simpang tidak bersinyal.

1. Perhitungan kapasitas simpang eksisting

Dalam perhitungan kapasitas simpang tidak bersinyal terdapat beberapa ketentuan dan faktor koreksi yang harus diperhatikan diantaranya adalah kapasitas dasar (C_0), Lebar pendekat rata-rata (F_w), median jalan (F_m), ukuran kota ($FCcs$), hambatan samping (F_{rsu}), faktor penyesuaian belok kanan (F_{rt}), faktor penyesuaian belok kiri (F_{rt}), dan faktor penyesuaian arus minor (F_{mi}). Berikut adalah perhitungan kapasitas Simpang Kopel.

a. Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas simpang berdasarkan jenis simpang. Dikarenakan tipe Simpang Kopel merupakan simpang dengan tipe 422 sehingga berdasarkan tabel III.3 kapasitas dasar simpang tersebut adalah 2900 smp/jam.

b. Lebar Pendekat rata-rata (Fw)

Berikut merupakan data perhitungan lebar pendekat pada Simpang

Kopel:

Tabel II. 1 Lebar Pendekat Simpang Kopel

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Lebar Pendekat (m)	Status
1	U	Jl.Lintas Sumatera – Tulang Bawang	3,5 m	Lengan Mayor
2	T	Jl.Delapan – Terbanggi Besar	2,3 m	Lengan Minor
3	S	Jl.Lintas Sumatera – Bandar Lampung	3,5 m	Lengan Mayor
4	B	Jl.Ahmad Yani - Poncowati	2,3 m	Lengan Minor

Lebar pendekat rata-rata dari simpang tersebut adalah 2,9 m sehingga faktor penyesuaian untuk lebar pendekat rata-rata (Fw) menurut tabel III.4 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Fw &= 0,70 + 0,0866 (W1) \\ &= 0,70 + 0,0866 (2,9) \\ &= 0,95 \end{aligned}$$

c. Faktor Penyesuaian Median (Fm)

Pada simpang tersebut tidak terdapat median, sehingga faktor penyesuaian untuk median jalan (Fm) menurut tabel III.5 adalah 1,00.

d. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Jumlah penduduk Kabupaten Lampung Tengah adalah 1.391.683 jiwa sehingga faktor penyesuaian ukuran kota menurut tabel III.6 memiliki nilai 1,00

e. Faktor Penyesuaian Hambatan Sampung (Frsu)

Tata guna lahan di sekitar simpang merupakan komersial dengan hambatan sampung sedang dan rasio kendaraan tak bermotor adalah

0, maka nilai faktor penyesuaian hambatan samping (Frsu) menurut tabel III.7 adalah 0,94.

f. Faktor Penyesuaian belok kiri (Flt)

Faktor Penyesuaian rasio belok kiri berdasarkan rumus III.7 didapatkan dari perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Flt &= 0.84 + 1.61 Plt \\ &= 0.84 + 1.61 \left(\frac{\text{volume kendaraan belok kiri}}{\text{volume kendaraan yang melintas}} \right) \\ &= 0.84 + 1.61 \left(\frac{406}{2515} \right) \end{aligned}$$

$$Flt = 1,10$$

g. Faktor Penyesuaian belok kanan (Frt)

Faktor penyesuaian rasio belok kanan didapat dari ketentuan MKJI jika 4 lengan maka Frt = 1,0

h. Faktor Penyesuaian arus minor (Fmi)

Faktor penyesuaian arus minor didapatkan dari hasil berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rasio Arus minor} &= \frac{\text{Volume Arus Minor}}{\text{Volume Arus Mayor} + \text{Volume Arus Minor}} \\ &= \frac{1187}{3837} \\ &= 0,27 \end{aligned}$$

Karena rasio arus minor adalah 0.26 maka sesuai rumus pada tabel III.8 untuk simpang dengan tipe 422 yang memiliki rasio arus minor diantara 0,1 sampai 0,9 nilai faktor penyesuaian arus minornya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Fmi &= 1,19 \times Pmi^2 - 1,19 \times Pmi + 1,19 \\ &= 1,19 \times 0,27^2 - 1,19 \times 0,27 + 1,19 \\ Fmi &= 0,96 \end{aligned}$$

i. Kapasitas

Perhitungan kapasitas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C &= Co \times Fw \times Fm \times Fcs \times Frsu \times Flt \times Frt \times Fmi \\ &= 2900 \times 0,95 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,94 \times 1,10 \times 1,0 \times 0,96 \\ &= 2725 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Derajat Kejenuhan

Perhitungan derajat kejenuhan merupakan hasil dari jumlah arus dibagi dengan kapasitas. Total arus hasil survey adalah 2515 smp/jam dan kapasitasnya adalah 2725 smp/jam sehingga perhitungan derajat kejenuhannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{2515}{2725} \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Peluang Antrian

Peluang antrian dapat dihitung menggunakan rumus III.15 pada bab III sebagai berikut:

$$\begin{aligned} QP\% &= 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \\ &= 9,02 \times 0,92 + 20,66 \times 0,92^2 + 10,49 \times 0,92^3 \\ &= 34\% \end{aligned}$$

4. Perhitungan tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk menilai kinerja simpang. Perhitungan tundaan menggunakan rumus III.10 karena Derajat Kejenuhan (DS) dari Simpang Kopel adalah 0,92.

a. Tundaan Lalu Lintas

Berikut perhitungan tundaan lalu lintas

$$\begin{aligned} DT &= 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 DS) - (1 - DS) \times 2 \\ &= 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 \times 0,92) - (1 - 0,92) \times 2 \\ &= 12,09 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Tundaan Geometrik

Berikut perhitungan tundaan geometrik

$$\begin{aligned} DG &= (1 - DS) \times (Pt \times 6 + (1 - Pt) \times 3) + DS \times 4 \\ &= 3,92 \text{ detik} \end{aligned}$$

c. Tundaan Simpang

Tundaan Simpang Merupakan jumlah dari tundaan lalu lintas dengan tundaan geometrik

$$D = DT + DG$$

$$= 12,09 + 3,92$$

$$= 16,01 \text{ detik}$$

5. Kesimpulan Kinerja Simpang Eksisting Simpang Kopel

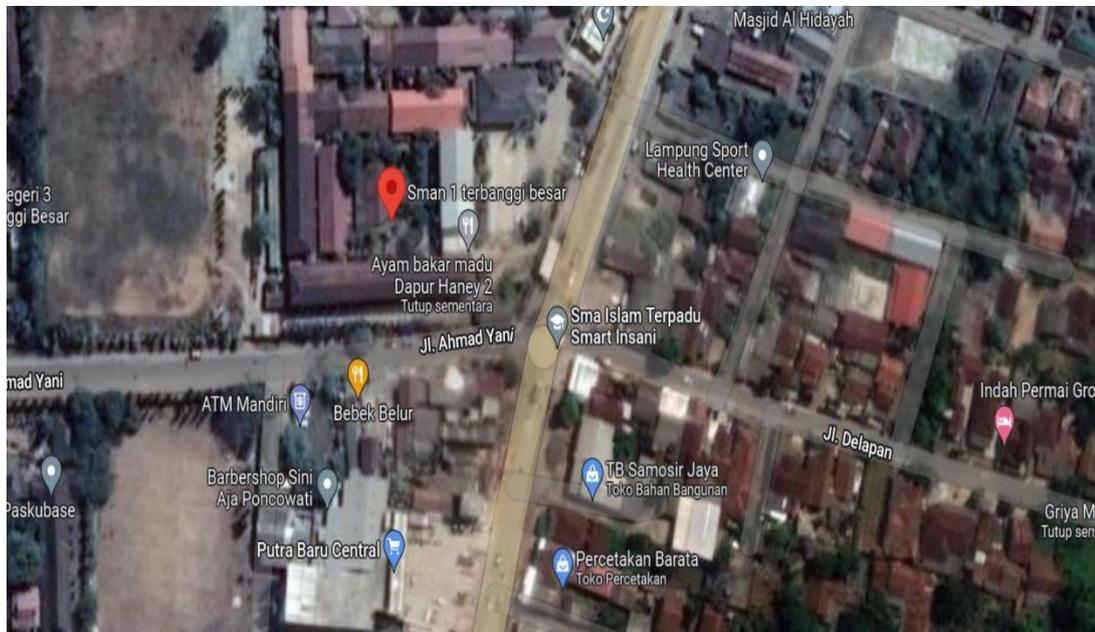
Kondisi eksisting simpang Kopel memiliki kinerja sebagai berikut:

Derajat Kejenuhan (DS) = 0,92

Peluang Antrian (QP) = 34%

Tundaan Simpang (D) = 16,01 detik

Tingkat Pelayanan Simpang Kopel kondisi eksisting adalah C.



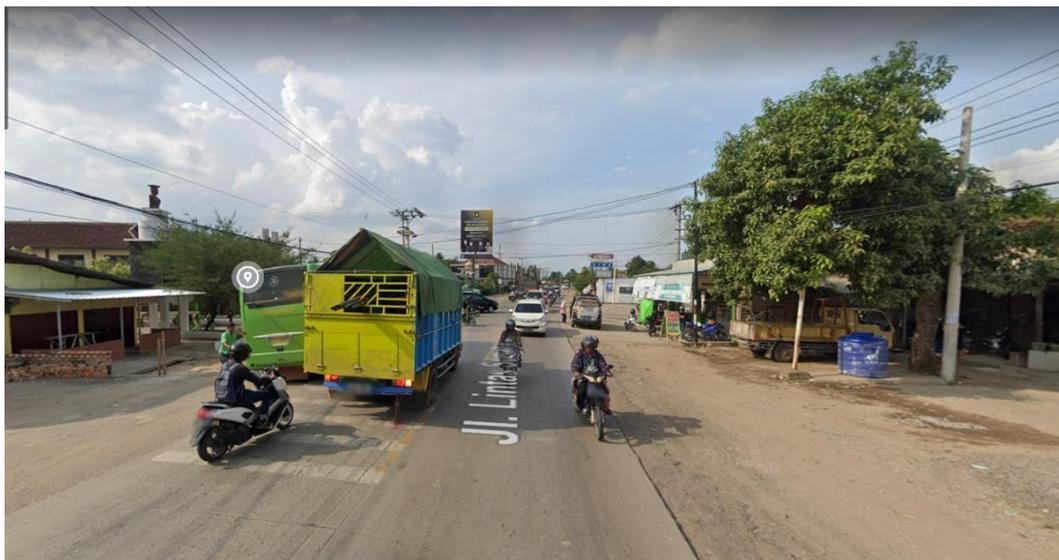
Sumber: Google Earth, 2022

Gambar II.2 Peta Lokasi Simpang Kopel



Sumber: Google Earth, 2022

Gambar II. 3 Visualisasi Simpang Kopel Lengan Utara



Sumber: Google Earth, 2022

Gambar II. 4 Visualisasi Simpang Kopel Kaki Selatan



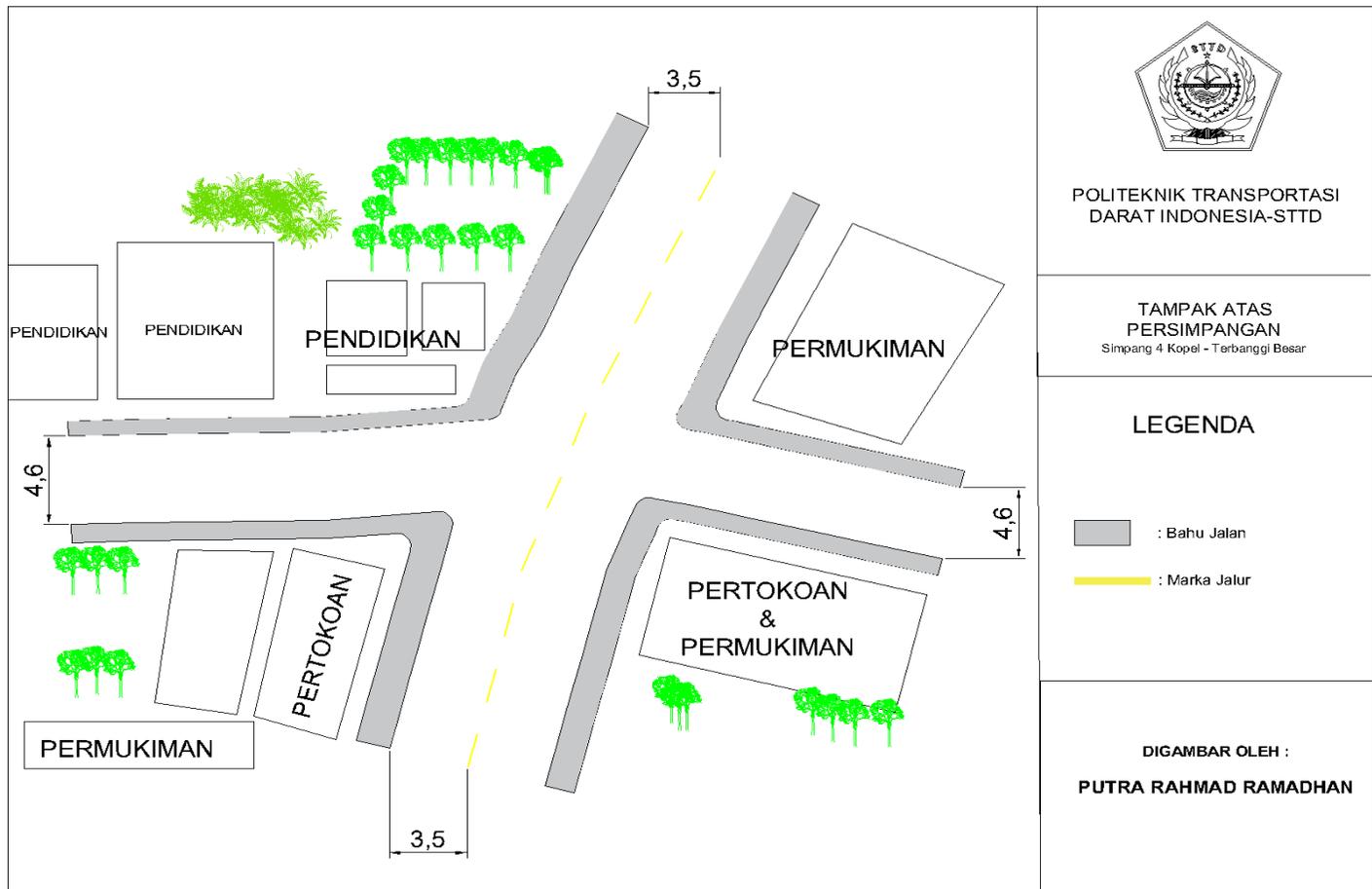
Sumber: Google Earth, 2022

Gambar II. 5 Visualisasi Simpang Kopel Lengan Barat



Sumber: Google Earth, 2022

Gambar II. 6 Visualisasi Simpang Kopel Lengan Timur



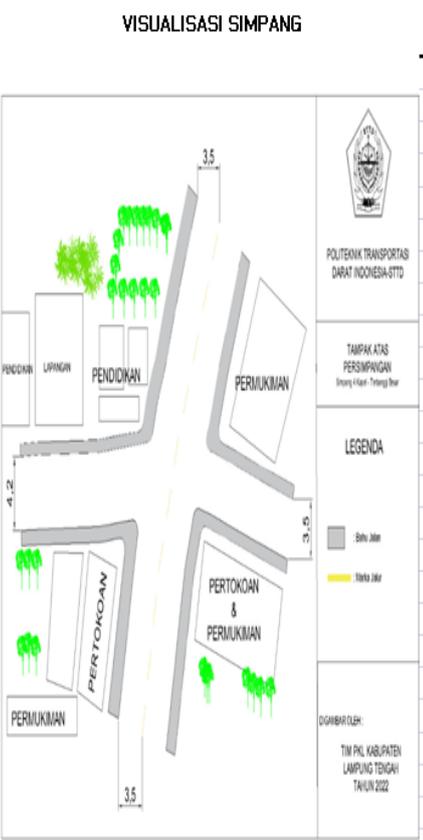
Sumber: Tim PKL Kabupaten Lampung Tengah 2022

Gambar II. 7 Gambar Penampang Simbang Kopel

Berikut merupakan dimensi simpang pada tabel di bawah ini:

Tabel II. 2 Dimensi Geometrik Simpang Kopel

		POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD PROGRAM STUDI DIPLOMA III TRANSPORTASI DARAT PKL KAB. LAMPUNG TENGAH 2022 TAHUN AKADEMIK 2021/2022							
FORMULIR SURVAI INVENTARISASI SIMPANG									
Nama simpang		Simpang 4 Kopel							
Geometri simpang		Persimpang dengan 4 Lengan							
1	Node	209							
2	Tipe pendekatan	-							
3	Tipe simpang	Prioritas							
4	Tipe pengendalian	UNCONTROL							
Arah		Utara	Selatan	Timur	Barat				
Ruas Jalan									
5	Lebar pendekatan total (m)	3,5 m	3,5 m	2,3 m	2,3 m				
6	Lebar Median (m)	-	-	-	-				
7	Lebar Bahu kanan (m)	2,6 m	2,6 m	1,6 m	1,4 m				
8	Lebar Bahu kiri (m)	3 m	4 m	1,6 m	1,7 m				
9	Lebar Trotoar kiri	-	-	-	-				
10	Lebar Trotoar kanan	-	-	-	-				
11	Lebar Drainase kiri	-	-	-	-				
12	Lebar Drainase kanan	-	-	-	-				
13	Lebar jalur efektif pendekatan (m)	7 m	7 m	4,6 m	4,6 m				
14	Lebar lajur pendekatan (m)	3,5 m	3,5 m	2,3 m	2,3 m				
15	Radius Simpang	4,4 m	4,4 m	6 m	6 m				
16	Hambatan Samping	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang				
17	Tataguna lahan	Pertokoan	Pertokoan	Pertokoan	Pendidikan				
18	Model Arus (Arah)	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah				
19	Kondisi Marka	Pudar	Pudar	Tidak Ada	Tidak Ada				
Fasilitas Simpang		Jumlah	kondisi	Jumlah	kondisi	Jumlah	kondisi	Jumlah	kondisi
20	Rambu Larangan	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rambu Peringatan	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rambu Perintah	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rambu Petunjuk	1	Buruk	-	-	-	-	-	-



Sumber: Tim PKL Kabupaten Lampung Tengah 2022

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 PERSIMPANGAN JALAN

Persimpangan adalah bagian penting dari jaringan jalan. Simpang dalam jaringan transportasi di mana setidaknya dua atau lebih ruas jalan bertemu, di sini arus lalu lintas mengalami konflik. Untuk mengendalikan konflik, peraturan lalu lintas ditetapkan untuk mengetahui kendaraan mana yang memiliki hak utama untuk memanfaatkan titik persimpangan. Simpang dicirikan sebagai keseluruhan wilayah di mana setidaknya dua jalan bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia 1997).

