

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KINERJA SIMPANG APILL**  
**Studi Kasus Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon**  
**(*PERFORMANCE ANALYSIS OF SIGNALIZED***  
***INTERSECTIONS***  
***Case Study of Ciremai Raya, Cirebon City*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**LUTHFIA RAHMA DANTI ANDINI**

**20511170**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2025**

## TUGAS AKHIR

### ANALISIS KINERJA SIMPANG APILL Studi Kasus Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon (*PERFORMANCE ANALYSIS OF SIGNALIZED INTERSECTION*) *Case Study of Ciremai Raya, Cirebon City*)

Disusun oleh

LUTHFIA RAHMA DANTI ANDINI

20511170

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 25 Juli 2025

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

Penguji I

Penguji II



Pravogo Afang  
Pravitno, S.T., M.Sc.  
NIK : 205111303



Miftahul Fauziah, S.T.,  
M.T., Ph.D.  
NIK : 955110103

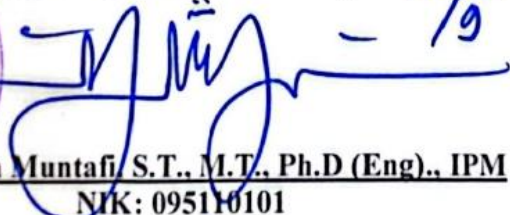


Ir. Muhamad Abdul  
Hadi, S.T., M.T.  
NIK : 215111307

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



 2/9/2025  
Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D (Eng)., IPM  
NIK: 095110101

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program S1 di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian - bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang – undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 21 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Luthfia Rahma Danti Andini

(20511170)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *ANALISIS KINERJA SIMPANG APILL Studi Kasus Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat akhir sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, allhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam – dalamnya kepada:

1. Bapak Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa membimbing selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., Ph.D. dan Bapak Ir. Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T, selaku dosen penguji. Terimakasih atas masukan yang sudah diberikan kepada penulis.
3. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., PhD. (Eng)., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Saudara Rizka Ariyanto, S.Kom. selaku laboran Laboratorium Rekayasa Transportasi yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Seluruh dosen FTSP UII yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis selama menempuh studi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
6. Kedua orang tua penulis, Bapak Didit Setia Pambudi dan Ibu Nur'aeni. Terima kasih penulis ucapkan yang sebesar – besarnya atas segala pengorbanan, ketulusan, selalu senantiasa memberikan yang terbaik, tak kenal lelah untuk


selalu mendoakan, mengusahakan, memberikan dukungan baik secara moral maupun finansial, serta memprioritaskan pendidikan dan kebahagiaan untuk anak – anaknya tanpa kekurangan apapun.

7. Kakak terkasih, Iqbal Fajar Ramadhan, yang selalu memberikan semangat dan dukungan tanpa henti selama perjalanan akademik ini. Dengan gaya khasnya yang penuh candaan, selalu mampu menguatkan dan menghibur penulis di saat – saat sulit. Kehadiran dan dorongannya menjadi sumber energi yang sangat berarti dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan - rekan seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2020 yang senantiasa memberikan semangat dan kebersamaan selama menempuh pendidikan.
9. Rekan – rekan *surveyor* Teknik Sipil Universitas Gunung Jati, Kota Cirebon, yang telah sigap membantu penulis dengan sabar dalam proses pengambilan data di Lapangan.
10. Muhammad Kennyzyra Bintang, S.T., M.T dan Fadel Darmajati, yang telah membantu penulis dalam memahami dan megoperasikan aplikasi VISSIM, serta memberikan berbagai solusi yang sangat membantu dalam proses analisis dan penyusunan skripsi. Bantuan dan bimbingan yang diberikan sangat berarti dan menjadi salah satu faktor penting dalam terselesaikannya tugas akhir ini.
11. Kepada *partner special* penulis, Noviana, Divarahma, Monica, Maharani, Radivazahrn, Putriandini, Siti Alifah, Rafi Putra, Nanda Berliano, Arya Bayu, Yunandi Juneris, yang hadir di saat – saat penulis merasa kehilangan arah dan keberanian untuk melanjutkan. Terima kasih telah mendengarkan keluh kesah tanpa menghakimi, karena tetap percaya pada kemampuan penulis bahkan ketika penulis sendiri mulai ragu. Kehadiran kalian bukan hanya menyemangati, tetapi menjadi pengingat bahwa penulis tidak sendiri dalam perjuangan ini. Besar harapan penulis untuk sahabat dan teman – teman semuanya, dimanapun dan kapanpun kalian berada nantinya semoga kalian semua diberikan selalu kesehatan, panjang umur, serta kelancaran dan kesuksesan dalam hidup kalian. Senang bisa menjadi bagian cerita indah di dalam hidup kalian.

12. Terima kasih kepada Tyastari Daniya, Nabila Salma, Farah Cintya, Nurriyatuzahrok, Wanda Novita, Ahmad Alfasina, Alhalim Syafiq, M Permana Agung, Alfadino Astono dan seluruh teman di grup Blok Barat yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis. Terima kasih atas kebersamaan, saling berbagi pemahaman materi semasa kuliah, dan semangat yang kalian berikan. Hal ini bukan hanya perpisahan semata namun awal kita menuju kesuksesan, selamat bertemu di lain waktu dengan sukses yang menyertaimu. *Will always be the lucky one cause I got to know you in this lifetime!*
13. Terakhir, kepada nama – nama yang tidak bisa disebutkan, bukan karena terlupa, melainkan karena kehadiran kalian terlalu istimewa untuk dibatasi oleh kata – kata. Terima kasih untuk setiap singgahan yang mampu mengubah cara pandang, memberi jeda yang menyenangkan, dan menghadirkan makna dalam perjalanan ini. Khususnya saat penulis berada di Yogyakarta, tempat di mana pertemuan – pertemuan kecil justru meninggalkan kesan paling abadi. Besar harapan pada episode perjalanan kali ini, semoga langit mengantarkan banyak kabar baik.

Yogyakarta, 08 Agustus 2025

Penulis,

  
Luthfia Rahma Danti Andini  
(20511170)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
ABSTRAK	xix
<i>ABSTRACT</i>	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Analisis Kinerja Simpang Bersinyal	6
2.2 Penggunaan Vissim dalam Analisis Kinerja Simpang Bersinyal	8
2.3 Penelitian Terdahulu	10
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Kinerja Simpang	13
3.1.1 Simpang	13
3.2 Tipe Pendekat	15
3.2.1 Lebar Pendekat Efektif	16
3.2.2 Arus Lalu Lintas (Q)	17
3.2.3 Arus Jenuh	19
3.2.4 Arus Jenuh Dasar (J <sub>0</sub> )	19
3.2.5 Arus Jenuh yang Telah Disesuaikan (J)	22

3.2.6 Rasio Arus terhadap Arus Jenuh	23
3.2.7 Kapasitas Simpang	33
3.2.8 Derajat Kejenuhan	34
3.2.9 Panjang Antrian	34
3.2.10 Rasio Kendaraan Henti	37
3.2.11 Tundaan	37
3.3 Tingkat Pelayanan Simpang	38
3.4 Penggunaan VISSIM Model untuk Simulasi Lalu Lintas	39
3.4.1 Simulasi Lalu Lintas	39
3.4.2 PTV VISSIM	40
3.5 Kalibrasi dan Validasi	41
3.5.1 Uji Statistik Validasi GEH	42
3.5.2 Uji <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	43
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	45
4.1 Jenis Penelitian	45
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	45
4.2.1 Lokasi Penelitian	45
4.2.2 Waktu Penelitian	46
4.3 Data Penelitian	46
4.4 Metode Pengambilan Data	46
4.5 Metode Analisis Data	49
4.6 Peralatan Penelitian	52
4.7 Bagan Alir Penelitian	53
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	56
5.1 Kinerja Simpang <i>Existing</i>	56
5.1.1 Situasi Kondisi <i>Existing</i>	56
5.1.2 Analisa Simpang Berdasarkan PKJI 2023	68
5.1.3 Analisa Kinerja Simpang menggunakan <i>Software VISSIM</i>	84
5.1.4 Perbandingan Analisa Kinerja Kondisi <i>Existing</i> dengan PKJI dan Software Vissim	90
5.2 Alternatif Solusi dengan Pemodelan VISSIM	92

5.2.1 Alternatif 1 - Pelebaran Lengan Utara dan Selatan	92
5.2.2 Alternatif 2 - Penyesuaian Waktu Siklus Sinyal Sesuai PKJI 2023	97
5.2.3 Alternatif 3 - Penyesuaian Waktu Hijau	102
5.2.4 Alternatif 4 - Kombinasi Pelebaran dan Penyesuaian Waktu Siklus Sinyal	106
5.2.5 Perbandingan Kinerja Simpang antar Alternatif	110
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>117</b>
6.1 Kesimpulan	117
6.2 Saran	118
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>119</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Sudah Dilakukan	11
Tabel 2.2 Perbandingan Analisis Kinerja Simpang Menggunakan <i>Software</i> PTV VISSIM	12
Tabel 3.1 Klasifikasi Kendaraan PKJI dan Tipikalnya	18
Tabel 3.2 Angka Ekuivalen Kendaraan Penumpang	18
Tabel 3.2 Faktor Koreksi untuk Tipe Lingkungan, Hambatan Samping, dan Kendaraan tak bermotor (FHS)	186
Tabel 3.4 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)	25
Tabel 3.5 Waktu Siklus (s) yang `Layak	31
Tabel 3.6 Kriteria LOS Untuk Persimpangan	39
Tabel 3.7 Kriteria GEH	43
Tabel 3.8 Kesimpulan Hasil Perhitungan Uji MAPE	44
Tabel 4.1 Data Penelitian	46
Tabel 5.1 Data Geometri Simpang Ciremai Raya	57
Tabel 5.2 Survei Volume Kendaraan di Hari Senin pada Sesi 3 Lengan Barat	59
Tabel 5.3 Volume Kendaraan Lengan Barat pada Periode 16.15 – 17.15	60
Tabel 5.4 Konversi Satuan Kendaraan	60
Tabel 5.5 Analisa Jam Puncak	61
Tabel 5.6 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang Ciremai Raya	64
Tabel 5.7 Data Kecepatan Kendaraan	65
Tabel 5.8 Data Panjang Antrean	65
Tabel 5.9 Data <i>Driving Behaviour</i>	66
Tabel 5.10 Hasil Analisis Perhitungan Kondisi Existing	70
Tabel 5.11 Hasil Analisis Kinerja Simpang	82
Tabel 5.12 Validasi Volume Kendaraan pada Model Simpang sebelum Kalibrasi	86

Tabel 5.13 Validasi Panjang Antrean pada Model Vissim sebelum Kalibrasi	86
Tabel 5.14 Perubahan Parameter pada <i>Driving Behaviour</i>	87
Tabel 5.15 Validasi Volume Kendaraan pada Model Simpang setelah Kalibrasi	89
Tabel 5.16 Validasi Panjang Antrean pada Model Simpang setelah Kalibrasi	89
Tabel 5.17 Hasil Analisis Kinerja Simpang Ciremai	90
Tabel 5.18 Perbandingan Analisa Kinerja Simpang antara PKJI dan Pemodelan Vissim	91
Tabel 5.19 Hasil Kinerja Simpang – Alternatif 1 (Pelebaran Lengan Utara dan Selatan)	94
Tabel 5.20 Rekapitulasi Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan ( $D_J$ ) Alternatif I	96
Tabel 5.21 Hasil Kinerja Simpang – Alternatif 2 (Penyesuaian Waktu Siklus Sinyal)	99
Tabel 5.22 Rekapitulasi Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan ( $D_J$ ) Alternatif II	101
Tabel 5.21 Hasil Kinerja Simpang – Alternatif 3	103
Tabel 5.24 Rekapitulasi Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan ( $D_J$ ) Alternatif III	105
Tabel 5.22 Hasil Kinerja Simpang – Alternatif 4 (Kombinasi Pelebaran dan Penyesuaian Waktu Siklus Sinyal)	107
Tabel 5.26 Rekapitulasi Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan ( $D_J$ ) Alternatif IV	109
Tabel 5.27 Nilai Derajat Kejenuhan ( $D_J$ ) per Pendekat dan Alternatif	111
Tabel 5.28 Persentase Perubahan Derajat Kejenuhan ( $D_J$ )	111
Tabel 5.29 Nilai Tundaan per Pendekat dan Alternatif	112
Tabel 5.30 Persentase Penurunan Tundaan	112
Tabel 5.31 Nilai Panjang Antrean (m) per Pendekat dan Alternatif	113
Tabel 5.32 Persentase Penurunan PAVissim	113
Tabel 5.33 Persentase Penurunan PAPKJI	114
Tabel 5.34 Nilai <i>Level Of Service</i> (LOS) per Pendekat dan Alternatif	115



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kepadatan Lalu Lintas Pada Simpang Ciremai Raya	2
Gambar 3.1	Titik Konflik pada Simpang 4 Lengan	15
Gambar 3.2	Lebar Pendekat dengan dan tanpa Pulau Lalu Lintas	16
Gambar 3.3	Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindung (tipe P)	20
Gambar 3.4	Arus Jenuh Dasar (JO) untuk Pendekat Tak Terlindung (tipe O) tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah	21
Gambar 3.5	Arus Jenuh Dasar (JO) untuk Pendekat Tak Terlindung (tipe O) yang dilengkapi Lajur Belok Kanan Terpisah	22
Gambar 3.6	Faktor Koreksi untuk Kelandaian (FG)	26
Gambar 3.7	Faktor Koreksi untuk Pengaruh Parkir (Fp)	27
Gambar 3.8	Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri (FBKi) untuk pendekat tipe P tanpa BKiJT	28
Gambar 3.9	Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan (FBKa)	29
Gambar 3.10	Penetapan Waktu Siklus Sebelum Dikoreksi	30
Gambar 3.11	Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri (FBKi) untuk pendekat tipe P tanpa BKiJT	32
Gambar 3.12	Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan (FBKa)	33
Gambar 3.13	Jumlah Kendaraan tersisa (SMP) dari sisa fase sebelumnya	35
Gambar 3.14	Jumlah Kendaraan yang Datang Kemudian Antri Pada Fase Merah	36
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian	45
Gambar 4.2	Tampilan Awal Layar Kerja <i>Software</i> VISSIM	49
Gambar 4.3	Pengaturan <i>Vehicle Behaviour</i> dan <i>Units</i> pada <i>Network Setting</i>	50
Gambar 4.4	<i>Input Background Image</i>	51
Gambar 4.5	<i>Set Scale</i>	51
Gambar 4.6	Bagan Alir Penelitian	54
Gambar 5.1	Kondisi <i>Existing</i> Simpang Bersinyal	56
Gambar 5.2	Sketsa Geometrik Simpang	58
Gambar 5.3	Grafik Fluktuasi Volume Lalu Lintas di Simpang Ciremai Raya	62

Gambar 5.4 Distribusi Volume Lalu Lintas	63
Gambar 5.5 Diagram Fase Waktu Siklus Sinyal Simpang Ciremai Raya	64
Gambar 5.6 Fase Sinyal Simpang Ciremai Raya	64
Gambar 5.7 Hambatan Samping Jalan Rajawali Raya (Utara)	67
Gambar 5.8 Hambatan Samping Jalan Ciremai Raya (Selatan)	67
Gambar 5.9 Hambatan Samping Ahmad Yani (Timur)	67
Gambar 5.10 Hambatan Samping Raya Pantura (Barat)	68
Gambar 5.11 Visualisasi Model Simpang Bersinyal Ciremai Raya dengan Vissim	84
Gambar 5.12 <i>Driving Behaviour</i> sebelum dilakukan Kalibrasi	85
Gambar 5.13 Sebelum Kalibrasi	88
Gambar 5.14 Sesudah Kalibrasi	88
Gambar 5.15 Opsi Pelebaran Jalan pada Lengan Selatan	93
Gambar 5.16 Opsi Pelebaran Jalan pada Lengan Utara	93
Gambar 5.17 Tampak Atas Panjang Antrean Alternatif 1	94
Gambar 5.18 Tampak Samping Panjang Antrean Alternatif 1	94
Gambar 5.19 Penyesuaian Waktu Siklus pada Alternatif 2	98
Gambar 5.20 Tampak Atas Panjang Antrean Alternatif 2	98
Gambar 5.21 Tampak Samping Panjang Antrean Alternatif 2	99
Gambar 5.22 Penyesuaian Waktu Hijau pada Alternatif 3	102
Gambar 5.23 Tampak Atas Panjang Antrean Alternatif 3	103
Gambar 5.24 Tampak Samping Panjang Antrean Alternatif 3	103
Gambar 5.25 Tampak Atas Panjang Antrean Alternatif 4	107
Gambar 5.26 Tampak Samping Panjang Antrean Alternatif 4	107