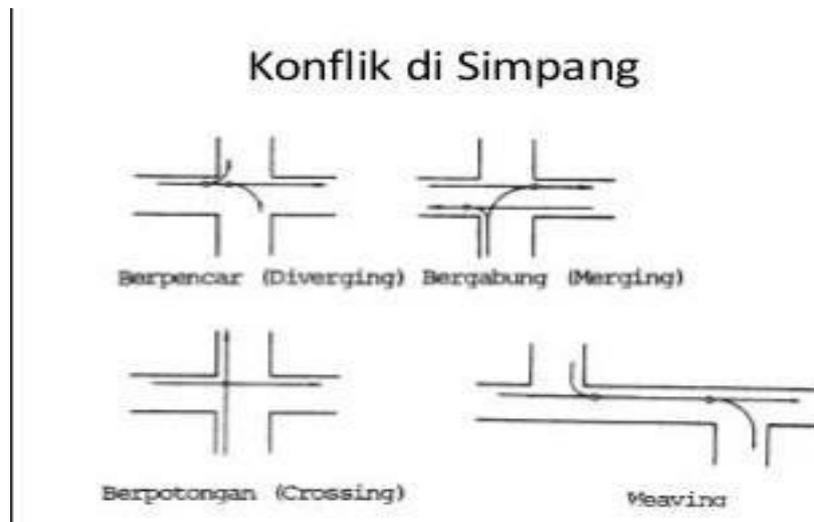
3.2 KARAKTERISTIK PERSIMPANGAN

Persimpangan memiliki karakteristik tertentu. Diantara karakteristik tersebut ada karakteristik pergerakan pada simpang, karakteristik desain simpang, dan karakteristik pengendalian simpang.

1. Karakteristik pergerakan pada simpang

Pada persimpangan terjadi 4 jenis pergerakan lalu lintas yang dapat menimbulkan konflik, sebagai berikut:

- a. Berpotongan (crossing), dimana dua arus berpotongan langsung.
- b. Bergabung (merging), dimana dua arus bergabung.
- c. Berpisah (diverging), dimana dua arus berpisah.
- d. Bersilangan (weaving), dimana dua arus saling bersilangan.



Gambar III. 1 Konflik Simpang

2. Karakteristik simpang berdasarkan desain

Dalam desain persimpangan memiliki dua desain yaitu simpang sebidang dan tidak sebidang. Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana ruas jalan saling bertemu dalam satu bidang. Sedangkan persimpangan tidak sebidang adalah persimpangan 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

Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu:

- a. Simpang tak bersinyal (unsignalized intersection), yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
- b. Simpang bersinyal (signalized intersection), yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya.

Yang dijadikan kriteria bahwa suatu persimpangan sudah harus dipasang alat pemberi isyarat lalu lintas menurut Ditjen. Perhubungan Darat, 1998 adalah :

1. Arus minimal lalu lintas yang menggunakan persimpangan rata – rata diatas 750 kendaraan/jam, terjadi secara kontinu 8 jam sehari.
2. Waktu tunggu atau hambatan rata – rata kendaraan di persimpangan melampaui 30 detik.
3. Persimpangan digunakan oleh rata – rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam terjadi secara kontinu 8 jam sehari.
4. Sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan.
5. Pada daerah yang bersangkutan dipasang suatu sistem pengendalian lalu lintas terpadu (Area Traffic Control/ATC), sehingga setiap persimpangan yang termasuk didalam daerah yang bersangkutan harus dikendalikan dengan alat pemberi isyarat lalu lintas.

Syarat – syarat yang disebut diatas tidak baku dan dapat disesuaikan dengan situasi dan kondisi setempat. Dalam sistem pengendalian persimpangan dapat menggunakan pedoman pada gambar penentuan pengendalian persimpangan yang digunakan berdasarkan volume lalu lintas pada masing – masing kaki simpangnya.

3.3 JENIS-JENIS PENGATURAN PADA SIMPANG

3.3.1 Rambu

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

3.3.2 Kanalisasi Simpang

Pemasangan kanalisasi simpang bertujuan untuk memisahkan lajur lalu lintas antar jalur menerus dan jalur belok. Kanalisasi dapat berupa pulau dengan menggunakan Kerb lebih tinggi dari jalan ataupun hanya berupa garis marka.

3.3.3 Bundaran

Bundaran merupakan sebuah pulau yang lebih tinggi dari permukaan jalan yang berada ditengah – tengah simpang. Pengemudi yang memasuki simpang pada saat melihat adanya bundaran di tengah sudah akan terkondisi untuk memperlambat laju kendaraannya.

3.3.4 Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)

Lalulintas pada suatu persimpangan yang diatur dengan alat pemberi isyarat lalulintas harus memenuhi aturan yang disampaikan oleh isyarat lampu tersebut. Pengaturan dengan APILL ini dikatakan berhasil ditentukan dengan berkurangnya penundaan waktu untuk melalui persimpangan dan berkurangnya angka kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan.

3.3.5 Persimpangan Tidak Sebidang

Persimpangan tidak sebidang adalah apabila suatu lajur lalulintas dinaikkan ke atas jalan yang melalui penggunaan jembatan atau terowongan. Hal ini akan menghilangkan konflik dan mengurangi volume lalulintas pada daerah tersebut serta akan mengurangi hambatan.

3.4 EVALUASI SIMPANG

Simpang Kopel merupakan simpang yang tidak bersinyal sehingga perhitungan kondisi eksisting menggunakan perhitungan kapasitas simpang tidak bersinyal menggunakan metode perhitungan dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

Ukuran – ukuran kinerja simpang tak bersinyal dapat diperkirakan untuk kondisi tertentu sehubungan dengan geometri, lingkungan dan lalu lintas dengan metode :

- Kapasitas
- Derajat Kejenuhan
- Tundaan
- Peluang antrian

Kondisi arus lalu lintas terdiri dari berbagai komposisi kendaraan, sehingga volume lalu lintas menjadi lebih praktis jika dinyatakan dalam jenis kendaraan standar. Standar tersebut yaitu mobil penumpang sehingga dikenal dengan satuan mobil penumpang (smp). Untuk mendapatkan volume lalu lintas dalam satuan smp, maka diperlukan faktor konversi dari berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang. Faktor konversi tersebut dikenal dengan ekuivalen mobil penumpang (emp).

Tabel III. 1 Nilai Ekuivalen mobil penumpang (emp) Simpang Tidak Bersinyal

Jenis Kendaraan	Notasi	Nilai emp
Kendaraan Ringan	LV	1,0
Kendaraan Berat	HV	1,3
Sepeda Motor	MC	0,5
Kendaraan Tidak Bermotor	UM	-

Sumber: MKJI 1997

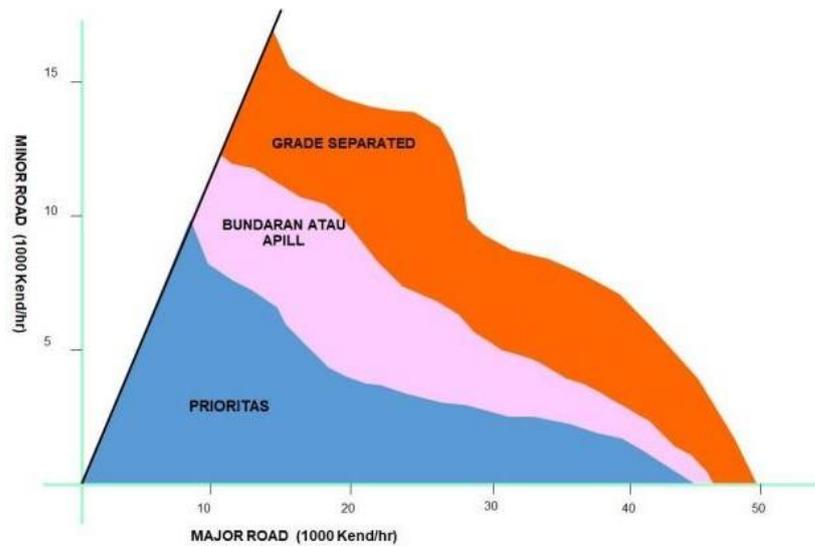
Dalam sistem pengendalian persimpangan dapat menggunakan pedoman pada gambar penentuan pengendalian persimpangan yang digunakan berdasarkan volume lalu lintas pada masing-masing kaki simpangannya. Penentuan tipe kendali simpang dilakukan dengan menggunakan data hasil survei yang telah dilakukan. Data tersebut kemudian dibandingkan dengan grafik penentuan tipe kendali simpang. Data yang diperlukan adalah hasil survei 24 jam. Apabila data hasil survei hanya data 16 jam, data tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan perhitungan faktor ekspansi sebagai berikut:

$$Volume\ 24\ jam = \left(\frac{100}{x} \right) \times volume\ data\ 16\ jam$$

...Rumus(III. 1) Faktor Ekspansi

Dimana :

X = asumsi persentase volume lalu lintas yang diwakili oleh survei 16 jam.



Sumber: MKJI 1997

Gambar III. 2 Grafik Tipe Pengendalian Simpang Berdasarkan Jumlah Arus Lalu Lintas

Perhitungan dilakukan persatuan waktu (jam) untuk satuan waktu lebih periode, misalkan pada arus lalulintas jam sibuk pagi, siang dan sore. Jika distribusi gerakan membelok tidak diketahui dan tidak dapat diperkirakan, 15% kanan dan 15% belok kiri dari arus pendekat total dapat dipergunakan (kecuali jika ada gerakan membelok tersebut yang akan dilarang).

$$LHR = VJP/K$$

...Rumus(III. 2) Faktor LHR

Jika hanya arus lalulintas (LHR) saja yang ada tanpa diketahui distribusi lalulintas pada setiap jamnya, maka arus rencana perjam dapat diperkirakan sebagai suatu prosentase dari LHR sebagai berikut :

Tabel III. 2 Hubungan LHR dan Volume Jam Tersibuk

Tipe Kota dan Jalan	Faktor persen K K x LHR = VJP
1	2
Kota – kota > 1 juta penduduk	
1. Jalan – jalan pada daerah komersial dan jalan arteri.	7 – 8 %
2. Jalan – jalan pada daerah pemukiman.	8 – 9 %
Kota – kota < 1 juta penduduk	
1. Jalan – jalan pada daerah komersial dan jalan arteri	8 – 10 %
2. Jalan – jalan pada daerah pemukiman	9 – 12 %

Sumber:MKJI 1997

Persimpangan bersinyal umumnya dipergunakan dengan beberapa alasan antara lain :

- a) Menghindari kemacetan simpang, mengurangi jumlah kecelakaan akibat adanya konflik arus lalu lintas yang saling berlawanan, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
- b) Untuk memberi kesempatan kepada para pejalan kaki untuk dengan aman dapat menyebrang.

Tujuan utama perencanaan simpang adalah untuk mengurangi konflik antara kendaraan bermotor serta tidak bermotor (gerobak,sepeda) dan penyediaan fasilitas yang memberikan kemudahan, kenyamanan dan keselamatan terhadap pemakai jalan yang melalui persimpangan.

3.4.1 Teori Perhitungan Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

Perhitungan kapasitas persimpangan tak bersinyal berdasarkan Manula Kapasitas Jalan Indonesia menggunakan rumus berikut:

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi}$$

...Rumus(III. 3) Perhitungan Kapasitas

Dimana :

C = Kapasitas

Co = Kapasitas Dasar

Fw = Faktor Koreksi Mulut Persimpangan

Fm = Faktor Koreksi Median Pada Jalan Utama

Fcs = Faktor Koreksi Ukuran Kota

Frsu = Faktor Koreksi Faktor Lingkungan

Flt = Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kiri

Frt = Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kanan

Fmi = Faktor Kendaraan Rasio Arus Jalan Minor

Faktor-faktor diatas memiliki ketetapan yang telah ditetapkan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar dihitung atas dasar ditetapkan berdasarkan daftar tabel berikut:

Tabel III. 3 Kapasitas Dasar Persimpangan Tidak Bersinyal

Tipe Persimpangan	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

Sumber: MKJI 1997

b. Faktor Koreksi Mulut Persimpangan

Untuk faktor koreksi lebar mulut persimpangan dihitung dengan rumus berikut:

Tabel III. 4 Faktor Koreksi Mulut Persimpangan

Tipe Persimpangan	Fw
422	$0,70 + 0,0866 W1$
424 atau 444	$0,61 + 0,0740 W1$
322	$0,73 + 0,0760 W1$

324 atau 344	0,62 + 0,0646 W1
342	0,67 + 0,0698 W1

Sumber: MKJI 1997

Faktor koreksi lebar mulut simpang apabila semakin besar akan menurunkan nilai tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

- c. Faktor Koreksi Median Pada Jalan Utama Faktor koreksi median pada jalan utama, nilai ini hanya digunakan untuk jalan utama yang terdiri dari 4 lajur. Faktor koreksi median pada jalan utama dihitung atas dasar ditetapkan berdasarkan daftar tabel III.5

Tabel III. 5 Faktor Koreksi Median Pada Jalan Utama

Tipe Median Pada Jalan Utama	Tipe M	Faktor Koreksi Median
Tidak ada median	Tidak ada	1.00
Lebar < 3 m	Sempit	1.05
Lebar \geq 3 m	Lebar	1.20

Sumber: MKJI 1997

Faktor koreksi median pada jalan utama apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

- d. Faktor Koreksi Ukuran Kota

Faktor Koreksi Ukuran Kota dapat diperoleh dari daftar tabel berikut:

Tabel III. 6 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Ukuran Kota	Penduduk (juta)	Faktor Koreksi Ukuran Kota
Sangat Kecil	< 0.1	0.82
Kecil	0.1 – 0.5	0.88
Sedang	0.5 – 1.0	0.94
Besar	1.0 – 3.0	1.00
Sangat Besar	>3.0	1.05

Sumber: MKJI 1997

- e. Faktor Koreksi lingkungan, gesekan samping dan kendaraan tidak bermotor

Tabel III. 7 Faktor koreksi lingkungan, gesekan samping dan kendaraan tidak bermotor

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Rasio kendaraan tak bermotor <i>pum</i>					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas	Tinggi/sedang/ rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber: MKJI 1997

Faktor koreksi lingkungan dan gesekan samping dan kendaraan tidak bermotor apabila semakin besar akan mengurangi tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

- f. Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kanan

Menentukan faktor penyesuaian belok kanan ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$Prt = \frac{rt}{Q}$$

...Rumus(III. 4) Faktor Penyesuain Belok Kanan

Keterangan :

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

$$Frt = 1.09 - 0.92 Prt$$

...Rumus(III. 5) Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kanan

Faktor koreksi kendaraan belok kanan diatas apabila simpang terdiri dari 3 lengan, namun apabila simpang terdiri dari 4 lengan Frt adalah 1,00. Faktor koreksi kendaraan belok kanan apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

g. Faktor Koreksi Kendaraan Belok Kiri

Untuk mencari faktor penyesuaian belok kiri menggunakan rumus:

$$Plt = \frac{lt}{Q}$$

...Rumus(III. 6) Faktor Penyesuain Belok Kiri

Keterangan :

Plt = Jumlah yang belok kiri dibagi jumlah total volume pada kaki yang sama.

$$Flt = 0.84 + 1.61 Plt$$

...Rumus(III. 7) Faktor Koreksi Belok Kiri

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

h. Faktor Koreksi Rasio Jalan Arus Minor

Untuk mencari proporsi rasio jalan arus minor menggunakan rumus berikut:

$$Pmi = \frac{Q_{minor}}{Q_{total}}$$

...Rumus(III. 8) Proporsi Rasio Jalan Arus Minor

Kemudian Untuk mencari rumus faktor koreksi rasio jalan arus minor menggunakan rumus:

Tabel III. 8 Faktor Koreksi Rasio Jalan Arus Minor

IT	Fmi	Pmi
422	$1,19 \times Pmi^2 - 1,19 \times Pmi + 1,19$	0,1 - 0,9
424 444	$16,6 \times Pmi^4 - 33,3 \times Pmi^3 + 25,3 \times Pmi^2 - 8,6 \times Pmi + 1,95$	0,1 - 0,3
	$1,11 \times Pmi^2 - 1,11 \times Pmi + 1,11$	0,3 - 0,9
322	$1,19 \times Pmi^2 - 1,19 \times Pmi + 1,19$	0,1 - 0,5
	$(-0,595) \times Pmi^2 + 0,595 \times Pmi^3 + 0,74$	0,5 - 0,9
342	$1,19 \times Pmi^2 - 1,19 \times Pmi + 1,19$	0,1 - 0,5
	$2,38 \times Pmi^2 - 2,38 \times Pmi + 1,49$	0,5 - 0,9
324 344	$16,6 \times Pmi^2 - 33,3 \times Pmi^3 + 25,3 \times Pmi^2 - 8,6 \times Pmi + 1,95$	0,1 - 0,3
	$1,11 \times Pmi^2 - 1,11 \times Pmi + 1,11$	0,3 - 0,5
	$(-0,555 \times Pmi^2 + 0,555 \times Pmi + 0,69$	0,5 - 0,9

Sumber: MKJI 1997

Faktor koreksi rasio jalan arus minor apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

i. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C}$$

...Rumus(III. 9) Derajat Kejenuhan

Besarnya waktu tundaan dalam detik/smp tergantung pada besarnya derajat kejenuhan.