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 1	123
Lampiran 2 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 2	128
Lampiran 3 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 3	133
Lampiran 4 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 1	138
Lampiran 5 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 2	143
Lampiran 6 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 3	148
Lampiran 7 Data Kecepatan Ruas Jalan	153
Lampiran 8 Data Survei Driving Behaviour	158
Lampiran 9 Data Panjang Antrean	163
Lampiran 10 Dokumentasi Survei	165

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

APILL	= Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas
At	= Data Lapangan
BB	= Bus Besar
BKA	= Arus Kendaraan Belok Kanan
BKI	= Arus Kendaraan Belok Kiri
BKiJT	= Arus Kendaraan Belok Kiri Jalan Terus
BRT	= <i>Bus Rapid Transit</i>
C	= Kapasitas (smp/jam)
C0	= Kapasitas Dasar
D	= <i>Divided</i>
det	= Detik
Dj	= Derajat Kejenuhan
EMP	= Ekuivalen Mobil Penumpang
FBKA	= Faktor Koreksi Belok Kanan
FBKI	= Faktor Koreksi Belok Kiri
FG	= Faktor Kelandaian
FHS	= Faktor Hambatan Sampping
FJS	= Faktor Jam Sibuk
FP	= Faktor Parkir
FUK	= Faktor Ukuran Kota
GEH	= Geoffery E. Havers (Nilai validasi persamaan GEH)
i	= Fase
J	= Arus Jenuh (smp/jam)
J0	= Arus Jenuh Dasar (smp/jam)
kend	= Kendaraan
km	= Kilometer
KTB	= Kendaraan Tak Bermotor
L	= Lebar Pendekat
LOS	= <i>Level Of Service</i>

LRT	= <i>Light Rail Transit</i>
LE	= Lebar Jalur Efektif
LM	= Lebar Jalur Masuk
LK	= Lebar Jalur Keluar
LBKiJT	= Lebar Belok Kiri Jalan Terus
m	= Meter
MP	= Mobil Penumpang
MRT	= <i>Mass Rapid Rransit</i>
MAPE	= <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
n	= Banyaknya Data
NKH	= Jumlah rata – rata kendaraan henti
Nq	= Jumlah rata – rata antrean kendaraan (smp) pada awal isyarat lampu hijau
Nq1	= Jumlah kendaraan terhenti yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
Nq2	= Jumlah kendaraan yang datan dan terhenti dalam antrean selama fase merah
Nqmax	= Jumlah Antrean Kendaraan
PA	= Panjang Antrean
PB	= Porsi Kendaraan Membelok
PKJI 2023	= Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023
PTV VISSIM	= <i>Planning Transformation Vekher in Stadten Simulations Model</i>
q	= Arus Lalu Lintas Kendaraan Bermotor (smp/jam)
qBKa	= Arus Lalu Lintas Belok Kanan
qBKl	= Arus Lalu Lintas Belok Kiri
qBKa,O	= Arus Lalu Lintas melawan atau terlawan yang belok kanan
qJp	= Arus Lalu Lintas Jam Perencanaan
RAS	= Rasio Arus Simpang
RBKA	= Rasio Kendaraan Belok Kanan
RBKI	= Rasio Kendaraan Belok Kiri

RBK <sub>iJT</sub>	= Rasio Kendaraan Belok Kiri Jalan Terus
RF	= Rasio Fase
RH	= Rasio Hijau
RKH	= Rasio Kendaraan Henti
R <sub>q/j</sub>	= Rasio Arus terhadap Arus Jenuh
s	= Waktu Siklus
SM	= Sepeda Motor
skr	= Satuan Kendaraan Ringan
smp	= Satuan Mobil Penumpang
T	= Tundaan
TG	= Tundaan Geometri
TLL	= Tundaan Llau Lintas
TB	= Truk Besar
WAH	= Waktu Antar Hijau
WH	= Waktu Hijau
WHH	= Waktu Hijau Hilang Total
WH <sub>i</sub>	= Waktu Hijau pada Fase i
WK	= Waktu Isyarat Kuning
WM	= Waktu Isyarat Merah
WMS	= Waktu Isyarat Merah Semua

## ABSTRAK

Simpang empat Ciremai Raya, Kota Cirebon yang berada di kawasan padat aktivitas seperti sekolah, pasar, rumah sakit serta deretan pertokoan. Kepadatan aktivitas di sekitar simpang ini memicu berbagai permasalahan lalu lintas seperti kemacetan dan antrean kendaraan yang cukup panjang terutama pada saat jam sibuk. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi kondisi *existing* dan memberikan alternatif solusi guna meningkatkan kelancaran arus lalu lintas.

Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui survei lapangan dan data sekunder diperoleh dari jumlah penduduk serta peta wilayah. Analisis kinerja simpang dilakukan berdasarkan standar PKJI 2023 dan dimodelkan menggunakan *software* VISSIM. Penelitian ini mengusulkan 4 alternatif perbaikan, yaitu pelebaran lengan utara dan selatan masing – masing 0,5 m, penyesuaian waktu siklus sinyal sesuai PKJI 2023, penyesuaian waktu hijau, serta kombinasi pelebaran dan penyesuaian siklus sinyal.

Dari hasil penelitian, dapat diketahui bahwa kinerja lalu lintas pada simpang menunjukkan derajat kejenuhan mencapai 0,92 pada pendekatan Utara, 0,42 Selatan, 0,96 Barat, dan 0,70 Timur. Panjang antrean senilai 146 m pada pendekatan Utara, 54 m Selatan, 149 m Timur, dan 107 m Barat. Nilai rata – rata tundaan sebesar 72,25 det/smp dengan LOS berada pada tingkat E hingga F. Diantara keempat alternatif, alternatif 4 menunjukkan performa terbaik dengan rata – rata tundaan hanya 13,37 detik dan meningkatkan LOS mencapai LOS A pada pendekatan Barat. Terbukti bahwa alternatif 4 merupakan skenario paling optimal dalam aspek operasional maupun geometrik untuk mengurangi kepadatan dan panjang antrean antar simpang pada saat *peak hour*.

**Kata kunci:** LOS, PKJI 2023, *Software* PTV VISSIM, dan Simpang.

## **ABSTRACT**

*The Ciremai Raya intersection in Cirebon City is located in a area of high activity such as schools, markets, hospitals and a row of shops. The density of activities around this intersections triggers various traffic problem such as congestion and long queues of vehicles, especially during peak hours. The purpose of this study is to evaluate the existing conditions and provide alternative solutions to improve the smooth flow of traffic.*

*In this study, primary data were obtained through field surveys and secondary data were obtained from population and area maps. The intersection performance analysis was conducted based on PKJI 2023 standards and modeled using VISSIM Software. This study proposes 4 alternative improvements, namely widening the north and south arms by 0,5 m each, adjusting the signal cycle time according to PKJI 2023, adjusting the green time, and a combination of widening and adjusting the signal cycle.*

*From the research results, it can be seen that the traffic performance at the intersection shows the degree of saturation reaching 0,92 on the North approach, 0,42 South, 0,96 West, and 0,70 East. The queue length is 146 m on the North approach, 54 m South, 149 m East, and 107 m West. The average delay time is 72,25 sec/smp wuth LOS ranging from E to F. Among the four alternatives, alternatives 4 shows the best performance with an average delay of only 13,37 sec and improves the LOS to LOS A on the West approach. It has been proven that alternative 4 is the most optimal scenario in terms of operational and geometrical aspects for reducing traffic density and queue length between intersections during peak hours.*

*Keywords: LOS, PKJI 2023, PTV VISSIM Software, and Intersection.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang memiliki penduduk terpadat nomor empat di dunia di mana jumlah penduduknya berkisar 260 juta penduduk. Pertumbuhan jumlah penduduk yang tinggi dalam suatu wilayah dapat menyebabkan peningkatan kebutuhan masyarakat dalam menjalani aktivitas. Ketersediaan sarana dan prasarana pendukung suatu negara misalnya sektor transportasi, sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk. Transportasi saat ini menjadi satu dari banyaknya prasarana yang penting karena setiap individu memerlukan transportasi sebagai penunjang aktivitasnya. Masalah transportasi di perkotaan banyak didominasi oleh transportasi darat, karena adanya peningkatan jumlah kendaraan tanpa mempertimbangkan peningkatan fasilitas sarana dan prasarana yang cukup. Situasi ini menyebabkan lalu lintas menjadi padat dan menimbulkan masalah dalam ketertiban jalan. Selain itu, kurangnya sarana dan prasarana transportasi umum juga dapat menyebabkan bertambahnya penggunaan kendaraan pribadi, yang berujung pada meningkatnya volume lalu lintas.