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

Untuk $DS > 0,6$

$$D = 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 DS) - (1 - DS) \times 2$$

...Rumus(III. 10) Tundaan Rata-rata seluruh simpang $DS > 0,6$

Untuk $DS < 0,6$

$$D = 2 + 8,2078 DS - (1 - DS) \times 2$$

...Rumus(III. 11) Tundaan Rata-rata seluruh simpang $DS < 0,6$

j. Tundaan rata-rata untuk jalan mayor

Tundaan rata-rata untuk jalan mayor dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

Untuk $DS > 0,6$

$$D_{ma} = 1.05034 / (0.346 - 0.246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8$$

...Rumus(III. 12) Tundaan rata-rata jalan mayor $DS > 0,6$

Untuk $DS < 0,6$

$$D_{ma} = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8$$

...Rumus(III. 13) Tundaan rata-rata jalan mayor $DS < 0,6$

k. Tundaan rata-rata untuk jalan minor

Tundaan rata-rata untuk jalan minor dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D_{mi} = (Q_{tot} - D_{tot} - Q_{ma} \times D_{ma}) / Q_{mi}$$

...Rumus(III. 14) Tundaan rata-rata jalan minor

l. Peluang antrian

Peluang antrian dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$QP\% = 9.02 \times DS + 20.66 \times DS^2 + 10.49 \times DS^3$$

...Rumus(III. 15) Peluang Antrian

m. Tundaan Lalu Lintas

Tundaan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DT = 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2$$

...Rumus(III. 16) Tundaan Lalu Lintas

n. Tundaan Geometrik

$$DG = (1 - DS) \times (P_t \times 6 + (1 - P_t) \times 3) + DS \times 4$$

...Rumus(III. 17) Tundaan Geometrik

o. Tundaan Lalu Lintas

$$D = DT + DG$$

...Rumus(III. 18) Tundaan Lalu Lintas

3.4.2 Teori Perhitungan Simpang Bersinyal

Ada beberapa kinerja persimpangan bersinyal antara lain kapasitas, derajat kejenuhan, jumlah antrian dan laju henti. Berikut ini adalah teori perhitungan simpang bersinyal.

1. Arus Jenuh (S)

Besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi tertentu. Untuk perhitungan arus jenuh adalah dengan

mengalikan semua faktor yang mempengaruhi dengan menggunakan rumus berikut ini :

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

...Rumus(III. 19) Arus Jenuh

Keterangan :

S = arus jenuh

S_o = arus jenuh dasar

F_{cs} = faktor penyesuaian ukuran kota

F_{sf} = faktor penyesuaian hambatan samping

F_g = faktor penyesuaian kelandaian

F_p = faktor penyesuaian parkir

F_{rt} = faktor penyesuaian kendaraan belok kanan

F_{lt} = faktor penyesuaian kendaraan belok kiri

a) Arus Jenuh Dasar (S_o)

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

$$S_o = 600 \times W_e$$

...Rumus(III. 20) Arus Jenuh Dasar

Keterangan :

W_e: Lebar masuk suatu pendekat (m)

b) Faktor Penyesuain Ukuran Kota (F_{cs})

Faktor koreksi ukuran kota apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang. Untuk faktor penyesuaian ukuran kota pada perhitungan arus jenuh sama dengan faktor penyesuaian pada perhitungan kapasitas.

c) Faktor Penyesuain Hambatan Samping (F_{sf})

Faktor koreksi penyesuaian gesekan samping apabila semakin besar akan mengurangi tundaan dan antrian pada sebuah simpang.

Tabel III. 9 Faktor Penyesuain 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
Permukiman (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

Sumber:MKJI 1997

d) Faktor Penyesuain Kelandaian (Fg)

Faktor koreksi penyesuaian kelandaian apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang. Untuk menentukan faktor penyesuaian kelandaian digunakan grafik.

e) Faktor Penyesuain Parkir (Fp)

Faktor penyesuaian parkir disesuaikan dengan menggunakan gambar grafik sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang di parkir pertama. Faktor koreksi koreksi penyesuaian parkir apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang. Faktor penyesuaian parkir juga dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut, yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau.

$$F_p = ((L_p/3 - (w_a - 2)) \times (L_p/3 - g) / w_a) / g$$

...Rumus(III. 21) Faktor Penyesuaian Parkir

Keterangan :

L_p : jarak antar garis henti dan kendaraan yang diparkir

w_a : lebar pendekat

g : waktu hijau pendekat

f) Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{lt})

Ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri

$$F_{lt} = 1,0 - P_{lt} \times 0,16$$

...Rumus(III. 22) Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Sedangkan dalam 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.

g) Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{rt})

Ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan (hanya untuk pendekat tipe P, tanpa median, jalan dua arah).

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

...Rumus(III. 23) Faktor Penyesuaian Belok Kanan

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.

2. Waktu Siklus

Untuk menentukan besarnya waktu siklus yang diperlukan oleh persimpangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$C = (1,5 L + 5) / (1 - IFR)$$

...Rumus(III. 24) Waktu Siklus

Keterangan :

C : waktu siklus (detik)

IFR : nisbah arus persimpangan (ΣF_{crit} terbesar)

L : waktu hilang per siklus (detik)

Li : waktu hilang awal hijau + waktu hijau antara

3. Waktu Hijau (g_i)

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih peka terhadap kesalahan – kesalahan dalam pembagian waktu hijau daripada terhadap terlalu panjangnya waktu siklus. Penyimpangan kecilpun dari rasio hijau (g/c) yang ditentukan menghasilkan bertambah tingginya tundaan rata – rata pada simpang tersebut. Untuk menghitung nilai waktu hijau dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$g_i = \left(\frac{F_{crit}}{IFR} x(c - L) - 1 \right)$$

...Rumus(III. 25) Waktu Hijau

Keterangan :

g_i : waktu hijau efektif untuk fase 1

F_{crit} : nisbah untuk arus fase 1

4. Kapasitas (c)

Untuk perhitungan kapasitas pada masing – masing pendekatan menggunakan rumus berikut ini :

$$C = S x (g/c)$$

...Rumus(III. 26) Kapasitas

5. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan merupakan rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekatan. Derajat kejenuhan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$DS = \frac{Q_{total}}{C}$$

...Rumus(III. 27) Derajat Kejenuhan

6. Jumlah Antrian (NQ)

Hasil perhitungan derajat kejenuhan digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

Untuk derajat kejenuhan , $DS > 0,5$ maka perhitungan jumlah antrian menggunakan rumus berikut ini :

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

...Rumus(III. 28) Jumlah Antrian NQ1

Sedangkan untuk nilai $DS \leq 0,5$, $NQ1 = 0$ $NQ1$ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya Untuk menentukan jumlah antrian yang datang selama fase merah digunakan rumus sebagai berikut ini:

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

...Rumus(III. 29) Jumlah Antrian NQ2

$NQ2$ = jumlah smp yang datang selama fase merah Untuk mendapatkan berapa jumlah antrian total yaitu dihitung dengan cara menjumlahkan antrian yang pertama dengan jumlah antrian yang kedua.

$$NQ_{tot} = NQ1 + NQ2$$

...Rumus(III. 30) Jumlah Antrian NQ_{tot}

7. Panjang Antrian

Panjang antrian dihitung dengan mengalikan NQ maks dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp. Luas rata-rata yang digunakan adalah 20m. Rumus yang digunakan untuk menghitung panjang antrian adalah sebagai berikut:

$$QL = (NQ_{maks} \times 20) / W_e$$

...Rumus(III. 31) Panjang Antrian

Keterangan :

QL = panjang antrian (m)

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, Nq_{maks} dapat dicari dengan menggunakan grafik probability over loading (pol) / peluang pembebanan lebih.

8. Laju Henti (NS)

Untuk laju henti masing – masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata – rata berhenti per smp (termasuk terhenti berulang dalam antrian) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Qxc} \times 3600$$

...Rumus(III. 32) Laju Henti

Setelah menghitung laju henti, untuk menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) masing – masing pendekat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Nsv = Q \times NS$$

...Rumus(III. 33) Jumlah Kendaraan Terhenti

Keterangan :

NS : laju henti (stop/smp)

NQ : jumlah antrian (smp)

Q : arus lalulintas (smp/jam)

C : waktu siklus (detik)

9. Tundaan (D)

Setiap pendekat tundaan lalulintas rata – rata ditimbulkan akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan – gerakan lainnya pada simpang. Untuk menghitung tundaan lalulintas rata – rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

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

...Rumus(III. 34) Tundaan lalu lintas rata-rata

Keterangan:

DT : Tundaan Lalu Lintas

c : Waktu siklus yang disesuaikan

A : $\frac{0.5 \times (1-GR)}{1-(GR \times DS)}$

GR : Rasio Hijau(g/c)

DS : Derajat Kejenuhan

NQ1 : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C : Kapasitas(smp/jam)

Tundaan geometrik pada masing – masing kaki simpang dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$DG = (1 - NS)x Pt x 6 + (NS x 4)$$

...Rumus(III. 35) Tundaan Geometrik

3.5 TINGKAT PELAYANAN SIMPANG

Tingkat pelayanan adalah suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui kualitas suatu ruas jalan tertentu dalam melayani arus lalu lintas yang melewatinya. Hubungan antara kecepatan dan volume jalan perlu di ketahui karena kecepatan dan volume merupakan aspek penting dalam menentukan tingkat pelayanan jalan. Apabila volume lalu lintas pada suatu jalan meningkat dan tidak dapat mempertahankan suatu kecepatan konstan, maka pengemudi akan mengalami kelelahan dan tidak dapat memenuhi waktu perjalanan yang direncanakan. Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 tahun 2015, tingkat pelayanan pada persimpangan mempertimbangkan faktor tundaan dan kapasitas persimpangan. Terkait dengan tingkat pelayanan pada persimpangan prioritas dapat dilihat pada Tabel III.10.

Tabel III. 10 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)
A	< 5
B	5–15
C	15-25
D	25-40
E	40-60
F	> 60

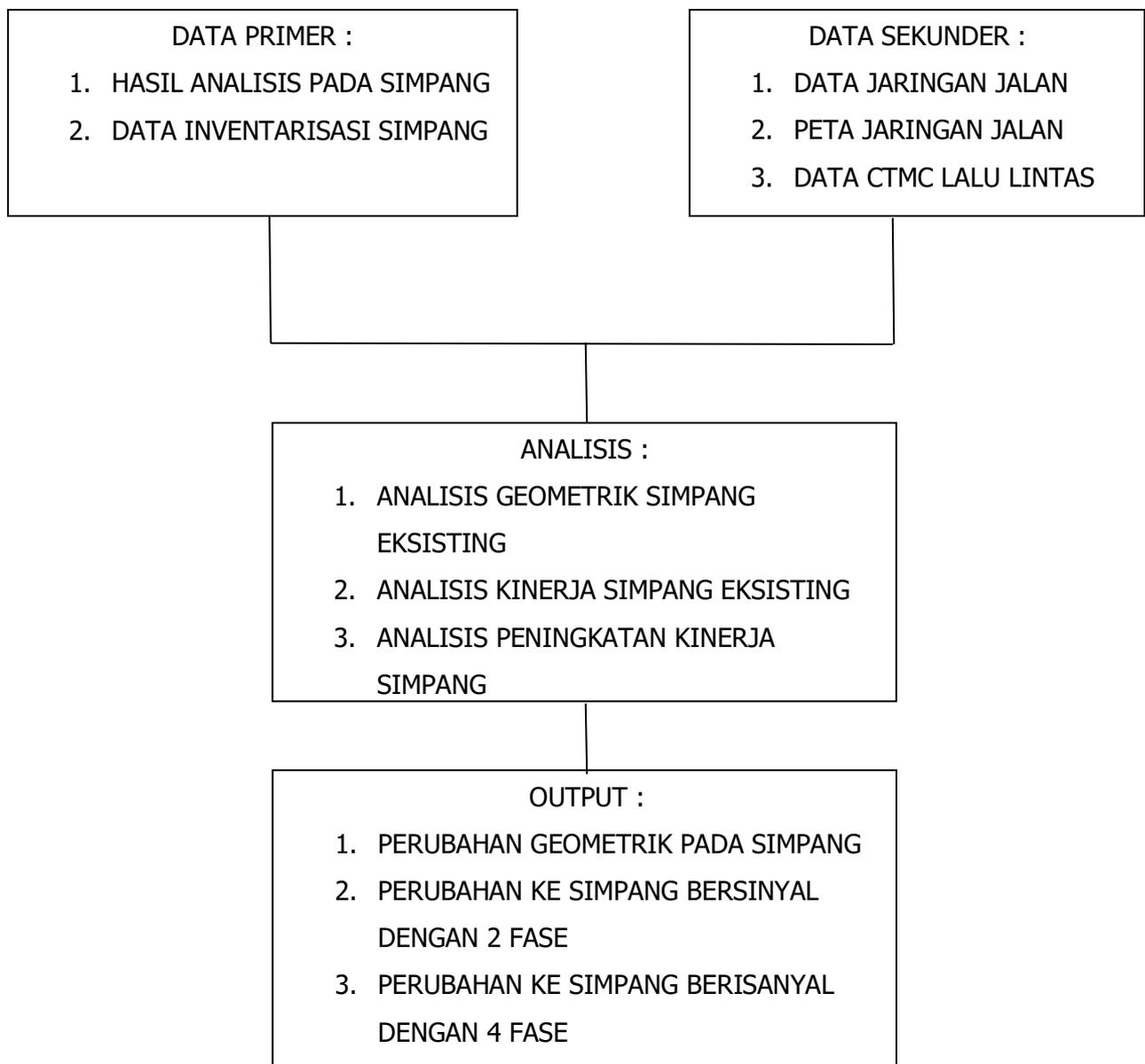
Sumber : Peraturan Menti Perhubungan No 96 Tahun 2015

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

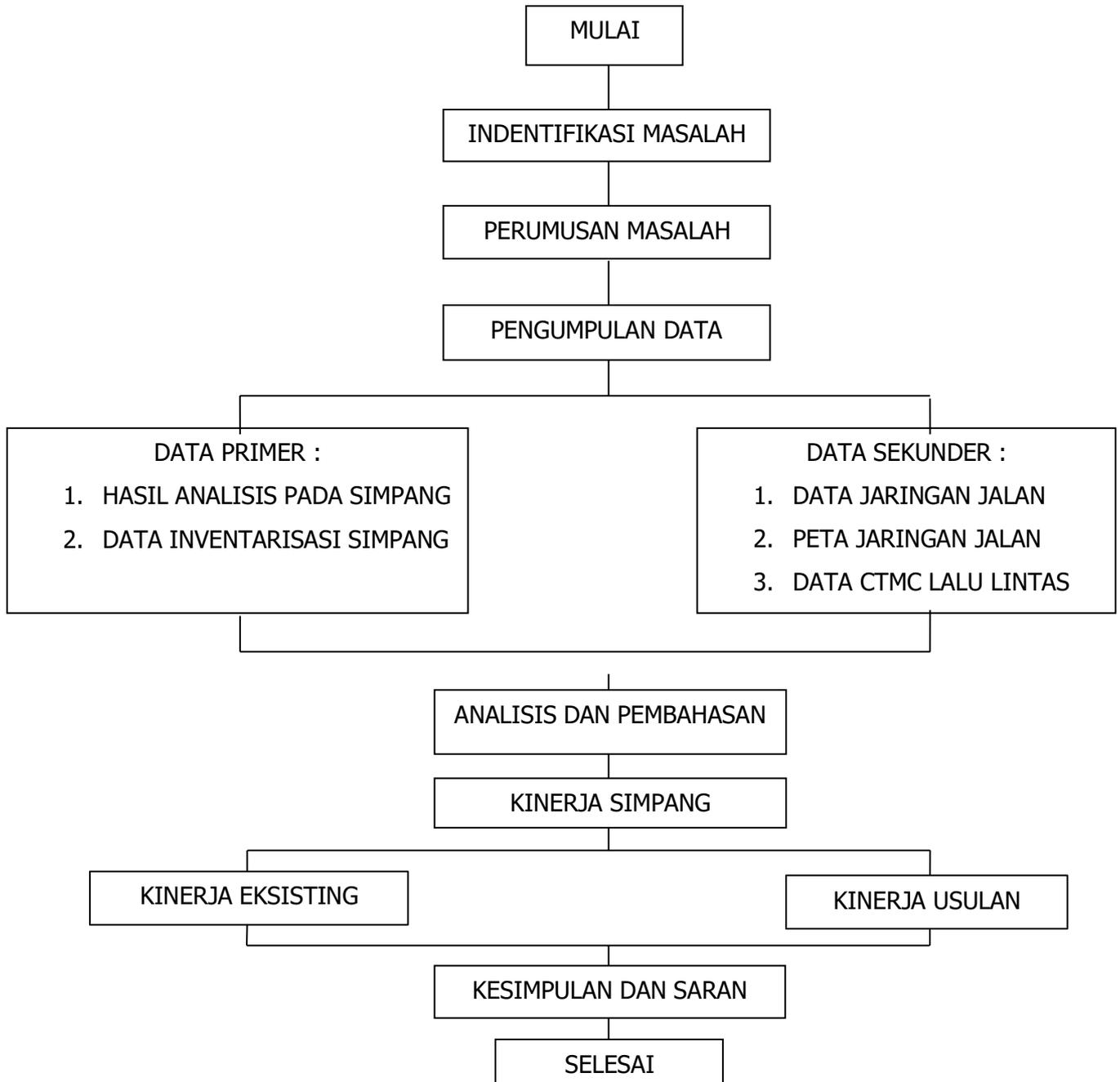
4.1 ALUR PIKIR

Untuk meningkatkan pemahaman terkait proses pengerjaan penelitian ini maka harus dibuat alur pikir dan desain proses penelitian. Pada desain penelitian ini akan dijelaskan urutan proses penelitian mulai dari menginput data sampai dengan didapatkan output-nya, sebagai berikut :



4.2 BAGAN ALIR

Agar dapat dengan mudah dalam hal pemahaman penulisan Kertas Kerja Wajib ini, penulis menggunakan metode-metode yang dapat digambarkan dalam bagan alir penelitian pada gambar dibawah ini.



4.3 TEKNIK PENGUMPULAN DATA

4.3.1 Teknik Pengumpulan Data Sekunder

Metode ini digunakan untuk mendapatkan data sekunder dengan cara mendatangi instansi terkait, seperti ; kantor Dinas Perhubungan Kabupaten Lampung Tengah, Kantor Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Lampung Tengah dan Bappeda Kabupaten Lampung Tengah. Berikut ini adalah target data sekunder :

1. Peta jaringan jalan, didapat dari Dinas Perhubungan dan Dinas PUPR.
2. Peta Tata Guna Lahan, didapat dari Bappeda.

4.3.2 Teknik Pengumpulan Data Primer

Metode ini dilakukan untuk memperoleh data-data dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan, untuk memperoleh kinerja lalu lintas secara akurat pada area studi. Adapun surveysurvey yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Survey Inventarisasi Simpang

Survey ini dilakukan untuk memperoleh data tentang panjang jalan, lebar dimensi jalan, serta kelengkapan prasarana fasilitas jalan seperti rambu, marka jalan, trotoar, fasilitas penyebrangan, median serta penerangan jalan dan kelengkapan lainnya pada simpang Kopel. Disamping itu juga untuk mengetahui tata guna lahan disekitar Simpang Kopel Lampung Tengah yang berguna dalam analisis permasalahannya.

Peralatan Survey yang dibutuhkan yaitu:

- a) Walking Measure
- b) Rol Meter
- c) Clip Board
- d) Formulir
- e) Alat Tulis.

Pelaksanaan Survey:

Survei inventarisasi persimpangan ini dilaksanakan dengan cara mengamati, mengukur, dan mencatat data ke dalam

formulir survey, sesuai dengan target data yang akan diambil. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survey ini adalah pengukuran langsung terhadap semua perlengkapan yang terdapat pada Persimpangan.

Target data:

- a) Panjang dan lebar jalan
- b) Jumlah dan jenis rambu
- c) Kondisi tata guna lahan
- d) Prasarana jalan lainnya

2. Survey gerakan membelok

Survey ini digunakan untuk mengetahui besarnya volume lalu lintas di daerah studi dimana perhitungan dilakukan selama 16 jam dimaksudkan untuk mengetahui jumlah kendaraan melintas dalam satu hari dan untuk mendapatkan data volume lalu lintas pada jam sibuk dengan melakukan klasifikasi kendaraan masing-masing lengan simpang.

Tujuan pelaksanaan survei gerakan membelok adalah untuk mendesain geometrik persimpangan, menganalisa sistem pengendalian persimpangan dan kapasitas dengan referensi khusus terhadap lalu lintas yang belok kanan dan studi-studi hambatan. Survei ini perlu dilakukan karena sebagian besar hambatan perjalanan terjadi pada persimpangan yang disebabkan karena persimpangan merupakan suatu sistem pembagian ruang, jadi bila satu kendaraan memperoleh prioritas, maka kendaraan yang lain akan terhambat. Prioritas diperlukan untuk memperkecil dan mengendalikan konflik yang terjadi, khususnya antara lalu lintas yang bergerak lurus dengan lalu lintas yang belok kanan dari arah yang berlawanan.

Peralatan survei yang dibutuhkan yaitu:

- a) Counter
- b) Clip Board dan alat tulis
- c) Formulir survei (yang terdapat pada lampiran)

4.4 METODE PENGEOLAHAN DATA

Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk mengolah data adalah dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Analisis kondisi simpang pada kondisi saat ini

Simpang Kopel merupakan simpang tidak bersinyal. Dilakukan analisis untuk mengetahui kinerja simpang dengan menghitung Kapasitas simpang, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian simpang serta lalu lintas harian rata – rata (LHR) untuk menentukan tipe pengendalian simpang yang sesuai dengan kondisi lalu lintas saat ini. Data – data yang digunakan didapatkan dari survei gerakan membelok terklasifikasi (CTMC) dan survei inventarisasi simpang pada masing – masing kaki simpang.

2. Analisis Kondisi Usulan

Setelah mengetahui kinerja simpang pada kondisi saat ini maka dapat ditentukan tipe pengendalian simpang menggunakan perhitungan LHR. Analisa kondisi usulan ini dilakukan dengan cara mencari kinerja persimpangan dari kondisi saat ini yang kemudian dilakukan pengoptimalisasian yaitu dengan meningkatkan kinerja dari persimpangan yang dirasa masih dapat ditingkatkan lagi menjadi lebih baik dengan memberikan usulan yang tepat, efektif dan efisien. Usulan – usulan yang dapat diberikan antara lain:

- a) Menjadikan Simpang tersebut menjadi simpang prioritas dengan memperhatikan jenis kendaraan dan volume lalu lintas pada simpang tersebut.
- b) Usulan menjadi simpang bersinyal dengan memperhatikan tundaan dan volume lalu lintas pada kondis saat ini dan juga memperhatikan derjat kejenuhan pada simpang tersebut.
- c) Usulan pengadaan bundaraan dengan memperhatikan geometrik dan volume lalu lintas serta persentase belok pada masing – masing kaki simpang

4.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian

Lokasi kegiatan penelitian dilaksanakan di Kabupaten Lampung Tengah terdapat 8 Kecamatan yang menjadi wilayah studi dan dibagi menjadi 22 zona, sedangkan lokasi penelitian berada di Kelurahan Yukum, Kecamatan Terbanggi Besar. Kegiatan penelitian Tim PKL Kabupaten Lampung Tengah dilakukan pada tanggal 28 Februari – 8 Mei 2022. Kegiatan penelitian dibagi dalam beberapa tahap pelaksanaan mulai dari identifikasi masalah, penentuan maksud dan tujuan, pengumpulan data dan keluaran (output).

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH

5.1 PERHITUNGAN KONDISI EKSISTING SIMPANG KOPEL

Perhitungan kondisi eksisting dilakukan dengan melakukan perhitungan simpang tidak bersinyal karena pada kondisi eksisting, Simpang Kopel tidak bersinyal sehingga perhitungan yang dilakukan adalah perhitungan simpang tidak bersinyal.

1. Perhitungan kapasitas simpang eksisting

Dalam perhitungan kapasitas simpang tidak bersinyal terdapat beberapa ketentuan dan faktor koreksi yang harus diperhatikan diantaranya adalah kapasitas dasar (C_0), Lebar pendekat rata-rata (F_w), median jalan (F_m), ukuran kota ($FCcs$), hambatan samping (F_{rsu}), faktor penyesuaian belok kanan (F_{rt}), faktor penyesuaian belok kiri (F_{rt}), dan faktor penyesuaian arus minor (F_{mi}). Berikut adalah perhitungan kapasitas Simpang Kopel.

a. Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas simpang berdasarkan jenis simpang. Dikarenakan tipe Simpang Kopel merupakan simpang dengan tipe 422 sehingga berdasarkan tabel III.3 kapasitas dasar simpang tersebut adalah 2900 smp/jam.

b. Lebar Pendekat rata-rata (F_w)

Berikut merupakan data perhitungan lebar pendekat pada Simpang Kopel:

Table V. 1 Lebar Pendekat Simpang Kopel

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Lebar Pendekat (m)	Status
1	U	Jl.Lintas Sumatera – Tulang Bawang	3,5 m	Lengan Mayor
2	T	Jl.Delapan – Terbanggi Besar	2,3 m	Lengan Minor

3	S	Jl.Lintas Sumatera – Bandar Lampung	3,5 m	Lengan Mayor
4	B	Jl.Ahmad Yani - Poncowati	2,3 m	Lengan Minor

Lebar pendekat rata-rata dari simpang tersebut adalah 2,9 m sehingga faktor penyesuaian untuk lebar pendekat rata-rata (F_w) menurut tabel III.4 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_w &= 0,70 + 0,0866 (W1) \\
 &= 0,70 + 0,0866 (2,9) \\
 &= 0,95
 \end{aligned}$$

c. Faktor Penyesuaian Median (F_m)

Pada simpang tersebut tidak terdapat median, sehingga faktor penyesuaian untuk median jalan (F_m) menurut tabel III.5 adalah 1,00.

d. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Jumlah penduduk Kabupaten Lampung Tengah adalah 1.391.683 jiwa sehingga faktor penyesuaian ukuran kota menurut tabel III.6 memiliki nilai 1,00

e. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{rsu})

Tata guna lahan di sekitar simpang merupakan komersial dengan hambatan samping sedang dan rasio kendaraan tak bermotor adalah 0, maka nilai faktor penyesuaian hambatan samping (F_{rsu}) menurut tabel III.7 adalah 0,94.

f. Faktor Penyesuaian belok kiri (F_{lt})

Faktor Penyesuaian rasio belok kiri berdasarkan rumus III.7 didapatkan dari perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_{lt} &= 0.84 + 1.61 P_{lt} \\
 &= 0.84 + 1.61 \left(\frac{\text{volume kendaraan belok kiri}}{\text{volume kendaraan yang melintas}} \right) \\
 &= 0.84 + 1.61 \left(\frac{406}{2515} \right)
 \end{aligned}$$

$$F_{lt} = 1,10$$

g. Faktor Penyesuaian belok kanan (Frt)

Faktor penyesuaian rasio belok kanan didapat dari ketentuan MKJI jika 4 lengan maka Frt = 1,0

h. Faktor Penyesuaian arus minor (Fmi)

Faktor penyesuaian arus minor didapatkan dari hasil berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rasio Arus minor} &= \frac{\text{Volume Arus Minor}}{\text{Volume Arus Mayor} + \text{Volume Arus Minor}} \\ &= \frac{1187}{3837} \\ &= 0,27 \end{aligned}$$

Karena rasio arus minor adalah 0.26 maka sesuai rumus pada tabel III.8 untuk simpang dengan tipe 422 yang memiliki rasio arus minor diantara 0,1 sampai 0,9 nilai faktor penyesuaian arus minornya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Fmi &= 1,19 \times Pmi^2 - 1,19 \times Pmi + 1,19 \\ &= 1,19 \times 0,27^2 - 1,19 \times 0,27 + 1,19 \end{aligned}$$

$$Fmi = 0,96$$

i. Kapasitas

Perhitungan kapasitas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C &= Co \times Fw \times Fm \times Fcs \times Frsu \times Flt \times Frt \times Fmi \\ &= 2900 \times 0,95 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,94 \times 1,10 \times 1,0 \times 0,96 \\ &= 2725 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Derajat Kejenuhan

Perhitungan derajat kejenuhan merupakan hasil dari jumlah arus dibagi dengan kapasitas. Total arus hasil survey adalah 2515 smp/jam dan kapasitasnya adalah 2725 smp/jam sehingga perhitungan derajat kejenuhannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{2515}{2725} \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Peluang Antrian

Peluang antrian dapat dihitung menggunakan rumus III.15 pada bab III sebagai berikut:

$$\begin{aligned}QP\% &= 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \\ &= 9,02 \times 0,92 + 20,66 \times 0,92^2 + 10,49 \times 0,92^3 \\ &= 34\%\end{aligned}$$

4. Perhitungan tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk menilai kinerja simpang. Perhitungan tundaan menggunakan rumus III.10 karena Derajat Kejenuhan (DS) dari Simpang Kopel adalah 0,92.

d. Tundaan Lalu Lintas

Berikut perhitungan tundaan lalu lintas

$$\begin{aligned}DT &= 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 DS) - (1 - DS) \times 2 \\ &= 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 \times 0,92) - (1 - 0,92) \times 2 \\ &= 12,09 \text{ detik}\end{aligned}$$

e. Tundaan Geometrik

Berikut perhitungan tundaan geometrik

$$\begin{aligned}DG &= (1 - DS) \times (Pt \times 6 + (1 - Pt) \times 3) + DS \times 4 \\ &= 3,92 \text{ detik}\end{aligned}$$

f. Tundaan Simpang

Tundaan Simpang Merupakan jumlah dari tundaan lalu lintas dengan tundaan geometrik

$$\begin{aligned}D &= DT + DG \\ &= 12,09 + 3,92 \\ &= 16,01 \text{ detik}\end{aligned}$$

5. Kesimpulan Kinerja Simpang Eksisting Simpang Kopel

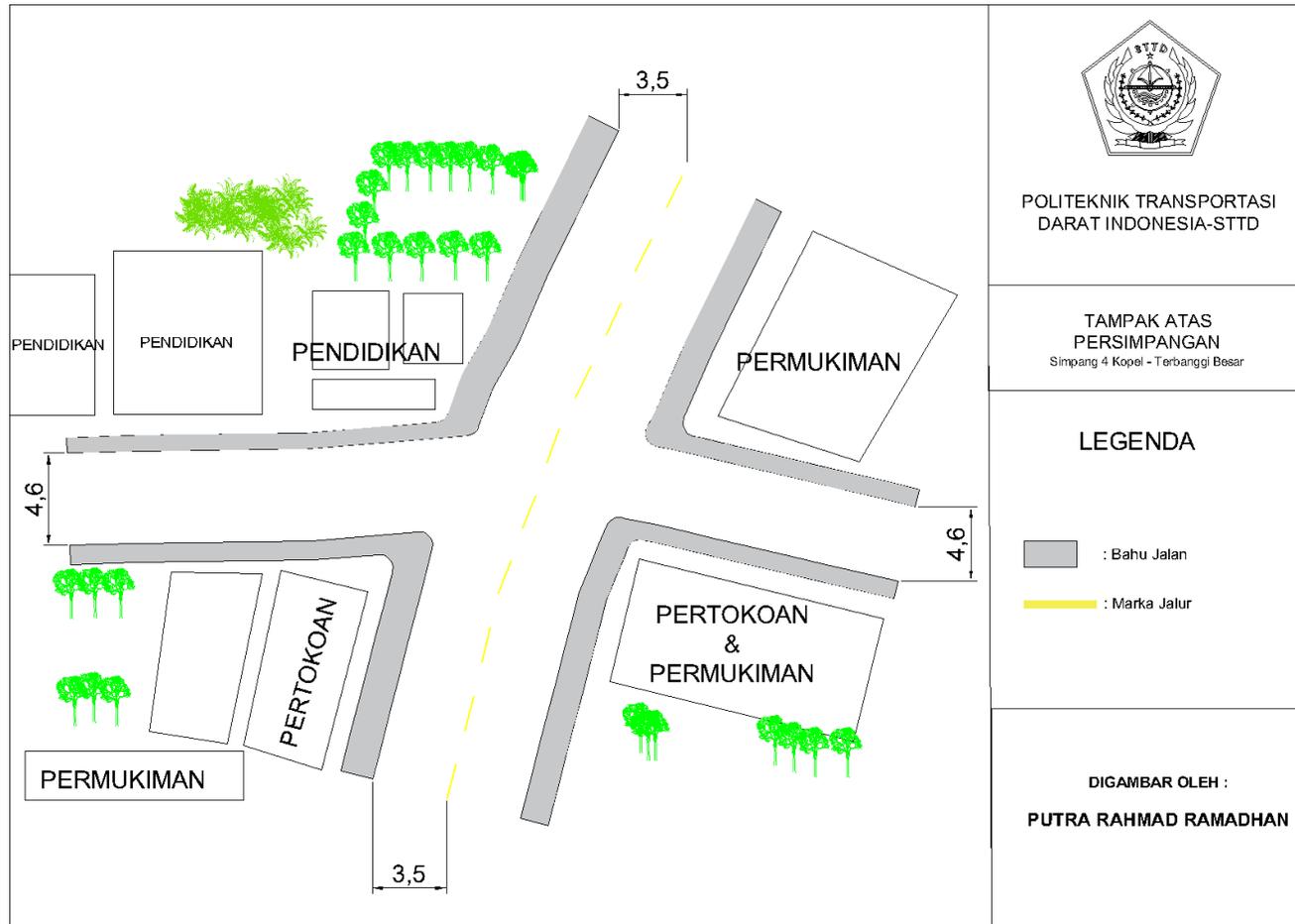
Kondisi eksisting simpang Kopel memiliki kinerja sebagai berikut:

$$\text{Derajat Kejenuhan (DS)} = 0,92$$

$$\text{Peluang Antrian (QP)} = 34\%$$

$$\text{Tundaan Simpang (D)} = 16,01 \text{ detik}$$

Tingkat Pelayanan Simpang Kopel kondisi eksisting adalah C.