Kota Cirebon, yang terletak di provinsi Jawa Barat, Indonesia, berada di pesisir utara Pulau Jawa dan berfungsi sebagai penghubung antara Jakarta dan Surabaya di jalur utara serta tengah Jawa. Pada pertengahan tahun 2024, populasi Kota Cirebon mencapai 354,679 jiwa, dengan kepadatan penduduk sebesar 9,194 orang per kilometer persegi (Wikipedia, 2024). Hal ini mengakibatkan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi di Kota Cirebon, baik dalam pergerakan internal di dalam kota maupun interaksi dengan wilayah sekitarnya. Selain itu, Kota Cirebon masih mengalami *mixed traffic* antar kendaraan pribadi dan barang. Saat ini kondisi lalu lintas angkutan barang di Kota Cirebon mengalami kemacetan dan tergolong ramai.

Pada Sistem transportasi didalam sebuah persimpangan, baik itu simpang bersinyal maupun simpang tidak bersinyal, terdapat sejumlah permasalahan terkait

konflik pergerakan lalu lintas. Permasalahan ini mencakup volume kendaraan, derajat kejenuhan, efektivitas kinerja simpang, dan kondisi geometrik dari simpang itu sendiri. Tingkat pergerakan dari berbagai jenis kendaraan yang beragam dapat menimbulkan masalah di persimpangan seperti mengalami tundaan kendaraan yang cukup panjang. Selain itu, perilaku pengendara yang tidak menaati rambu lalu lintas juga menjadi salah satu penyebab kemacetan di persimpangan tersebut.

Pada penelitian ini maka dipilih Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon, karena area ini terletak pada jalur strategis, yaitu lintas Pantura, yang dikenal sebagai salah satu koridor utama transportasi Nasional. Simpang ini menghubungkan empat ruas jalan, yaitu Jalan Rajawali Raya pada lengan Utara, Jalan Ciremai Raya pada lengan Selatan, Jalan Ahmad Yani pada lengan Timur, serta Jalan Raya Pantura pada lengan Barat. Adapun Jalan Ciremai Raya dan Jalan Rajawali Raya sendiri merupakan jalan dengan karakteristik perkotaan yang melayani berbagai aktivitas lokal, seperti permukiman, perdagangan, akademik, dan fasilitas umum. Dengan posisi yang menghubungkan jalur lokal dan regional, simpang ini memiliki potensi konflik lalu lintas yang tinggi, sehingga memerlukan analisis kinerja yang komprehensif guna menunjang kelancaran dan keselamatan arus lalu lintas. Berikut Gambar 1.1 Kepadatan Lalu Lintas Pada Simpang Ciremai Raya



**Gambar 1. 1 Kepadatan Lalu Lintas Pada Simpang Ciremai Raya**

(Sumber: *Google Street View*, 2024)

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, perlu dilakukan perbaikan kinerja pada simpang tersebut untuk memulihkan kenyamanan penggunaan jalan. Untuk

meningkatkan pelayanan pada simpang bersinyal maka diperlukan analisis untuk mengevaluasi seberapa efektif simpang bersinyal tersebut dalam mengatur aliran lalu lintas terutama pada kondisi lalu lintas yang padat dan juga permodelan pada simpang bersinyal tersebut. Penelitian ini menganalisis kinerja simpang bersinyal dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2023 yang digunakan untuk mengatur standar dan prosedur dalam pembangunan infrastruktur transportasi di Indonesia terutama di Kota Cirebon pada kondisi *existing*. Untuk mendukung pengembangan simpang tersebut, maka dilakukan permodelan simulasi lalu lintas yang bertujuan untuk memperkirakan kinerja lalu lintas pada persimpangan, sehingga pada penelitian ini digunakan *Software Vissim 23 (Students Version)*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas diperoleh rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja Simpang Bersinyal Jl. Ciremai Raya pada saat kondisi jam sibuk?
2. Faktor yang dapat mempengaruhi kinerja simpang bersinyal jl. Ciremai Raya, dan solusi apa yang di dapat?

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dituliskan, tujuan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut.

1. Mengevaluasi faktor yang mempengaruhi kinerja Simpang Ciremai Raya
2. Merumuskan solusi untuk meningkatkan kinerja lalu lintas pada Simpang Bersinyal Jl. Ciremai Raya.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan yang telah dirumuskan dalam masalah sebelumnya dan juga akan menjadi bahan pertimbangan serta masukan bagi instansi terkait dalam meningkatkan pelayanan lalu lintas di Simpang Bersinyal Jl. Ciremai Raya. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penulis lain.

## 1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian berisi tentang batasan pembahasan masalah terhadap penelitian yang dilakukan. Batasan penelitian ini bertujuan agar pembahasannya lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang akan di capai. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Simpang yang di tinjau adalah Simpang Bersinyal pada ruas Jl. Ciremai Raya, Kota Cirebon diantaranya sebagai berikut:
  - a. Simpang I : Jl. Ciremai Raya – Jl. Rajawali Raya
  - b. Simpang II : Jl. Ahmad Yani (Timur) – Jl. Pantura Raya (Barat)
  - c. Simpang II : Jl. Rajawali Raya – Jl. Ciremai Raya
  - d. Simpang IV : Jl. Pantura Raya (Barat) – Jl. Ahmad Yani (Timur)
2. Survei kendaraan di ambil pada 3 jam puncak, pada jam sibuk (*peak hour*) dan jam kerja.
 

Pagi	: 05.30 – 08.30
Siang	: 10.45 – 13.35
Sore	: 15.30 – 18.30
3. Pengelompokan jenis kendaraan yang disurvei adalah sebagai berikut:
  - a. Sepeda Motor (SM)
  - b. Mobil Penumpang (MP)
  - c. Kendaraan Sedang (KS)
  - d. Bus Besar (BB)
  - e. Truk Berat (TB)

Pada pengelompokan jenis kendaraan yang disurvei, Bus Besar (BB) dan Truk Berat (TB) dimasukkan dalam kategori kendaraan yang disurvei di Simpang Ciremai Raya, karena lengan Barat dan Timur simpang tersebut merupakan bagian dari jalan nasional, yang berfungsi sebagai penghubung antarkota dan antarprovinsi, serta melayani angkutan barang dan penumpang dalam skala besar.