Gambar V. 1 Layout Simpang Kopel

5.2 ANALISIS SIMPANG KOPEL USULAN I

Setelah Kondisi eksisting diketahui, maka pada tahap ini dilakukan perhitungan usulan pertama dengan menambah lebar pada semua kaki simpang guna meningkatkan kapasitas simpang Kopel. Berikut adalah perhitungan untuk usulan I Simpang Kopel.

1. Perhitungan kapasitas simpang pelebaran

Dalam perhitungan kapasitas simpang tidak bersinyal terdapat beberapa ketentuan dan faktor koreksi yang harus diperhatikan diantaranya adalah kapasitas dasar (C_0), Lebar pendekat rata-rata (F_w), median jalan (F_m), ukuran kota ($FCcs$), hambatan samping (F_{rsu}), faktor penyesuaian belok kanan (F_{rt}), faktor penyesuaian belok kiri (F_{rt}), dan faktor penyesuaian arus minor (F_{mi}). Berikut adalah perhitungan kapasitas Simpang Kopel.

a. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar merupakan kapasitas simpang berdasarkan jenis simpang. Dikarenakan tipe simpang Pucang merupakan simpang dengan tipe 422 sehingga berdasarkan tabel III.3 kapasitas dasar simpang tersebut adalah 2900 smp/jam.

b. Lebar Pendekat rata-rata (F_w)

Berikut merupakan data perhitungan lebar pendekat pada Simpang Kopel:

Table V. 2 Lebar Pendekat Simpang Kopel (Pelebaran)

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Lebar Pendekat (m)	Status
1	U	Jl.Lintas Sumatera – Tulang Bawang	4,5 m	Lengan Mayor
2	T	Jl.Delapan – Terbanggi Besar	3,3 m	Lengan Minor
3	S	Jl.Lintas Sumatera – Bandar Lampung	4,5 m	Lengan Mayor

4	B	Jl.Ahmad Yani - Poncowati	3,3 m	Lengan Minor
---	---	------------------------------	-------	-----------------

Lebar pendekat rata-rata dari simpang tersebut adalah 3,9 m sehingga faktor penyesuaian untuk lebar pendekat rata-rata (Fw) menurut tabel III.4 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Fw &= 0,70 + 0,0866 (W1) \\ &= 0,70 + 0,0866 (3,9) \\ &= 1,04 \end{aligned}$$

c. Faktor Penyesuaian Median (Fm)

Pada simpang tersebut tidak terdapat median, sehingga faktor penyesuaian untuk median jalan (Fm) menurut tabel III.5 adalah 1,00

d. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Jumlah penduduk Kabupaten Lampung Tengah adalah 1.391.683 jiwa sehingga faktor penyesuaian ukuran kota menurut tabel III.6 memiliki nilai 1,00.

e. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Frsu)

Tata guna lahan di sekitar simpang merupakan komersial dengan hambatan samping sedang dan rasio kendaraan tak bermotor adalah 0, maka nilai faktor penyesuaian hambatan samping (Frsu) menurut tabel III.7 adalah 0,94.

f. Faktor Penyesuaian belok kiri (Flt)

Faktor Penyesuaian rasio belok kiri berdasarkan rumus III.7 didapatkan dari perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Flt &= 0.84 + 1.61 Plt \\ &= 0.84 + 1.61 \left(\frac{\text{volume kendaraan belok kiri}}{\text{volume kendaraan yang melintas}} \right) \\ &= 0.84 + 1.61 \left(\frac{406}{2515} \right) \end{aligned}$$

$$Flt = 1,10$$

g. Faktor Penyesuaian belok kanan (Frt)

Faktor penyesuaian rasio belok kanan didapat dari ketentuan MKJI jika 4 lengan maka Frt = 1,0

h. Faktor Penyesuaian arus minor (Fmi)

Faktor penyesuaian arus minor didapatkan dari hasil berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rasio Arus minor} &= \frac{\text{Volume Arus Minor}}{\text{Volume Arus Mayor} + \text{Volume Arus Minor}} \\ &= \frac{1187}{3837} \\ &= 0,27 \end{aligned}$$

Karena rasio arus minor adalah 0.26 maka sesuai rumus pada tabel III.8 untuk simpang dengan tipe 422 yang memiliki rasio arus minor diantara 0,1 sampai 0,9 nilai faktor penyesuaian arus minornya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Fmi &= 1,19 \times Pmi^2 - 1,19 \times Pmi + 1,19 \\ &= 1,19 \times 0,27^2 - 1,19 \times 0,27 + 1,19 \\ Fmi &= 0,96 \end{aligned}$$

i. Kapasitas

Perhitungan kapasitas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C &= Co \times Fw \times Fm \times Fcs \times Frsu \times Flt \times Frt \times Fmi \\ &= 2900 \times 1,04 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,94 \times 1,10 \times 1,0 \times 0,96 \\ &= 2974 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Derajat Kejenuhan

Perhitungan derajat kejenuhan merupakan hasil dari jumlah arus dibagi dengan kapasitas. Total arus hasil survey adalah 2515 smp/jam dan kapasitasnya adalah 2974 smp/jam sehingga perhitungan derajat kejenuhannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{2515}{2974} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Peluang Antrian

Peluang antrian dapat dihitung menggunakan rumus III.15 pada bab III sebagai berikut:

$$QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

$$= 9,02 \times 0,85 + 20,66 \times 0,85^2 + 10,49 \times 0,85^3$$

$$= 29\%$$

4. Perhitungan tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk menilai kinerja simpang. Perhitungan tundaan menggunakan rumus III.10 karena Derajat Kejenuhan (DS) dari Simpang Kopel adalah 0,85.

a. Tundaan Lalu Lintas

Berikut perhitungan tundaan lalu lintas

$$DT = 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 DS) - (1 - DS) \times 2$$

$$= 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 \times 0,85) - (1 - 0,85) \times 2$$

$$= 10,04 \text{ detik}$$

b. Tundaan Geometrik

Berikut perhitungan tundaan geometrik

$$DG = (1 - DS) \times (Pt \times 6 + (1 - Pt) \times 3) + DS \times 4$$

$$= 3,85 \text{ detik}$$

c. Tundaan Simpang

Tundaan Simpang Merupakan jumlah dari tundaan lalu lintas dengan tundaan geometrik

$$D = DT + DG$$

$$= 10,04 + 3,85$$

$$= 13,88 \text{ detik}$$

5. Kesimpulan Kinerja Pelebaran Simpang Kopel

Kondisi Pelebaran simpang Kopel memiliki kinerja sebagai berikut:

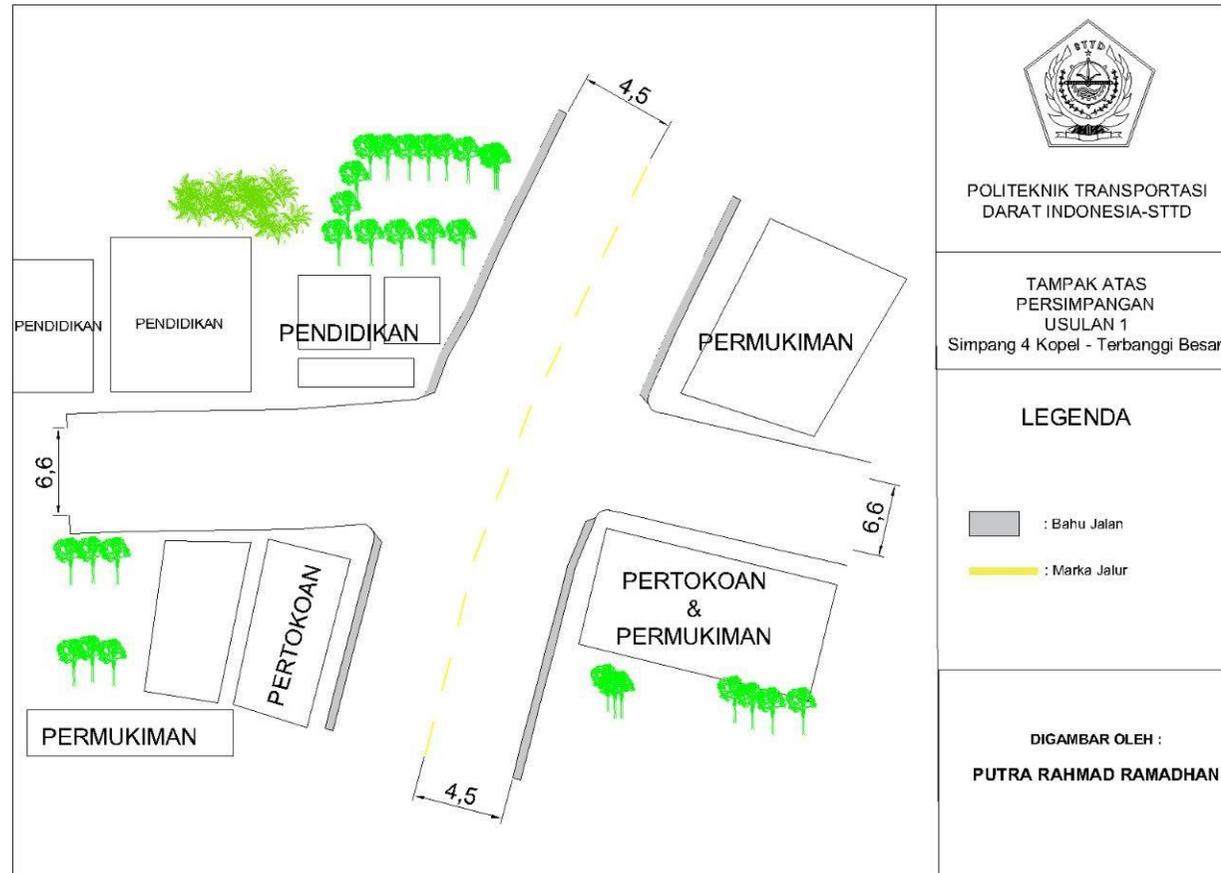
Derajat Kejenuhan (DS) = 0,85

Peluang Antrian (QP) = 29 %

Tundaan Simpang (D) = 13,88 detik

Tingkat Pelayanan Simpang Kopel kondisi eksisting adalah B.

Untuk kekurangan dari usulan tersebut yaitu diperlukannya biaya dan waktu pada perencanaan pelebaran pada masing - masing kaki simpang. Jadi untuk usulan ini perlu adanya tindakan khusus dari pemerintah untuk melakukan pembebasan lahan di sekitar persimpangan guna memperlancar tingginya arus lalu lintas yang semakin meningkat.



Gambar V. 2 Kondisi Usulan I (setelah pelebaran)

5.3 PENENTUAN TIPE PENGENDALI SIMPANG

Pengendalian simpang ditentukan menggunakan grafik kriteria penentuan pengaturan persimpangan yang tercantum pada gambar V.2 Faktor yang mempengaruhi jenis pengendalian pada grafik tersebut adalah volume lalu lintas harian pada kaki simpang minor dan mayor.

Perhitungan digunakan satuan waktu (jam) dalam periode waktu tertentu, misalkan dengan peak pagi, siang dan sore. Penjumlahan dari masing-masing golongan kendaraan (HV, LV, dan MC) pada jam sibuk adalah volume jam perencanaan, yang kemudian dibagi dengan faktor K menghasilkan volume lalu lintas harian. Faktor K ditentukan berdasarkan tipe jumlah penduduk kota dan tipe tata guna lahan disekitar persimpangan. Didapat perhitungan untuk simpang Kopel:

a. Arus Jalan Minor

Volume Jam Perencanaan	= 679 smp/jam
Faktor K	=7% karena jumlah penduduk Kabupaten Lampung Tengah diatas 1 juta penduduk dan tata guna lahan sekitar lokasi persimpangan merupakan daerah komersial.

Ditanya : Lalu lintas harian?

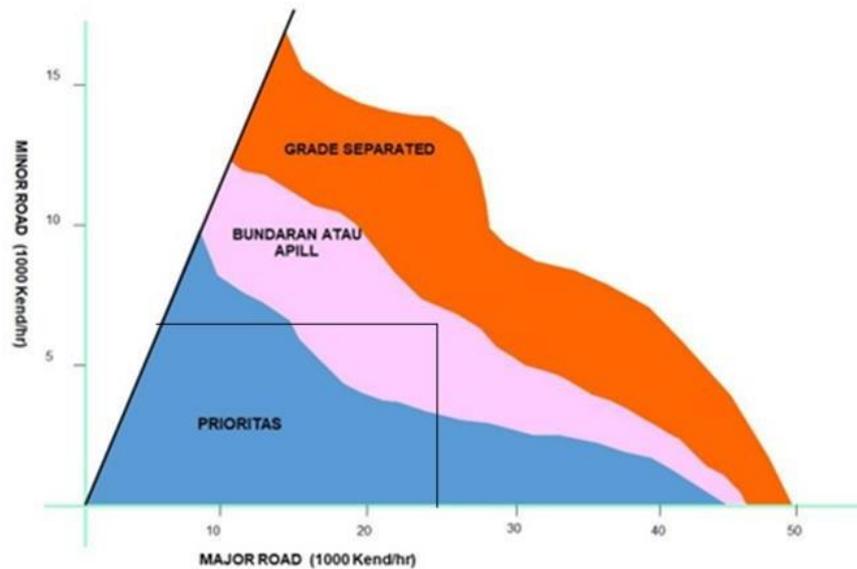
Dijawab : Lalu lintas harian = Volume jam perencanaan/ Faktor K
= $679/0,07$
= 9700 kendaraan/hari

b. Arus Jalan Mayor

Volume Jam Perencanaan	=1836 smp jam
Faktor K	=7% karena jumlah penduduk Kabupaten Lampung Tengah diatas 1 juta penduduk dan tata guna lahan sekitar lokasi persimpangan merupakan daerah komersial.

Ditanya : Lalu lintas harian

Dijawab : Lalu lintas harian = Volume jam perencanaan/Faktor K
 = 1836/0,07
 =26.228 kendaraan/hari



Gambar V. 3 Diagram Tipe Pengendali Simpang

Dari hasil perhitungan kendaraan yang melintas pada simpang tersebut, maka hasil yang dapat dilihat dari pengaturan simpang Kopel adalah Bundaran atau simpang Apill.

Table V. 3 Perhitungan Bundaran

Tipe bundaran	Jari-jari bundaran (m)	Jumlah lajur masuk	Lebar lajur masuk W_I (m)	Panjang jalinan L_w (m)	Lebar jalinan W_w (m)
R10 - 11	10	1	3,5	23	7
R10 - 22	10	2	7,0	27	9
R14 - 22	14	2	7,0	31	9
R20 - 22	20	2	7,0	43	9

Sumber: MKJI

Dilihat dari table diatas perhitungan bundaran minimal untuk lebar jalur masuk adalah 3,5 m. Tetapi pada kaki simpang Kopel Timur dan Barat lebar jalur masuk yang telah dilakukan pelebaran adalah 3,3 m.

Dengan lebar jalur masuk pada kaki simpang Timur dan Barat yang tidak memenuhi kriteria dengan perencanaan bundaran karena sudah tidak bisa dilebarkan. Dan akan berdampak pada tundaan yang lebih besar karena kurang tepatnya menggunakan bundaran maka tipe pengendali simpang untuk simpang Kopel yang tepat adalah simpang Apill.

5.4 ANALISIS SIMPANG KOPEL KONDISI USULAN II

Pada kondisi usulan II ini Simpang Kopel dilakukan skenario dengan pemasangan APILL dengan 2 fase. Berikut merupakan perhitungan dari kondisi usulan II Simpang Kopel.

1. Perhitungan Kapasitas (S)

a. Arus Jenuh (So)

Perhitungan arus jenuh terlebih dahulu menghitung faktor – faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas tersebut (P) dengan rumus sebagai berikut:

$$So = 600 \times We$$

Untuk perhitungan arus jenuh dasar pada pendekat tipe (O) dapat dilihat pada grafik penentuan So dengan melihat Qrt dan Qrto. Pada usulan ini terdapat Empat kaki simpang yang merupakan tipe terlawan. Untuk kaki simpang Timur memiliki Qrt sebesar 248 smp/jam dan Qrto 150 smp/jam dengan lebar pendekat 3,3 meter, maka untuk arus jenuh dasar pada kaki simpang Timur yaitu sebesar 1800 smp/jam, dan untuk kaki simpang Barat memiliki Qrt sebesar 150 smp/jam dan Qrto 248 smp/jam, maka untuk arus jenuh dasar pada kaki simpang Selatan yaitu sebesar 1450 smp/jam.