4. Kinerja simpang yang di teliti meliputi kapasitas simpang, tundaan dan derajat kejenuhan (Dj)

5. Analisis dan evaluasi peningkatan kinerja simpang dilakukan dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023)
6. Simulasi kinerja simpang menggunakan *Software* PTV Vissim 23 (Student Version). Dengan menggunakan perangkat lunak Vissim maka dapat dilakukan mikrosimulasi arus lalu lintas di simpang bersinyal dan mengevaluasi kinerja lalu lintas. Jenis lalu lintas multi-moda, termasuk mobil, angkutan barang, bus, *heavy rail*, *tram*, LRT, sepeda motor, sepeda, hingga pejalan kaki. Semua jenis ini bisa berinteraksi satu sama lain. Pengguna *software* ini bisa memodelkan segala jenis konfigurasi geometrik ataupun perilaku pengguna jalan yang terjadi dalam sistem *transport*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Analisis Kinerja Simpang Bersinyal**

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Wulandari dan Muchlisin (2021), di Simpang Wirobrajan, Kota Yogyakarta penelitian tersebut menggunakan metode MKJI 1997 untuk menganalisis kondisi jalan yang dinilai tidak relevan terhadap lalu lintas dan perlu dilakukan perbandingan dengan menggunakan perangkat lunak Vissim. Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja Simpang Wirobrajan dalam kondisi *existing* termasuk dalam kategori E (buruk), dengan nilai tundaan sebesar 77,09 detik per kendaraan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Prima, dkk (2023) di Simpang Gunung Sabeulah adalah persimpangan jalan yang menghubungkan berbagai kecamatan di Kota Tasikmalaya, termasuk Jalan Mitra Batik (menuju utara), Jalan Galunggung (menuju timur), Jalan Gunung Sabeulah (menuju selatan), dan Jalan Bantar (menuju barat). Persimpangan bersinyal ini menghadapi masalah lalu lintas akibat meningkatnya volume kendaraan dan adanya hambatan samping di sekitar ruas jalan. Untuk itu, dilakukan analisis manajemen lalu lintas menggunakan metode MKJI 1997. Berdasarkan pemodelan dengan perangkat lunak PTV Vissim, kondisi *existing* menunjukkan panjang antrian (Qlen) sebesar 18,78 meter, tundaan rata-rata (*VehDelay*) sebesar 30,82 detik per kendaraan, dan tingkat pelayanan (*Level of Service*) dalam kategori C (sedang).

Haniifah dan Lestarini (2022) melakukan analisis terhadap simpang bersinyal yang mengalami kemacetan lalu lintas, seperti yang terjadi di Simpang Pakelan, Kecamatan Bulurejo, Kabupaten Magelang, menunjukkan perlunya tinjauan ulang untuk memperbaiki kinerjanya. Penilaian ini dilakukan dengan membandingkan metode MKJI 1997, PKJI 2013, dan perangkat lunak PTV Vissim. Berangkat dari pemantauan dan penilaian kinerja lalu lintas di simpang 4 bersinyal di Simpang Pakelan, Jl. Magelang – Salaman, Kabupaten Magelang ditemukan bahwa

pengolahan data menggunakan MKJI 1997 menghasilkan nilai DS sebesar 0,78 dengan tundaan sebesar 75,66 maka didapat nilai LOS F, sedangkan pengolahan data menggunakan PKJI 2014 menghasilkan nilai DS sebesar 0,68 dengan tundaan sebesar 42,01 dan diperoleh nilai LOS D. Sementara itu, analisis dengan menggunakan perangkat lunak Vissim menunjukkan tundaan sebesar 81,47 detik, yang mengakibatkan tingkat pelayanan berada pada kategori F. Penelitian ini mengevaluasi dua alternatif untuk mengoptimalkan kinerja simpang, yaitu perubahan dalam durasi siklus, peningkatan kontrol belok kiri, dan modifikasi jalur. Meskipun demikian, tingkat pelayanan simpang tetap menunjukkan nilai D. Oleh karena itu, perlu dilakukan peninjauan kembali untuk merencanakan pembangunan *flyover* atau *underpass* guna memaksimalkan kinerja simpang tersebut.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wahyu, dkk (2023) pada persimpangan bersinyal Pagar Alam Bandar Lampung memiliki masalah kemacetan yang disebabkan meningkatnya transportasi. Kinerja persimpangan dalam kondisi *existing* masih kurang memadai, karena tingkat kejenuhan melampaui 0,75 dan nilai *Level of Service* berada pada kategori F (>60 detik), yang merupakan kondisi paling buruk. Panjang antrian hari kerja tercatat sebesar 273,3 detik, dengan volume kendaraan mencapai 655,07 smp/jam.

Penelitian yang dilakukan oleh Riza, dkk (2023) dengan tujuan menganalisis dan optimalisasi kinerja simpang di Grosir Cililitan (PGC) pada Jalan Dewi Sartika – Jalan Raya Bogor dengan pendekan PKJI 2014 dan *software* Vissim. Lokasi tersebut berada di area yang menjadi pusat aktivitas ekonomi, termasuk pabrik, mall, UKM, pasar, pedagang kaki lima, dan sekolah, yang menjadi alasan kinerja simpang tidak optimal. Kondisi ini mengakibatkan panjang antrian dan tundaan yang tinggi. Derajat kejenuhan ( $D_j$ ) dalam penelitian ini tercatat bernilai 2,298 skr/jam dengan panjang antrean (QL) 130,84 m, dan tundaan rerata simpang (D) mencapai 361,65 detik per skr. Optimalisasi dilakukan dengan mengubah fase dari 4 fase awal menjadi 2 fase, yang menghilangkan pergerakan belok kanan, sehingga nilai D turun menjadi 48,85 detik per skr dan *Level of Service* menjadi E.

## 2.2 Penggunaan Vissim dalam Analisis Kinerja Simpang Bersinyal

Metode yang digunakan dalam penelitian Wulandari dan Muchlisin (2021) upaya yang dilakukan meliputi analisis dan pemodelan ulang, perubahan fase, serta optimalisasi durasi siklus pada simpang bersinyal Wirobrajan dengan menggunakan Vissim dan survei lalu lintas di lapangan. Data yang dikumpulkan dari survei lapangan lalu dimasukkan ke dalam perangkat lunak Vissim 10.0. Hasil analisis dengan perangkat lunak Vissim menunjukkan bahwa kinerja simpang dalam kondisi *existing* memiliki tundaan sebesar 77,09 detik per kendaraan dan berada pada tingkat pelayanan E.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Prima, dkk (2023) mengenai analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan PTV Vissim. Hasil analisis kondisi eksisting Simpang Gunung Sabeulah ini didapat kurang memuaskan dengan nilai panjang antrian (Qlen) sepanjang 18,78 m dan tundaan rata – rata (*VehDelay*) 30,82 det/kend dengan tingkat pelayanan (*Level Of Service*) C sehingga dibutuhkan perancangan ulang fase sinyal lalu lintas sesuai dengan permodelan Vissim.

Dalam penelitian Haniifah dan Lestarini (2022) yang dilakukan pada simpang empat yang bersinyal di Simpang Pakelan Jl. Magelang – Salaman Kabupaten Magelang melakukan pengamatan dan analisis kinerja menggunakan *software* PTV Vissim. Berdasarkan pengamatan dari analisis kinerja simpang bersinyal pengolahan Vissim menghasilkan tundaan rata - rata sebesar 81,47 LOS F (Sangat Buruk).

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyu, dkk (2023) dalam penggunaan Vissim untuk mengidentifikasi pemicu yang memengaruhi kinerja simpang dan merancang alternatif perbaikan, termasuk perubahan bentuk geometri jalan guna meningkatkan pelayanan di persimpangan bersinyal Pagar Alam Bandar Lampung, diperlukan analisis mendalam. Peningkatan penggunaan transportasi menyebabkan mobilitas masyarakat meningkat, yang pada gilirannya mengarah pada kemacetan. Oleh karena itu, pemodelan dengan perangkat lunak Vissim sangat diperlukan. Analisis menggunakan Vissim menunjukkan panjang antrian sebesar 437 meter, tundaan 20 detik, dan volume kendaraan sebesar 609 smp/jam.

Novia Riza, dkk (2023) melakukan penelitian untuk menganalisis dan mengoptimalkan kinerja simpang dengan menggunakan perangkat lunak Vissim di Simpang bersinyal pada Pusat Grosir Cililitan (PGC), yang merupakan salah satu lokasi rentan terjadi kemacetan di Provinsi DKI Jakarta. Kemacetan di simpang ini diakibatkan oleh adanya banyak pusat usaha seperti pabrik, mall, UKM, pasar, pedagang kaki lima, dan sekolah. Simpangan yang berkinerja buruk menyebabkan antrean panjang, tundaan, dan pemborosan waktu akibat kemacetan. Maksud penelitian ini yaitu untuk menganalisis dan mengoptimalkan simpang dengan menggunakan software PTV Vissim. Berdasarkan hasil pemodelan dengan Vissim, tundaan tercatat sebesar 89,92 detik per skr dan *Level of Service* berada pada kategori F (Sangat Buruk).