Untuk keseluruhan kaki persimpangan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table V. 4 Arus Jenuh Dasar Simpang Kopel

No	Kode Pendekat	Lebar Efektif (We)	Arus Jenuh Dasar(So) (smp/jam)
1	U	4,5 m	2700
2	T	3,3 m	1800
3	S	4,5 m	2700
4	B	3,3 m	1450

b. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf)

Untuk faktor penyesuaian hambatan samping dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Table V. 5 Faktor Penyesuaian Hambatan Simpang

No	Kode Pendekat	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor (Pum)	Fsf
1	U	Sedang	Komersial	0	0,94
2	T	Sedang	Komersial	0	0,94
3	S	Sedang	Komersial	0	0,94
4	B	Sedang	Komersial	0	0,94

c. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs)

Ukuran faktor penyesuaian ukuran kota, Kabupaten Lampung Tengah memiliki jumlah 1.391.683 juta jiwa sehingga FCcs = 1,00

d. Kelandaian (Fg)

Kelandaian persimpangan untuk masing – masing kaki simpang adalah datar (0%), oleh karena itu Fg = 1

e. Parkir (Fp)

Tidak ada ruang parkir disekitaran persimpangan Kopel sehingga faktor penyesuaian parkirnya adalah Fp = 1

f. Presentase Belok Kanan

Menentukan presentase belok kanan ditentukan dengan menggunakan rumus

$$Prt = \frac{Rt}{Q}$$

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

Faktor ini hanya berlaku pada lengan simpang tanpa median dengan pengaturan fase terlindung jalan dua arah. Untuk simpang Kopel maka menggunakan rumus:

$$Frt = 1 + Prt \times 0,26$$

Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table V. 6 Presentase Belok Kanan

No	Kode Pendekat	Prt	Frt
1	U	0,65	1,17
2	T	0	1,0
3	S	0,64	1,17
4	B	0	1,0

g. Prenstase Belok Kiri

Menentukan faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dengan rumus

$$Plt = \frac{Lt}{Q}$$

Plt = jumlah belok kiri dibagi jumlah total volume pada kaki simpang yang sama.

Faktor ini hanya berlaku pada lengan simpang tanpa belok kiri langsung dengan pengaturan fase terlindung. Untuk simpang Kopel maka menggunakan rumus

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

Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table V. 7 Presentase Belok Kiri

No	Kode Pendekat	Plt	Flt
1	U	0,03	1,0
2	T	0	1,0
3	S	0,13	0,98
4	B	0	1,0

h. Arus Jenuh (S)

Arus jenuh pada masing – masing kaki simpang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times Fp \times Frt \times Flt$$

Untuk perhitungan dapat dilihat table berikut:

Table V. 8 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

No	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (Smp/jam)
1	U	2700	1	0,94	1	1	1,17	1,0	2953
2	T	1800	1	0,94	1	1	1,0	1,0	1692
3	S	2700	1	0,94	1	1	1,17	0,98	2903
4	B	1450	1	0,94	1	1	1,0	1,0	1363

i. Rasio Arus (FR)

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

$$FR = Q/S$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Table V. 9 Perhitungan Rasio Arus

No	Kode Pendekat	Arus	Kapasitas Disesuaikan	Rasio Arus
1	U	533	2953	0,18
2	T	366	1692	0,22
3	S	752	2903	0,26
4	B	211	1363	0,20

j. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio simpang dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} IFR &= \sum (FR_{crit}) \\ &= 0,26 + 0,22 \\ &= 0,48 \end{aligned}$$

k. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara F_{crit} dan IFR menggunakan rumus berikut:

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

Perhitungan lebih lengkapnya pada tabel berikut ini:

Table V. 10 Perhitungan Rasio Fase

No	Kode Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
1	U	0,18	0,55
2	T	0,22	0,45
3	S	0,26	0,55
4	B	0,20	0,45

2. Perhitungan Siklus

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari MKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase.

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu siklus dapat dicari dengan rumus seperti yang tercantum pada bab III.

$$\begin{aligned}c &= (1,5 \times LTI + 5)/(1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 8 + 5)/(1 - 0,48) \\ &= 32 \text{ detik}\end{aligned}$$

b. Waktu Hijau

Untuk mencari waktu hijau pada masing – masing fase, menggunakan rumus pada bab III.

$$g_i = (C - LTI) \times PR$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 11 Waktu Siklus dan Hijau Simping Kopel

No	Lengan	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	U	0,55	13
2	T	0,45	11
3	S	0,55	13
4	B	0,45	11

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuain

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Karena pada skenario ini menggunakan 2 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar untuk kaki mayor dan kaki minor simpang.

$$\begin{aligned}\Sigma c &= g + LTI \\ &= (13 + 11) + 8 \\ &= 32 \text{ detik}\end{aligned}$$

d. Kapasitas

Kapasitas dapat dihitung menggunakan rumus yang ada pada bab III sebagai berikut:

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table V. 12 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap pendekat

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	U	2953	13	32	1212
2	T	1692	11	32	580
3	S	2903	13	32	1192
4	B	1363	11	32	467

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada bab III sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Perhitungan lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 13 Perhitungan Derajat Kejenuhan

No	Kode Pendekat	Arus(Q)	Kapasitas(C)	Derajat Kejenuhan
1	U	533	1212	0,44
2	T	366	580	0,63
3	S	752	1192	0,63
4	B	211	467	0,45

3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Jumlah panjang antrian total berdasarkan rumus adalah

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Dimana NQ1 menggunakan rumus yaitu:

$$NQ1 = 0.25 \times C \times \left((DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0.5)}{C}} \right)$$

untuk hasil perhitungan NQ1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 14 Perhitungan Jumlah smp pada fase sebelumnya

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C)	DS	NQ1 (m)
1	U	1212	0,44	-0,11
2	T	580	0,63	0,35
3	S	1192	0,63	0,35
4	B	467	0,45	-0,09

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Untuk hasil perhitungan NQ2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 15 Perhitungan Jumlah smp yang datang selama fase merah

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (g/c)	Waktu Siklus (c)	DS	Q	NQ2
1	U	0,41	32	0,44	533	3,67
2	T	0,34	32	0,63	366	2,95
3	S	0,41	32	0,63	752	5,77
4	B	0,34	32	0,45	211	1,57

Kemudian dapat dihitung jumlah rata – rata antrian pada awal sinyal hijau menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Untuk perhitungan NQ dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 16 Perhitungan jumlah rata-rata antrian pada sinyal hijau

No	Kode Pendekat	NQ1	NQ2	NQtot
1	U	-0,11	3,67	3,35
2	T	0,35	2,95	3,11
3	S	0,35	5,77	5,74
4	B	-0,09	1,57	1,39

Kemudian panjang antrian dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Table V. 17 Perhitungan Panjang Antrian Kendaraan

No	Kode Pendekat	NQtot	Lebar Masuk	Panjang Antrian
1	U	3,35	4,5	14,87
2	T	3,11	3,3	18,87
3	S	5,74	4,5	25,50
4	B	1,39	3,3	8,41

b. Angka Henti

Angka henti dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut ini:

Table V. 18 Perhitungan Angka Henti

No	Kode Pendekat	NQtot (smp)	Arus (Q) (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (smp)
1	U	3,35	533	32	0,63
2	T	3,11	366	32	0,85
3	S	5,74	752	32	0,76
4	B	1,39	211	32	0,66

Kemudian dilakukan perhitungan jumlah kendaraan terhenti menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NSV = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 19 Perhitungan Jumlah Kendaraan Henti

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Rasio NS	Nsv
1	U	533	0,63	335
2	T	366	0,85	311
3	S	752	0,76	574
4	B	211	0,66	139

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Tundaan lalu lintas dilakukan menggunakan rumus pada bab III sebagai berikut:

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

Untuk perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 20 Perhitungan Tundaan Rata-rata Lalu Lintas

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (c)	DS	Rasio Hijau	Kapasitas	NQ1	Tundaan (det/smp)
1	U	32	0,44	0,41	1212	- 0,11	6,55
2	T	32	0,63	0,34	580	0,35	11,13
3	S	32	0,63	0,41	1192	0,35	8,67
4	B	32	0,45	0,34	467	- 0,09	7,60

Kemudian perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang menggunakan rumus pada bab III sebagai berikut:

$$DGj = (1 - Psv) \times pT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk perhitungan berikutnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 21 Perhitungan Tundaan Geometrik

No	Kode Pendekat	Psv	Pt	DG
1	U	0,63	0,03	3,41
2	T	0,85	0,30	2,90
3	S	0,76	0,13	3,47
4	B	0,66	0,24	2,68

Kemudian dilakukan perhitungan tundaan total rata – rata dengan menjumlahkan tundaan geometrik dengan tundaan rata – rata.

Table V. 22 Perhitungan Tundaan Rata-rata

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
1	U	6,55	3,41	9,96
2	T	11,13	2,90	14,03
3	S	8,67	3,47	12,14
4	B	7,60	2,68	10,28

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata – rata Simpang Kopel usulan II.

Table V. 23 Tundaan Simpang Kopel Usulan II

No	Kode Pendekat	Arus	D	Tundaan Total
1	U	533	9,96	5309
2	T	366	14,03	5131
3	S	752	12,14	9130
4	B	211	10,28	2167
Tundaan Simpang Rata-rata (det/smp)				11,67

4. Kinerja Simpang Kopel Usulan II

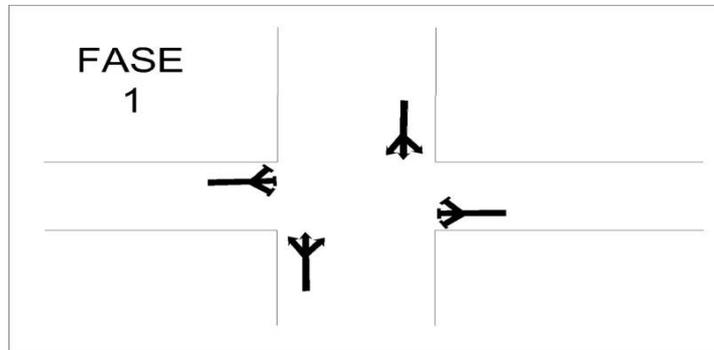
Pada usulan II simpang Kopel menggunakan APILL dengan 2 fase sehingga kinerja yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Table V. 24 Kinerja Simpang Kopel Usulan II

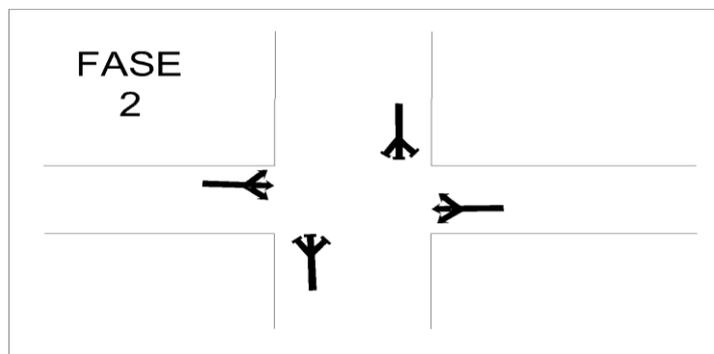
Kode Pendekat	DS	Antrian	D	Tundaan rata-rata
U	0,44	14,87	9,96	11,67 det/smp
T	0,63	18,87	14,03	
S	0,63	25,50	12,14	
B	0,45	8,41	10,28	



Gambar V. 4 Kondisi Simpang Bersinyal 2 fase (setelah pelebaran)



Gambar V. 5 Sketsa Apill 2 Fase (fase 1)



Gambar V. 6 Sketsa Apill 2 Fase (Fase 2)

Berikut adalah gambar diagram siklus simpang Kopel usulan II

Kaki Pendekat	FASE	DIAGRAM FASE APILL								Waktu Total Siklus	
UTARA	1	Green			Yellow	Red				32	
SELATAN		13		3	1			15			
TIMUR	2	Red				Green		Yellow	Red		32
BARAT			17			11		3	1		

Gambar V. 7 Fase Lalu Lintas Kondisi Usulan II

Berdasarkan gambar V.4, V.5 dan V.6 penggunaan 2 fase pada simpang Kopel masih memiliki titik konflik, tetapi dengan ditambahkan rambu - rambu seperti rambu peringatan lampu lalu lintas, dapat memudahkan pengguna jalan untuk mengetahui adanya lampu lalu lintas (APILL) pada persimpangan tersebut. Serta dilihat dari tingkat pelayanan simpang Kopel ini sudah baik, karena tundaan yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan kondisi eksisting.

5.5 ANALISIS SIMPANG KOPEL KONDISI USULAN III

Penggunaan APILL dengan 2 fase menghasilkan tundaan yang sudah memadai namun dengan tundaan yang masih cukup tinggi. Pada skenario ini menggunakan 4 fase sehingga diharapkan dapat meminimalkan konflik lalu lintas yang ada.

a. Perhitungan Kapasitas (S)

1. Arus Jenuh (So)

Untuk perhitungan arus jenuh terlebih dahulu menghitung faktor – faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas tersebut. Arus jenuh dapat dicari dengan rumus

$$S_o = 600 \times W_e$$

Untuk keseluruhan kaki persimpangan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table V. 25 Arus Jenuh Dasar Simpang Kopel

No	Kode Pendekat	Lebar Efektif (We)	Arus Jenuh Dasar(So) (smp/jam)
1	U	4,5 m	2700
2	T	3,3 m	1980
3	S	4,5 m	2700
4	B	3,3 m	1980

2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf)

Untuk faktor penyesuaian hambatan samping dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Table V. 26 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

No	Kode Pendekat	Hambatan Samping	Lingkungan Jalan	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor (Pum)	Fsf
1	U	Sedang	Komersial	0	0,94

2	T	Sedang	Komersial	0	0,94
3	S	Sedang	Komersial	0	0,94
4	B	Sedang	Komersial	0	0,94

3. Faktor Penyesuaian ukuran Kota (FCcs)

Untuk faktor penyesuaian ukuran kota, Kabupaten Lampung Tengah memiliki jumlah penduduk diatas 1 juta sehingga FCcs = 1

4. Faktor Penyesuaian Kelandaian (Fg)

Kelandaian persimpangan untuk masing – masing kaki simpang adalah datar (0%), oleh karena itu Fg = 1

5. Faktor Penyesuaian Parkir (Fp)

Tidak ada ruang parkir disekitaran persimpangan Kopel sehingga faktor penyesuaian parkirnya adalah Fp = 1

6. Presentase Belok Kanan

Menentukan presentase belok kanan ditentukan dengan menggunakan rumus

$$Prt = \frac{Rt}{Q}$$

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

Faktor ini hanya berlaku pada lengan simpang tanpa median dengan pengaturan fase terlindung jalan dua arah. Untuk simpang Kopel maka menggunakan rumus:

$$Frt = 1 + Prt \times 0,26$$

Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table V. 27 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

No	Kode Pendekat	Prt	Frt
1	U	0,65	1,17
2	T	0,71	1,18
3	S	0,64	1,17
4	B	0,72	1,19

7. Prenstase Belok Kiri

Menentukan faktor penyesuaian belok kiri ditentukan dengan rumus

$$Plt = \frac{Lt}{Q}$$

Plt = jumlah belok kiri dibagi jumlah total volume pada kaki simpang yang sama.