Perbandingan penelitian penulis dengan penelitian terdahulu terkait analisis kinerja simpang bersinyal dapat dilihat pada Tabel 2.1. dan Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Analisis Kinerja Simpang Menggunakan *Software* PTV Vissim

### 2.3 Penelitian Terdahulu

**Tabel 2.1 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Sudah Dilakukan**

No	Peneliti	Nama Studi	Tujuan Penelitian	Lokasi	Metode	Perbandingan
1.	Wulandari & Muchlisin (2021)	Analisis terhadap Simpang Empat Bersinyal Wirobrajan terkait perubahan urutan fase dengan menggunakan perangkat lunak PTV Vissim.	Menggunakan perangkat lunak Vissim untuk melakukan analisis, pemodelan ulang, mengubah fase, dan mengoptimalkan waktu siklus di simpang bersinyal Wirobrajan.	Wirobrajan, Yogyakarta	Survey lalu lintas di lapangan dan MKJI 1997	Lokasi dalam penelitian sebelumnya adalah Simpang Wirobrajan, Yogyakarta, sedangkan dalam penelitian sekarang bertempat di Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon. Untuk metode yang digunakan peneliti terdahulu MKJI 1997, sedangkan peneliti sekarang menggunakan metode PKJI 2023. Dalam perencanaannya pun keduanya menggunakan PTV Vissim
2.	Raya Prima, dkk (2023)	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan PTV Vissim	Meningkatkan kinerja Simpang Gunung Sabeulah di Kota Tasikmalaya untuk mengurangi masalah lalu lintas yang disebabkan oleh peningkatan volume kendaraan dan tingginya hambatan samping di sekitar ruas jalan.	Simpang Gunung Sabeulah Kota Tasikmalaya	Metode MKJI 1997	Berbeda pada lokasi yang di tinjau, sehingga dari geometri pendekatan arus lalu lintas yang berbeda juga, metode yang digunakan pada penelitian terdahulu yaitu MKJI 1997 sedangkan penelitian sekarang menggunakan metode PKJI 2023, pada pengambilan data primer selama 2 minggu, sedangkan penelitian sekarang hanya satu <i>weekend</i> dan satu hari <i>weekdays</i> . Pada survey lalu lintas peneliti terdahulu tipe kendaraan di kelompokkan dalam kategori LV, HV, dan UM. Sedangkan pada penelitian sekarang tipe kendaraan di kelompokkan dalam kategori SM, MP, KS, BB, dan TB

Sumber : Wulandari dan Muchlisin (2021), Raya Prima, dkk (2023), Haniifah dan Lestarini (2022), Wahyu, dkk (2023), Novia Riza, dkk (2023)

**Lanjutan Tabel 2. 1 Perbandingan Antara Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Sudah Dilakukan**

No	Peneliti	Nama Studi	Tujuan Penelitian	Lokasi	Metode	Perbandingan
3.	Haniifah & Lestarini (2022)	Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal	Melakukan tinjauan ulang untuk meningkatkan kinerja simpang	Simpang Pakelan, Kecamatan Bulurejo, Kabupaten Magelang	Metode <i>Survei traffic counting</i> dan Analisa perbandingan antara MKJI 1997, PKJI 2014 dan software PTV Vissim 2022	Penelitian sekarang hanya menggunakan satu pedoman yaitu PKJI 2023 dan software VISSIM 23 dan tidak melakukan perbandingan antara MKJI 1997 dengan PKJI 2014 seperti peneliti terdahulu.
4.	Wahyu, dkk (2023)	Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal Menggunakan Software Vissim Studi Kasus : Persimpangan Bersinyal Pagar Alam	Maksud penelitian ini untuk mengevaluasi dan membandingkan hasil analisis menggunakan metode MKJI dan perangkat lunak VISSIM, mengidentifikasi pemicu yang berperan terhadap kinerja simpang, serta merancang alternatif perbaikan berupa perubahan bentuk geometri jalan untuk meningkatkan tingkat pelayanan simpang.	Persimpangan Bersinyal Pagar Alam	MKJI 1997 dan <i>Software Vissim</i>	Data primer sama – sama di dapatkan dengan cara observasi atau pengukuran langsung di lokasi
5.	Novia Riza, dkk (2023)	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pusat Grosir Cililitan (PGC) Jalan Dewi Sartika – Jalan Raya Bogor dengan Metode PKJI 2014 dan Permodelan Menggunakan PTV Vissim	Menggunakan pendekatan PKJI 2014 untuk melakukan evaluasi kinerja simpang bersinyal Pusat Grosir Cililitan, dan melakukan pemodelan menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM. Selain itu, mengusulkan solusi alternatif untuk meningkatkan pelayanan simpang tersebut di masa mendatang.	Pusat Grosir Cililitan (PGC) di Jalan Dewi Sartika – Jalan Raya Bogor	PKJI 2014 dan perangkat PTV Vissim	Dalam penelitian ini sama – sama menggunakan pendekatan PKJI hanya berbeda pada tahun saja

Sumber : Wulandari dan Muchlisin (2021), Raya Prima, dkk (2023), Haniifah dan Lestarini (2022), Wahyu, dkk (2023), Novia Riza, dkk (2023)

**Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Analisis Kinerja Simping Menggunakan *Software* PTV VISSIM**

Penelitian Terdahulu						Penelitian yang telah dilakukan
Peneliti	Wulandari & Muchlisin (2021)	Raya Prima, dkk (2023)	Haniifah & Lestarini (2022)	Wahyu, dkk (2023)	Novia Riza, dkk (2023)	Andini dan Prayitno (2025)
Judul	Analisis terhadap Simping Empat Bersinyal Wirobrajan terkait perubahan urutan fase dengan menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM.	Analisis Kinerja Simping Bersinyal Menggunakan PTV VISSIM	Analisis Kinerja Simping Empat Bersinyal	Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal menggunakan Software Vissim	Analisis Kinerja Simping Bersinyal Pusat Grosir Cililitan (PGC) Jalan Dewi Sartika – Jalan Raya Bogor dengan Metode PKJI 2014 dan Permodelan Menggunakan PTV Vissim	Analisis Kinerja Simping Bersinyal
Tujuan Penelitian	Menggunakan perangkat lunak VISSIM untuk melakukan analisis, pemodelan ulang, mengubah fase, dan mengoptimalkan waktu siklus di simpang bersinyal Wirobrajan.	Meningkatkan kinerja Simping Gunung Sabeulah di Kota Tasikmalaya untuk mengurangi masalah lalu lintas yang disebabkan oleh peningkatan volume kendaraan dan tingginya hambatan samping di sekitar ruas jalan.	Melakukan tinjauan ulang untuk meningkatkan kinerja simpang	Mengevaluasi dan membandingkan hasil analisis menggunakan metode MKJI dan perangkat lunak VISSIM, mengidentifikasi pemicu yang berperan terhadap kinerja simpang, serta merancang alternatif perbaikan berupa perubahan bentuk geometri jalan untuk meningkatkan tingkat pelayanan simpang.	Menggunakan pendekatan PKJI 2014 untuk melakukan evaluasi kinerja simpang bersinyal Pusat Grosir Cililitan, dan melakukan pemodelan menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM. Selain itu, mengusulkan solusi alternatif untuk meningkatkan pelayanan simpang tersebut di masa mendatang.	Mengevaluasi faktor yang mempengaruhi kinerja Simping Ciremai Raya dan merumuskan Solusi untuk meningkatkan kinerja lalu lintas pada Simping Ciremai Raya
Lokasi	Wirobrajan, Yogyakarta	Simpang Gunung Sabeulah Kota Tasikmalaya	Simpang Pakelan, Kecamatan Bulurejo, Kabupaten Magelang	Persimpangan Bersinyal Pagar Alam	Pusat Grosir Cililitan (PGC) di Jalan Dewi Sartika – Jalan Raya Bogor	Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon

Sumber : Wulandari dan Muchlisin (2021), Raya Prima, dkk (2023), Haniifah dan Lestarini (2022), Wahyu, dkk (2023), Novia Riza, dkk (2023)

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Kinerja Simpang**

Persimpangan dianggap sebagai elemen krusial dalam jaringan jalan, dan kelancaran pergerakan di seluruh jaringan jalan sangat bergantung pada pengaturan yang diterapkan di persimpangan tersebut. Secara keseluruhan, kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengatur aliran lalu lintas di dalam sistem jaringan tersebut, sehingga persimpangan dianggap sebagai elemen krusial dalam memberikan pelayanan terhadap arus lalu lintas.