Faktor ini hanya berlaku pada lengan simpang tanpa belok kiri langsung dengan pengaturan fase terlindung. Untuk simpang Kopel maka menggunakan rumus

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

Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table V. 28 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

No	Kode Pendekat	Plt	Flt
1	U	0,03	1,00
2	T	0,27	0,96
3	S	0,13	0,98
4	B	0,22	0,96

8. Arus Jenuh

Setelah faktor – faktor penyesuain diketahui, maka arus jenuh masing – masing kaki simpang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times Fp \times Frt \times Flt$$

Untuk perhitungannya dapapt dilihat pada tabel dibawah ini:

Table V. 29 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

No	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (Smp/jam)
1	U	2700	1	0,94	1	1	1,17	1,00	2953
2	T	1980	1	0,94	1	1	1,18	0,96	2108
3	S	2700	1	0,94	1	1	1,17	0,98	2903
4	B	1980	1	0,94	1	1	1,19	0,96	2132

9. Rasio Arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing – masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FR = Q/S$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 30 Perhitungan Rasio Arus

No	Kode Pendekat	Arus	Kapasitas Disesuaikan	Rasio Arus
1	U	533	2953	0,18
2	T	251	2108	0,12
3	S	752	2903	0,26
4	B	121	2132	0,06

10. Rasio Arus Sempang (IFR)

Perhitungan rasio simpang dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 IFR &= \Sigma (FR_{crit}) \\
 &= 0,18 + 0,12 + 0,26 + 0,06 \\
 &= 0,62
 \end{aligned}$$

11. Rasio Fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara F_{crit} dan IFR menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Untuk perhitungan lengkapnya pada tabel berikut:

Table V. 31 Perhitungan Rasio Fase

No	Kode Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
1	U	0,18	0,29
2	T	0,12	0,19
3	S	0,26	0,42
4	B	0,06	0,09

b. Perhitungan Siklus

1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Waktu siklus dapat dicari dengan dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} cua &= \frac{1,5x LTI + 5}{1 - IFR} \\ &= \frac{1,5 x 16 x + 5}{1 - 0,62} \\ &= 75 \text{ detik} \end{aligned}$$

2. Waktu Hijau

Untuk mencari waktu hijau pada masing – masing fase, menggunakan rumus sebagai berikut:

$$gi = (Cua - LTI) \times PR$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 32 Waktu Siklus dan Hijau Simpang Kopel

No	Kode Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	U	0,29	17
2	T	0,19	12
3	S	0,42	25
4	B	0,09	5

3. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus. Karena pada skenario ini menggunakan 4 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah semua waktu hijau kaki mayor dan kaki minor simpang.

$$\begin{aligned}\Sigma c &= g + LTI \\ &= (17 + 12 + 25 + 5) + 16 \\ &= 75 \text{ detik}\end{aligned}$$

4. Kapasitas

Kapasitas dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Untuk perhitungan kapasitas masing – masing pendekat dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Table V. 33 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (detik)	Waktu Siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	U	2953	17	75	682
2	T	2108	12	75	321
3	S	2903	25	75	962
4	B	2132	5	75	155

5. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Perhitungan lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 34 Perhitungan Derajat Kejenuhan

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	U	533	682	0,78
2	T	251	321	0,78
3	S	752	962	0,78
4	B	121	155	0,78

c. Perhitungan Antrian dan Tundaan

1. Panjang Antrian

Jumlah panjang antrian total berdasarkan rumus adalah

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Dimana NQ1 menggunakan rumus yaitu:

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

Untuk hasil perhitungan NQ1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 35 Perhitungan Jumlah Smp Yang Tersisa Pada Fase Sebelumnya

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C)	DS	NQ1 (m)
1	U	682	0,78	1,27
2	T	321	0,78	1,24
3	S	962	0,78	1,27
4	B	155	0,78	1,20

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung menggunakan rumus:

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

Untuk hasil perhitungan NQ2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 36 Perhitungan jumlah smp yang datang selama fase merah

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (g/c)	Waktu Siklus (c)	DS	Q	NQ2
1	U	0,23	75	0,78	533	10,49
2	T	0,15	75	0,78	251	5,07
3	S	0,33	75	0,78	752	14,22
4	B	0,07	75	0,78	121	2,50

Kemudian dapat dihitung jumlah rata – rata antrian pada awal sinyal hijau menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Untuk perhitungan NQ dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 37 Perhitungan jumlah rata – rata antrian pada awal sinyal hijau

No	Kode Pendekat	NQ1	NQ2	NQtot
1	U	1,27	10,49	11,76
2	T	1,24	5,07	6,31
3	S	1,27	14,22	15,50
4	B	1,20	2,50	3,70

Kemudian panjang antrian dapat dihitung menggunakan rumus:

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

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Table V. 38 Perhitungan Panjang antrian kendaraan

No	Kode Pendekat	NQtot	Lebar Masuk	Panjang Antrian
1	U	11,76	4,5	52,25
2	T	6,31	3,3	38,23

3	S	15,50	4,5	68,87
4	B	3,70	3,3	22,45

2. Angka Henti

Angka henti dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Table V. 39 Perhitungan angka henti

No	Kode Pendekat	NQtot (smp)	Arus (Q) (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (smp)
1	U	11,76	533	75	0,95
2	T	6,31	251	75	1,08
3	S	15,50	752	75	0,88
4	B	3,70	121	75	1,31

Kemudian dilakukan perhitungan jumlah kendaraan terhenti menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Nsv = Q \times NS$$

Untuk perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 40 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Rasio NS	Nsv
1	U	533	0,95	505
2	T	251	1,08	271
3	S	752	0,88	665
4	B	121	1,31	159

3. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalulintas dan tundaan geometri. Tundaan lalulintas dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Untuk perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 41 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus	DS	Rasio Hijau	Kapasitas (c)	NQ1	Tundaan det/smp
1	U	75	0,78	0,23	682	1,27	33,90
2	T	75	0,78	0,15	321	1,24	44,70
3	S	75	0,78	0,33	962	1,27	27,52
4	B	75	0,78	0,07	155	1,20	62,25

Kemudian perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang menggunakan rumus pada bab III sebagai berikut:

$$DGj = (1 - Psv) \times pT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk perhitungan berikutnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Table V. 42 Perhitungan Tundaan Geometrik

No	Kode Pendekat	Psv	Pt	DG
1	U	0,95	0,65	1,11
2	T	1,08	0,71	0,76
3	S	0,88	0,64	1,12
4	B	1,31	0,72	0,66

Kemudian dilakukan perhitungan tundaan total rata – rata dengan menjumlahkan tundaan geometrik dengan tundaan rata – rata.

Table V. 43 Perhitungan Tundaan Rata-rata

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
1	U	33,90	1,11	35,01
2	T	44,70	0,76	45,46
3	S	27,52	1,12	28,64
4	B	62,25	0,66	62,92

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata – rata Simpang Kopel usulan III.

Table V. 44 Tundaan Simpang Kopel Usulan III

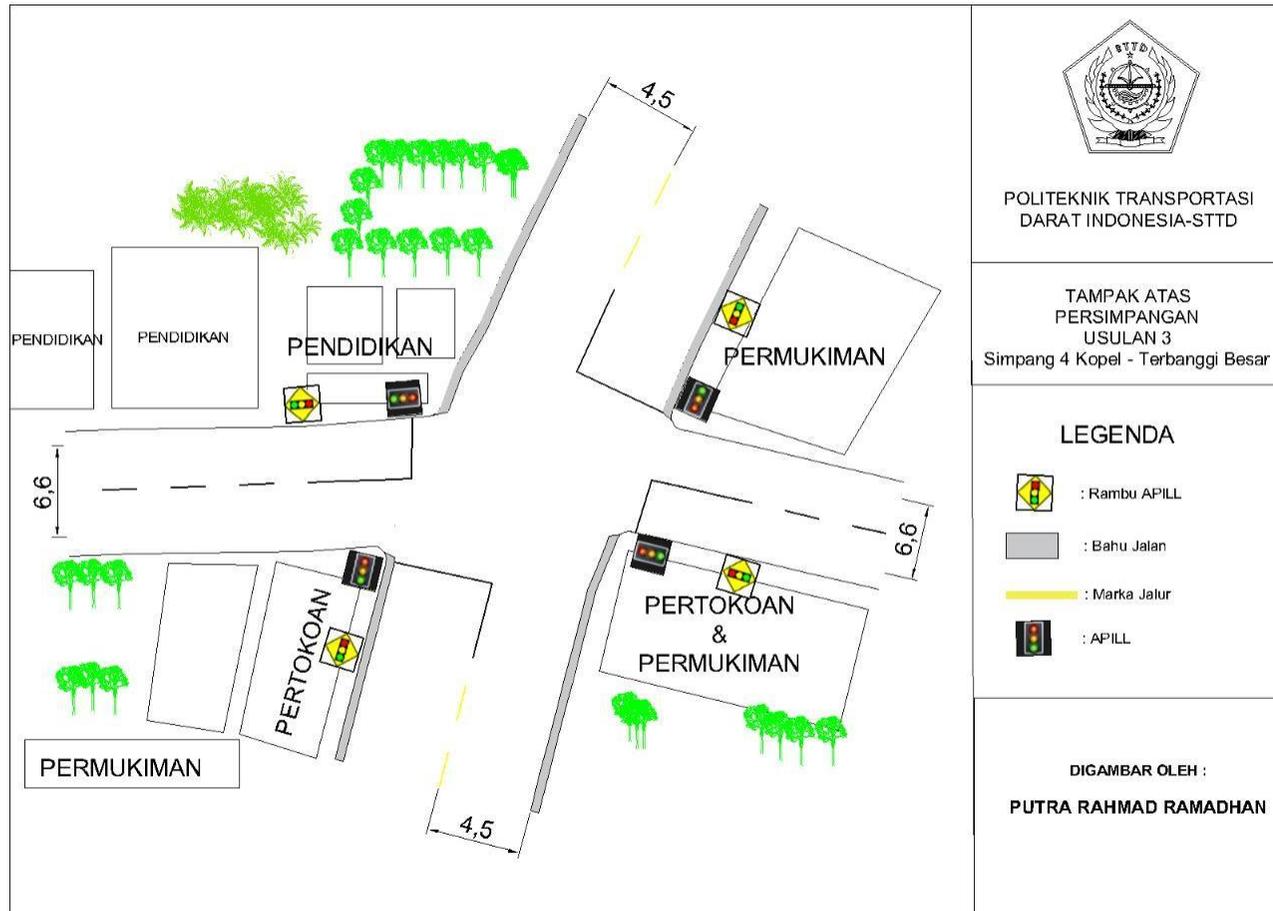
No	Kode Pendekat	Arus	D	Tundaan Total
1	U	533	35,01	18669
2	T	251	45,46	11415
3	S	752	28,64	21536
4	B	121	62,92	7638
Tundaan Simpang Rata-rata (det/smp)				35,75

4. Kinerja Simpang Kopel Usulan III

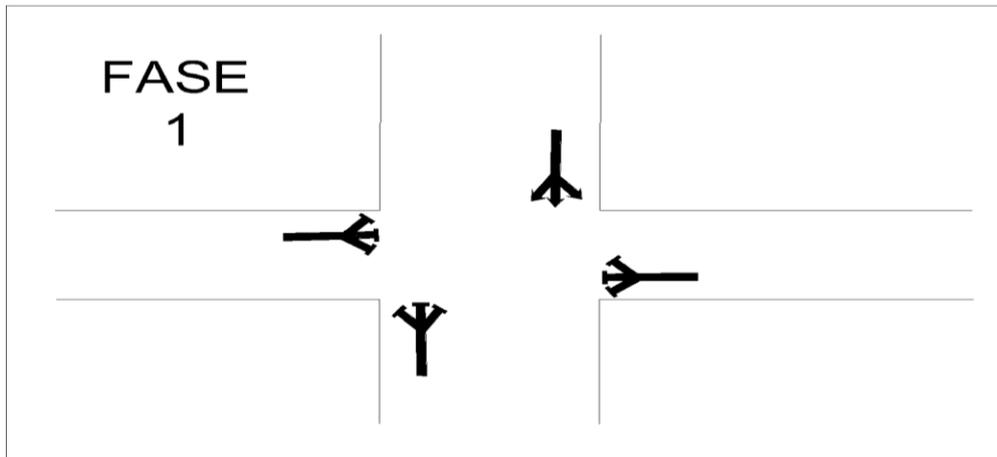
Pada usulan III simpang Kopel menggunakan APILL dengan 4 fase sehingga kinerja yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Table V. 45 Kinerja Simpang Kopel Usulan III

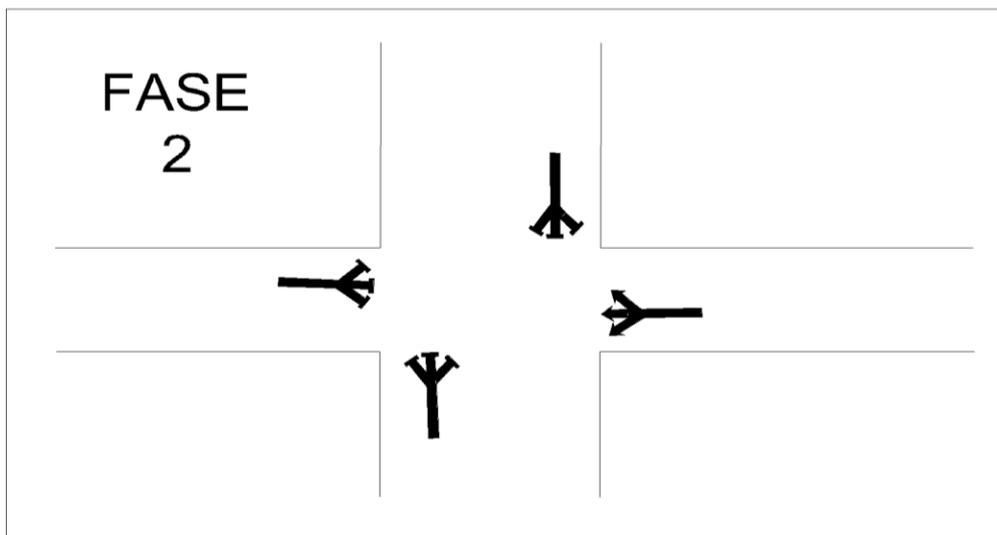
Kode Pendekat	DS	Antrian	D	Tundaan rata-rata
U	0,78	52,25	35,01	35,75 det/smp
T	0,78	38,23	45,46	
S	0,78	68,87	28,64	
B	0,78	22,45	62,92	



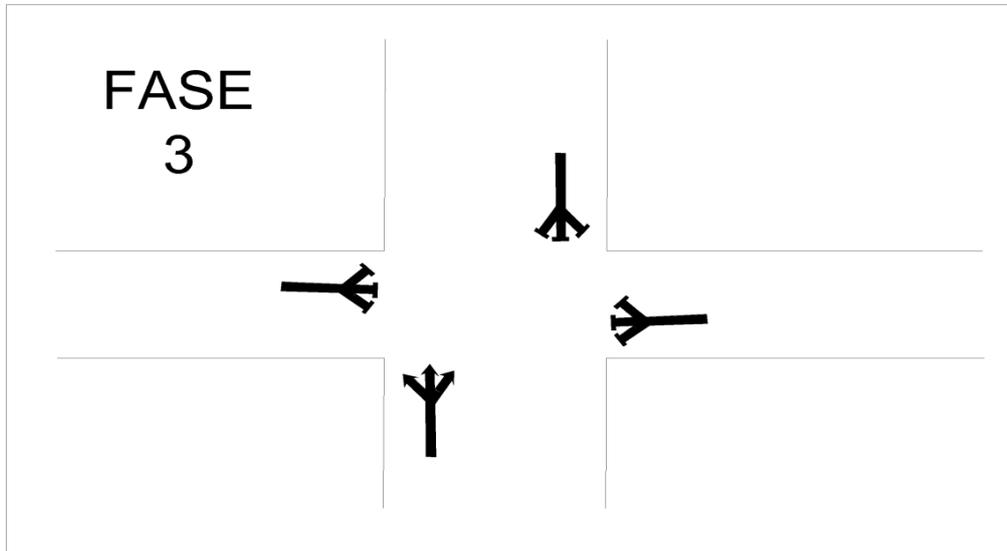
Gambar V. 8 Kondisi Simping Kopel Bersinyal 4 Fase (setelah pelebaran)



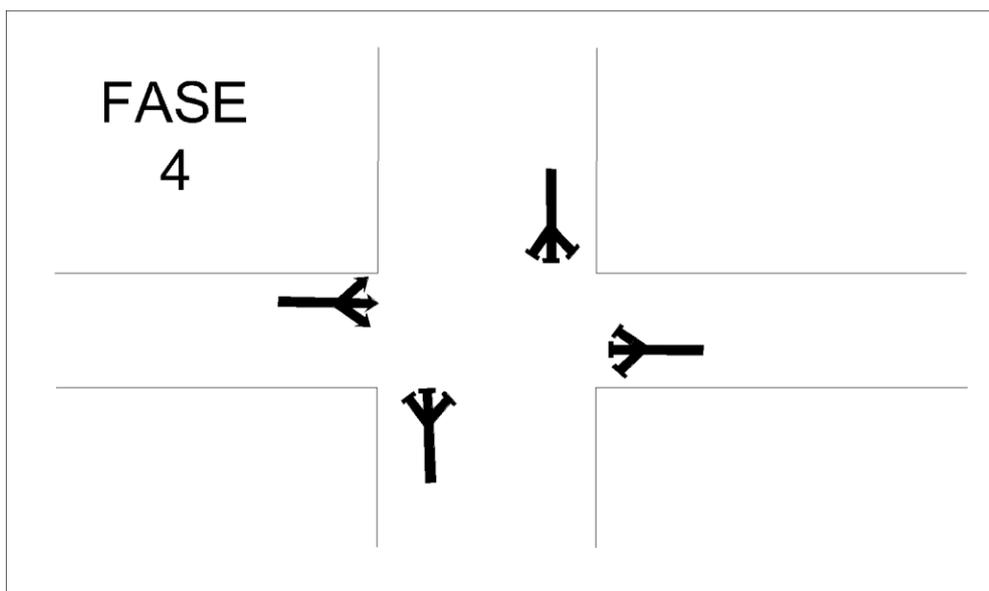
Gambar V. 9 Sketsa APILL 4 Fase (Fase 1)



Gambar V. 10 Sketsa APILL 4 Fase (Fase 2)



Gambar V. 11 Sketsa APILL 4 Fase (Fase 3)



Gambar V. 12 Sketsa APILL 4 Fase (Fase 4)

Berikut adalah gambar diagram siklus simpang Kopel usulan III

Kaki Pendekat	FASE	DIAGRAM FASE APILL				Waktu Total Siklus	
UTARA	1	17	3	1	54	75	
TIMUR	2	21	12	3	1	75	
SELATAN	3	37	25	3	1	9	75
BARAT	4	66	5	3	1	75	

Gambar V. 13 Fase Lalu Lintas Kondisi Usulan III

Berdasarkan Gambar V.8, V.9, V.10, V.11 dan V.12 tidak terdapat titik konflik dibandingkan dengan 2 fase, tetapi untuk penggunaan 4 fase ini didapatkan tundaan yang cukup besar. Kekurangan usulan III ini yaitu selain menghasilkan tundaan yang cukup besar mencapai 25,23.