Persimpangan adalah area di mana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau bersilangan. Persimpangan dapat memiliki berbagai jenis, mulai dari yang sederhana seperti pertemuan dua ruas jalan, hingga yang kompleks seperti simpang bersinyal, bundaran, atau simpang tidak sebidang yang melibatkan beberapa ruas jalan.

##### **3.1.1 Simpang**

Simpang adalah bagian penting dari jaringan jalan, di mana dua atau lebih ruas jalan bertemu, yang sering kali menciptakan situasi konflik dalam lalu lintas transportasi. Untuk mengatasi konflik ini, diterapkan aturan lalu lintas yang menentukan prioritas penggunaan persimpangan. Simpang dianggap sebagai pertemuan jalan yang tegak lurus atau mendekati sudut  $90^\circ$ , berada pada alignment datar, dengan arus lalu lintas yang memiliki derajat kejenuhan  $(D_j) \leq 0,85$ . Tipe simpang ini bisa berupa simpang-3 atau simpang-4 yang melibatkan pertemuan antara jenis jalan 2/2-TT, jalan 4/2-T, atau kombinasi dari jenis-jenis tersebut.

Jenis simpang berdasarkan metode pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu:

a. Simpang Bersinyal (*Signalized Intersection*)

Simpang bersinyal (*Signalized Intersection*) adalah jenis persimpangan yang memiliki beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lalu lintas (*traffic light*).

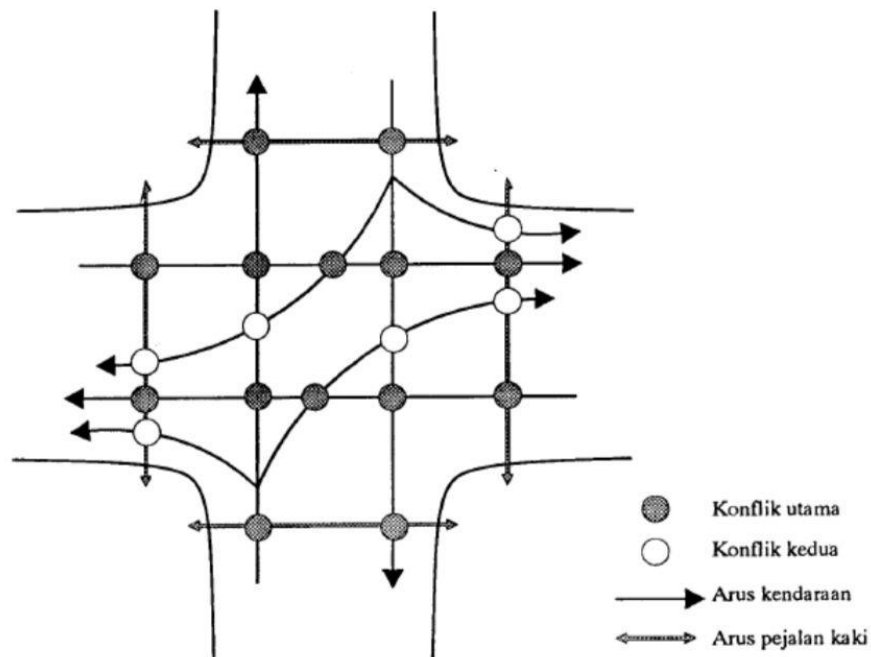
b. Simpang Tak Bersinyal (*Unsignalized Intersection*)

Simpang tak bersinyal (*Unsignalized Intersection*) adalah persimpangan yang tidak dilengkapi dengan sinyal lalu lintas. Di persimpangan ini, pengemudi harus menentukan apakah mereka merasa cukup aman untuk melintasi persimpangan atau harus berhenti terlebih dahulu sebelum melanjutkan perjalanan.

Menurut UU No. 22/2009 tentang Lalu Lintas, sinyal lalu lintas adalah Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) yang mengatur arus lalu lintas di persimpangan jalan dan di tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra cross*). Fungsi dari sinyal lalu lintas meliputi antara lain:

1. Mengurangi kemacetan di persimpangan akibat konflik arus lalu lintas, sehingga kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan saat kondisi lalu lintas mencapai puncaknya.
2. Sebagai fasilitas pertemuan antara jalan utama untuk kendaraan dan pejalan kaki dengan jalan sekunder, sehingga kelancaran arus lalu lintas dapat terjaga.
3. Mengurangi risiko kecelakaan yang disebabkan oleh tabrakan akibat perbedaan arus lalu lintas.

Titik konflik yang terjadi disuatu persimpangan tersaji pada Gambar 3.1 berikut ini



**Gambar 3. 1 Titik Konflik pada Simpang 4 Lengan**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

**Konflik Utama:** Konflik Utama: Konflik yang timbul akibat pergerakan lalu lintas dari jalan-jalan yang saling bersilangan.

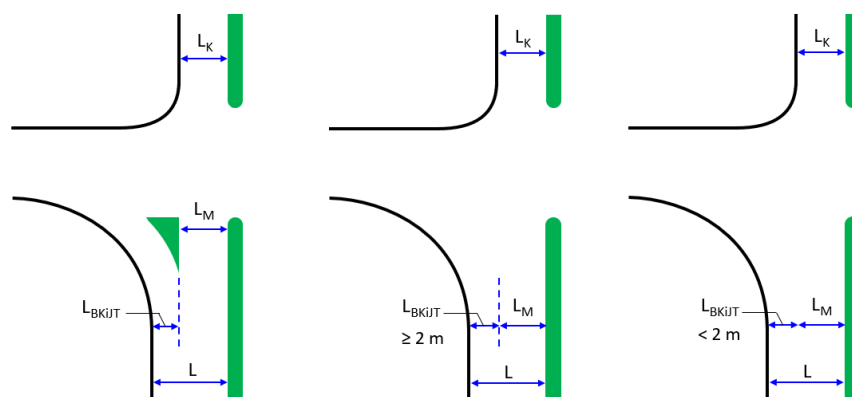
**Konflik Kedua:** Konflik yang timbul akibat pergerakan kendaraan yang berbelok dari arus lalu lintas lurus dan kendaraan yang berbelok bersamaan dengan pejalan kaki yang menyeberang.

### 3.2 Tipe Pendekat

Tipe pendekat dibagi menjadi dua kategori, yaitu Tipe pendekat P (terlindung) dan Tipe pendekat O (terlawan). Pada Tipe pendekat P, arus lalu lintas lurus diizinkan untuk bergerak saat arus lalu lintas dari arah berlawanan sedang mengalami isyarat merah, sehingga tidak terjadi konflik. Tipe pendekat O, arus lalu lintas lurus yang bergerak dari satu pendekat dan arus yang berbelok ke kanan dari arah pendekat yang berlawanan terjadi dalam fase hijau yang sama, di mana arus lalu lintas yang bergerak lurus disebut arus terlawan.

### 3.2.1 Lebar Pendekat Efektif

Lebar pendekat efektif ( $L_E$ ) ditentukan berdasarkan lebar ruas pendekat awal ( $L$ ), lebar masuk ( $L_M$ ), dan lebar keluar ( $L_K$ ). Untuk pendekat dengan pulau lalu lintas, lebar masuk ( $L_M$ ) adalah jarak antara tepi pulau lalu lintas dan median. Jika lebar belok kiri ( $L_{BKijT}$ ) lebih dari 2 meter, arus belok kiri dapat membentuk antrian sendiri sehingga ( $L_M$ ) =  $L - L_{BKijT}$ . Sebaliknya, jika  $L_{BKijT}$  kurang dari 2 meter, arus belok kiri akan bergabung dengan arus lalu lintas lurus.