5.6 PERBANDINGAN KINERJA SIMPANG KOPEL

Berdasarkan hasil analisis, berikut adalah perbandingan kinerja simpang Kopel eksisting dengan kinerja usulan.

1. Derajat Kejenuhan

Berikut adalah perbandingan kinerja simpang Kopel dari sisi derajat kejenuhan.

Table V. 46 Perbandingan Derajat Kejenuhan Simpang Kopel

Kode Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
U	0,92	0,85	0,44	0,78
T			0,63	0,78
S			0,63	0,78
B			0,45	0,78

2. Antrian Simpang

Berikut adalah perbandingan antrian pada simpang Kopel

Table V. 47 Perbandingan Antrian Simpang Kopel

Kode Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
U	34%	29%	14,87 m	52,25 m
T			18,87 m	38,23 m
S			25,50 m	68,87 m
B			8,41 m	22,45 m

3. Tundaan Simpang

Berikut adalah perbandingan tundaan simpang Kopel

Table V. 48 Perbandingan Tundaan Simpang Kopel

No	Kondisi	Tundaan det/smp	Tingkat Pelayanan
1	Eksisting	16,01	C
2	Usulan I	13,88	B
3	Usulan II	11,67	B
4	Usulan III	35,75	D

Berdasarkan perbandingan kinerja eksisting dan usulan maka kinerja paling optimal adalah kinerja usulan II yaitu dengan menggunakan APILL 2 fase, tundaan yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan tundaan pada kondisi eksisting serta dari tingkat pelayanan untuk usulan II sudah baik (B), untuk usulan II ini sangat disarankan. Akan tetapi dari hasil – hasil tersebut dapat dipertimbangkan kembali sesuai dengan kondisi yang ada pada wilayah studi guna mendapatkan kinerja yang optimal dan mengurangi konflik sehingga dapat meminimalisir kecelakaan yang mungkin terjadi demi keselamatan lalu lintas.

BAB VI

PENUTUP

6.1 KESIMPULAN

1. Berdasarkan dari diagram sistem pengendalian simpang pada Simpang Kopel tidak sesuai dengan kondisi lalu lintas saat ini. Perubahan yang sudah harus dilakukan yang sebelumnya simpang tidak bersinyal menjadi simpang Apill.
2. Perhitungan kinerja dari Simpang Kopel dinilai kurang baik dapat dilihat dari tundaan, derajat kejenuhan dan peluang antrian. Hasil eksisting dari simpang kopel didapatkan tundaan rata – rata yaitu 16,01 detik/smp, kemudian Derajat Kejenuhan sebesar 0,92 dan peluang antrian sebesar 34%-67% sehingga tingkat pelayanan Simpang Kopel pada kondisi saat ini adalah C.

6.2 Saran

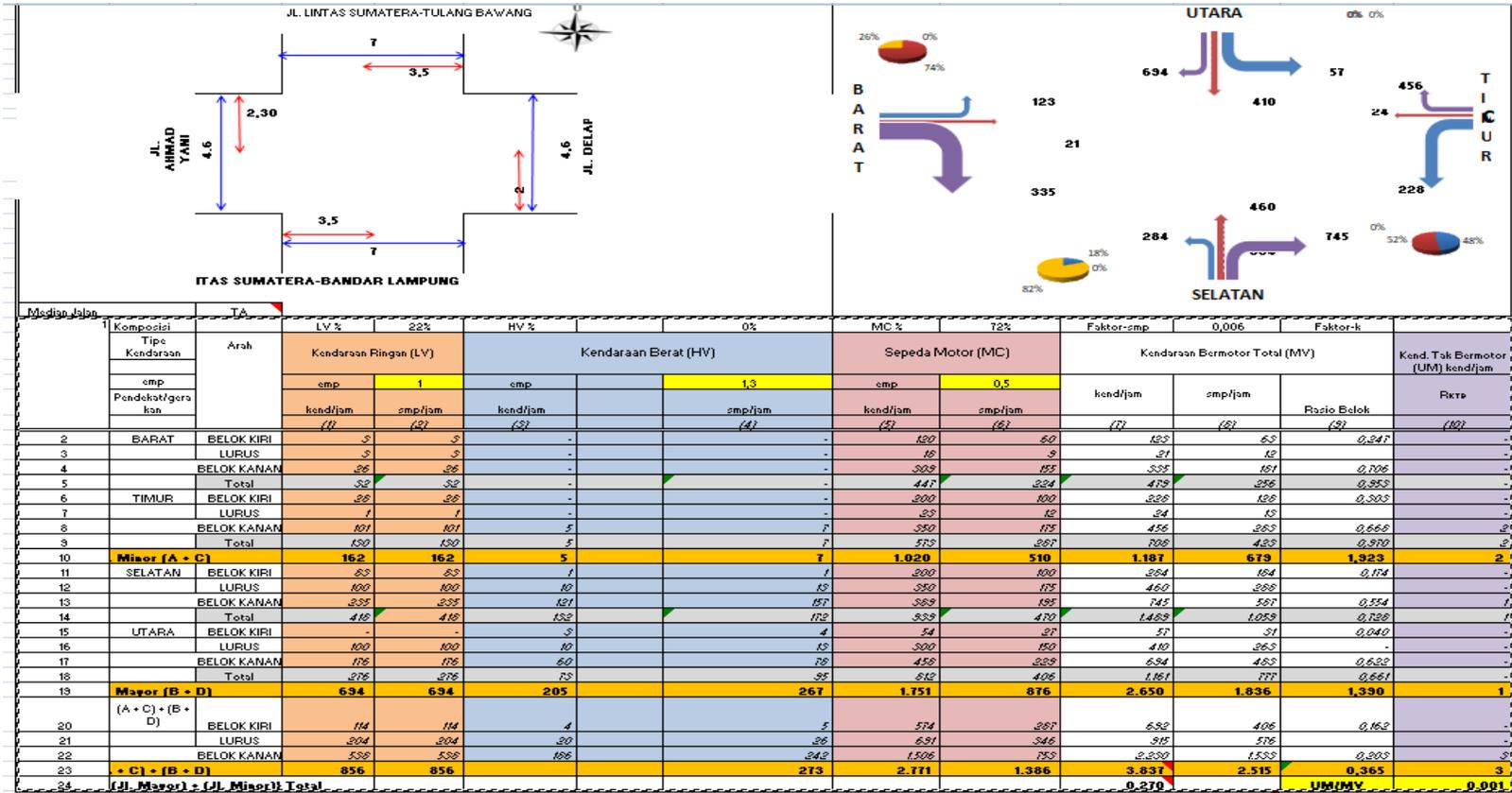
1. Tipe pengendali simpang Kopel dari simpang tidak bersinyal menjadi simpang bersinyal yang ditentukan berdasarkan grafik penentuan pengendalian persimpangan. Sehingga perlunya peningkatan kinerja simpang yang semula buruk agar lebih baik berdasarkan indikator tingkat kinerja persimpangan. Untuk melakukan peningkatan pelayanan pada Simpang Kopel maka diperlukan manajemen rekayasa lalu lintas berupa penyesuaian waktu siklus dengan 2 fase dan pelebaran tiap kaki simpang.
2. Dilihat dari volume arus lalu lintas simpang ini telah memasuki kriteria untuk menjadi simpang ber APILL. Pada usulan I yaitu dengan pelebaran simpang maka tundaan rata – rata menjadi 13,88 detik/smp, maka tingkat pelayanan Simpang Kopel menjadi B. Kemudian usulan II, yaitu dengan APILL 2 fase dan pelebaran simpang maka tundaan rata – rata menjadi 11,67 detik/smp sehingga tingkat pelayanan simpang kopel menjadi nilai B. Dan usulan III, yaitu dengan APILL 4 fase dan pelebaran simpang maka tundaan rata-rata menjadi 35,75 det/smp sehingga tingkat pelayanan simpang kopel menjadi nilai D. Dari hasil perhitungan yang dilakukan dari kondisi eksisting, usulan I, usulan II, dan usula III maka usulan yang paling baik untuk Simpang Kopel adalah usulan II yaitu dengan menggunakan APILL 2 fase dan pelebaran simpang. Pemilihan usulan Kedua ini pun dapat dilakukan, karena jika dilihat dari segi kinerja simpang usulan kedua sangat cukup membuat kinerja lalu lintas simpang tersebut mengalami peningkatan dari sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2009. Undang-Undang Nomor 22. Tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan
- _____. 2015. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015. Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas
- _____. 2014. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tahun 2014. Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.
- Bawangun, Vrisilya, Theo K Sendow, and Elisabeth Lintong. 2015. "Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Untuk Simpang Jalan W.R. Supratman Dan Jalan B.W. Lapien Di Kota Manado." *Jurnal Sipil Statik* 3 (6): 422–34.
- Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 1997. "Highway Capacity Manual Project (HCM)." *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1 (I)*: 564.
- Romadhona, Prima Juanita, and Sholihin Ramdhani. 2017. "The Effect of Vehicle Speed on the Safety of Motorized Vehicle Users at Unsignalized Intersections." *Rekayasa Sipil* 11 (1): 31–40.
- Studi, Program, Diploma Iii, and Manajemen Transportasi Jalan. 2021. *Optimalisasi Kinerja Simpang Pucang Di Kabupaten Banjarnegara Kertas Kerja Wajib*.
- Wajib, Kertas Kerja, and Hilda Clarita Manurung. 2021. **PENINGKATAN KINERJA LALULINTAS SIMPANG PERBAUNGAN – PANTAI CERMIN KABUPATEN SERDANG BEDAGAI Peningkatan Kinerja Lalulintas Simpang Perbaungan – Pantai Cermin.**

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 USIG Sempang Kopel



LAMPIRAN 2 SIG II Simpang Kopel Eksisting

1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang												
Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)							Jumlah Lajur		Tipe Simpang	Tipe Median
		Jalan Mayor			Jalan Minor			Rata-Rata W_R	Jalan Minor	Jalan Mayor		
		W_A m	W_C m	W_{AC} m	W_B m	W_D m	W_{BD} m					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
0	4	3,5	3,5	3,5	2,3	2,3	2,3	2,90	2	2	422	tidak ada
2. Kapasitas												
Pilihan	Kapasitas Dasar (Co) $smpjam$	Faktor Penyesuaian Kapasitas (F)							Kapasitas (C) $smpjam$			
		Lebar Pendekat Rata-Rata F_{LP}	Median Jalan F_M	Ukuran Kota F_{UK}	Hambatan Samping F_{HS}	Belok Kiri F_{BK}	Belok Kanan F_{BKA}	Rasio Arus Minor F_M				
										(13)	(14)	(15)
0	2.900	0,95	1,00	1	0,94	1,10	1,00	0,96	2725			
3. Kinerja Lalu Lintas												
Pilihan	Arus lalu-lintas (Qtot) $smpjam$	Derajat Kejenuhan $D_j = Q/C$	Tundaan Lalin TLL	Tundaan Jl. Mayor T_{MA}	Tundaan Jl. Minor T_{MI}	Tundaan Geometrik TG	Tundaan Simpang $T = TLL + TG$	Peluang Antrian PA	Sasaran			
	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(36)			
0	2.575	0,92	12,09	8,81	18,54	3,92	16,01	34	67.35388		$DS > 0,85$	

LAMPIRAN 3 SIG III Simpang Kopel Setelah Pelebaran

1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang												
Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)							Jumlah Lajur		Tipe Simpang	Tipe Median
		Jalan Mayor			Jalan Minor			Rata-Rata W_R	Jalan Minor	Jalan Mayor		
		W_A m	W_C m	W_{AC} m	W_B m	W_D m	W_{BD} m					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
0	4	4,5	4,5	4,5	3,3	3,3	3,3	3,90	2	2	422	tidak ada

2. Kapasitas										
Pilihan	Kapasitas Dasar (Co) <i>smp/jam</i>	Faktor Penyesuaian Kapasitas (F)							Kapasitas (C) <i>smp/jam</i>	
		Lebar Pendekat Rata-Rata F_{LP}	Median Jalan F_M	Ukuran Kota F_{UK}	Hambatan Sampang F_{HS}	Belok Kiri F_{BK}	Belok Kanan F_{BKA}	Rasio Arus Minor F_{MI}		
										(13)
0	2.900	1,04	1,00	1	0,94	1,10	1,00	0,96	2974	

3. Kinerja Lalu Lintas										
Pilihan	Arus lalu-lintas (Qtot) <i>smp/jam</i>	Derajat Kejenuhan $D_j = Q/C$	Tundaan Lalin TLL	Tundaan Jl. Mayor T_{MA}	Tundaan Jl. Minor T_{MI}	Tundaan Geometrik TG	Tundaan Simpang $T = TLL + TG$	Peluang Antrian		Sasaran
								PA	PA	
(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(36)	
0	2.515	0,85	10,04	7,58	14,89	3,85	13,88	29	56,83948	$DS < 0,85$
								%	%	

LAMPIRAN 4 SIG IV Simpang Kopel 2 Fase

Kode pen-dekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pen-dekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau										Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = Frcrit	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j	Derajat kejenuhan		
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO		We	Faktor-faktor koreksi															Nilai di-sesuaikan smp/jam hijau	
										Semua Tipe pendekat					Hanya tipe P											
										Ukuran kota	Hambatan Samping	Kelan-daian	Parkir	Belok kanan	Belok kiri	S	Q	Q/S								IFR
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)				
U	1	P	1,00	0,03	0,65	346	346	4,5	2700	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	2953	533	0,18	0,55	13	1212	0,44				
T	2	O	1,00	0,00	0,00	248	150	3,3	1800	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1692	366	0,22	0,45	11	580	0,63				
S	3	P	1,00	0,13	0,64	484	484	4,5	2700	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	0,98	2903	752	0,26	0,55	13	1192	0,63				
B	4	O	1,00	0,00	0,00	150	248	3,3	1450	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1363	211	0,20	0,45	11	467	0,45				
Waktu hilang total LT LTI (det)			8 Waktu siklus pra penyesuaian C ua (det)							32												IFR =	0,48			0,54
			Waktu siklus disesuaikan (C) (det)							32												E Frcrit				0,63

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam	Kapasitas smp/jam	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian QL (m)	Rasio kendaraan NS stop/smp	Jumlah kendaraan terhenti N SV smp/jam	Tundaan			
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2=	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geo-metrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan total D x Q smp.det
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	533	1212	0,44	0,41	-0,11	3,45	3,35	3,35	14,87	0,63	335	6,55	3,41	9,96	5309
T	366	580	0,63	0,34	0,35	2,76	3,11	3,11	18,87	0,85	311	11,13	2,90	14,03	5131
S	752	1192	0,63	0,41	0,35	5,38	5,74	5,74	25,50	0,76	574	8,67	3,47	12,14	9130
B	211	467	0,45	0,34	-0,09	1,48	1,39	1,39	8,41	0,66	139	7,60	2,68	10,28	2167
LTOR (semua)	205											0		6	1229
Arus kor. Qkor										Total	1359			Total	21736
Arus total Qtot	1862								Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp	0,730		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			11,67

LAMPIRAN 5 SIG V Simpang Kopel 4 Fase

Kode pen-dekat	Hijau dalam fase no.	Tipe pen-dekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/j		Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam hijau								Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = Frcrit	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j S.g / c	Derajat kejenuhan									
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO		We	Faktor-faktor koreksi													Nilai disesuaikan smp/jam hijau								
										Semua Tipe pendekatan				Hanya tipe P										S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C	
										Ukuran kota	Hambatan Sampung	Kelan-daian	Parkir	Belok kanan	Belok kiri	FRT															FLT
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C									
U	1	P	1,00	0,03	0,65	0	0	4,5	2700	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	1,00	2953	533	0,18	0,29	17	682	0,78									
T	2	O	1,00	0,27	0,71	0	0	3,3	1980	1,00	0,94	1,00	1,00	1,18	0,96	2108	251	0,12	0,19	12	321	0,78									
S	3	P	1,00	0,13	0,64	0	0	4,5	2700	1,00	0,94	1,00	1,00	1,17	0,98	2903	752	0,26	0,42	25	962	0,78									
B	4	O	1,00	0,22	0,72	0	0	3,3	1980	1,00	0,94	1,00	1,00	1,19	0,96	2132	121	0,06	0,09	5	155	0,78									
Waktu hilang total LT LTI (det)			16 Waktu siklus pra penyesuaian C ua (det)						75										IFR =	0,62			0,78								
			Waktu siklus disesuaikan (C) (det)						75										E Frcrit				0,78								

Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian Q/L (m)	Rasio kendaraan NS stop/smp	Jumlah kendaraan terhenti NSV smp/jam	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2=NQ	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT del/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG del/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG del/smp	Tundaan total D x Q smp.det	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
U	533	682	0,78	0,23	1,23	10,49		11,76	11,76	52,25	0,95	525	33,80	1,11	35,01	18669
T	251	321	0,78	0,15	1,24	5,07		6,31	6,31	38,23	1,08	271	44,70	0,76	45,46	11415
S	752	962	0,78	0,30	1,23	14,23		15,50	15,50	60,87	0,88	685	27,52	1,12	28,64	21536
B	121	155	0,78	0,07	1,20	2,50		3,70	3,70	22,45	1,31	159	62,25	0,66	62,92	7638
LTOR (semua)	205														6	1229
Arus kor. Cikot										Total		1600				53259
Arus total Cikot	1658									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp		0,965		Tundaan simpang rata-rata (del/smp)		35,75