**Gambar 3. 2 Lebar Pendekat dengan dan Tanpa Pulau Lalu Lintas**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Lebar efektif ( $L_E$ ) untuk pendekat dengan pulau lalu lintas ataupun tana pulau lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan ketentuan sebagai berikut:

#### 3.2.1.1. Jika $L_{BKijT} > 2m$

Arus kendaraan  $B_{kiJT}$  dapat mendahului antrian kendaraan lurus dan belok kanan selama isyarat merah.  $L_E$  ditetapkan sebagai berikut:

Langkah 1 : Arus lalu lintas yang belok ke kiri langsung ( $q_{BKijT}$ ) dihitung bersama dengan arus lainnya, sehingga total arus yang diperoleh adalah  $q = q_{LRS} + q_{BKa}$ . Persamaan 3.1 digunakan untuk menentukan lebar efektif.

$$L_E = \text{Min} \begin{cases} L - L_{BKijT} \\ L_M \end{cases} \quad 3.1$$

Langkah 2 : Periksa  $L_K$  (khusus untuk pendekat tipe P). Jika  $L_K$  lebih kecil dari  $L_M \times (1 - R_{BKa})$ , maka  $L_E = L_K$ . Analisis penentuan waktu

isyarat untuk pendekat ini hanya mempertimbangkan arus lalu lintas lurus, yaitu  $q_{LRS}$

### 3.2.1.2. Jika $LB_{KiJT} < 2m$

Kendaraan  $B_{KiJT}$  dianggap tidak dapat melampaui antrian kendaraan lain saat isyarat merah.  $L_E$  ditentukan sebagai berikut.:

Langkah 1 : Sertakan  $q_{BKiJT}$  pada perhitungan selanjutnya, pada Persamaan 3.2 berikut:

$$L_E = \text{Min} \begin{cases} L \\ LM + LB_{KiJT} \\ L \times (1 + RB_{KiJT}) - LB_{KiJT} \end{cases} \quad 3.2$$

Langkah 2 : Periksa  $L_K$  (hanya untuk pendekat tipe P), jika  $L_K < L_M \times (1 - RB_{Ka} - RB_{KiJT})$ , maka  $L_E = L_K$  dan analisis penentuan waktu isyarat untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk arus lalu lintas lurus saja.

### 3.2.2 Arus Lalu Lintas (Q)

Arus lalu lintas (Q) mengukur jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam periode waktu tertentu. Parameter ini digunakan untuk mengevaluasi kepadatan lalu lintas di jalan atau persimpangan dan dapat diukur dalam kendaraan per jam, per hari, atau interval waktu lainnya.

Dalam PKJI 2023, data lalu lintas dibagi menjadi dua kategori: data arus lalu lintas *existing* dan data arus lalu lintas rencana. Data *existing* digunakan untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas dengan menghitung arus kendaraan per jam pada waktu-waktu tertentu, seperti jam sibuk pagi atau sore. Sementara itu, data rencana digunakan untuk menentukan lebar jalur atau jumlah lajur, berdasarkan arus lalu lintas perencanaan ( $q_{jp}$ ) yang dihitung dari LHRT (Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan), faktor K, dan faktor jam sibuk (Fjs) untuk mengakomodasi fluktuasi selama jam sibuk.

Kendaraan dalam arus lalu lintas dibagi menjadi lima kategori: Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), Bus Besar (BB), dan Truk Berat (TB). Kategori ini kemudian dikonversi dari jumlah kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (emp) untuk setiap tipe pendekat, baik terlindung maupun terlawan. Jika suatu pendekat memiliki dua tipe berbeda dengan

fase yang berbeda, maka nilai EMP yang digunakan akan disesuaikan menjadi dua, sesuai dengan tipe pendekatan masing-masing fase. Klasifikasi kendaraan dan tipikalnya disajikan pada Tabel 3.1 Untuk jenis kendaraan dan Tabel 3.2 menunjukkan angka ekivalen kendaraan penumpang.

**Tabel 3. 1 Klasifikasi Kendaraan PKJI dan Tipikalnya**

<b>Kode</b>	<b>Jenis Kendaraan</b>	<b>Tipikal Kendaraan</b>
SM	Kendaraan bermotor dengan roda 2 atau 3 yang memiliki panjang kurang dari 2,5 meter.	Sepeda motor, kendaraan bermotor roda 3 (tiga)
MP	Mobil penumpang dengan 4 tempat duduk, mobil penumpang dengan 7 tempat duduk, serta kendaraan angkutan barang sedang dengan panjang kurang dari 5,5 meter.	Sedan, jeep, minibus, microbus, pickup, truk kecil
KS	Bus sedang dan kendaraan angkutan barang dengan 2 sumbu yang memiliki panjang kurang dari 9,0 meter.	Bus tanggung, bus metromini, truk sedang
BB	Bus besar 2 (dua) dan 3 (tiga) gandar dengan panjang <12,0 m	Bus antar kota, bus double decker city tour
TB	Kendaraan angkutan barang dengan 3 sumbu, truk gandeng, dan truk tempel (semitrailer) yang memiliki panjang lebih dari 12,0 meter.	Truk tronton, truk semi trailer, truk gandeng.

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

**Tabel 3. 2 Angka Ekivalen Kendaraan Penumpang**

<b>Jenis kendaraan</b>	<b>EMP untuk tipe pendekatan</b>	
	<b>Terlindung</b>	<b>Terlawan</b>
MP	1,0	1,0
KS	1,3	1,3
SM	0,15	0,4
BB	1,3	1,3
TB	1,3	1,3

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

### 3.2.3 Arus Jenuh

Arus jenuh ( $j$ , SMP/jam) merujuk pada kondisi di mana kapasitas jalan telah mencapai atau melampaui batas maksimum. Dalam konteks lalu lintas, arus jenuh terjadi ketika volume lalu lintas (jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam periode waktu tertentu) melebihi kapasitas jalan yang tersedia. Hasil dari pengalihan arus lalu lintas dasar ( $J_0$ ) dengan menggunakan faktor koreksi mempertimbangkan perbedaan antara kondisi saat ini dan kondisi optimal.  $J_0$  adalah arus jenuh pada kondisi lalu lintas dan geometri ideal, di mana faktor koreksi untuk  $J_0$  adalah satu. Persamaan 3-3 berikut dapat digunakan untuk menghitung nilai  $J$

$$J = J_0 \times FHS \times FUK \times FG \times FP \times FBKI \times FBKA \quad 3.3$$

dengan :

$J_0$  = arus jenuh dasar (SMP/Jam),

FHS = faktor koreksi  $J_0$  karena hambatan samping lingkungan jalan,

FUK = faktor koreksi  $J_0$  tentang ukuran kota,

FG = faktor koreksi  $J_0$  karena kelandaian memanjang pendekat, dan

FP = faktor koreksi  $J_0$  karena adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama. FP dapat dihitung dari persamaan 3.4 yang mencakup pengaruh panjang waktu hijau.

$$FP = \frac{\left[ \frac{L_P}{3} - \frac{(L-2) \times \left( \frac{L_P}{3} - WH \right)}{L} \right]}{w_H} \quad 3.4$$

dengan :

$L_P$  = jarak antara garis henti dengan kendaraan yang parkir pertama (m),

$L$  = lebar pendekat (m),

$WH$  = waktu hijau pendekat yang akan ditinjau (normal: 27 detik),

FBKI = faktor koreksi  $J_0$  karena arus lalu lintas yang membelok kiri, dan

FBKA = faktor koreksi  $J_0$  karena arus lalu lintas yang membelok kanan.

### 3.2.4 Arus Jenuh Dasar ( $J_0$ )

Arus jenuh dasar ( $J_0$ ) dihitung dengan mempertimbangkan lebar efektif pendekat ( $LE$ ), arus lalu lintas yang belok ke kanan di pendekat tersebut, dan arus

lalu lintas di pendekat yang berlawanan. Selanjutnya, penyesuaian dilakukan untuk mempertimbangkan kondisi aktual seperti ukuran kota, hambatan samping, kemiringan, dan parkir, sesuai dengan persamaan waktu hijau efektif. Berikut adalah arus jenuh dasar untuk pendekat yang dilindungi dan pendekat yang tidak dilindungi.

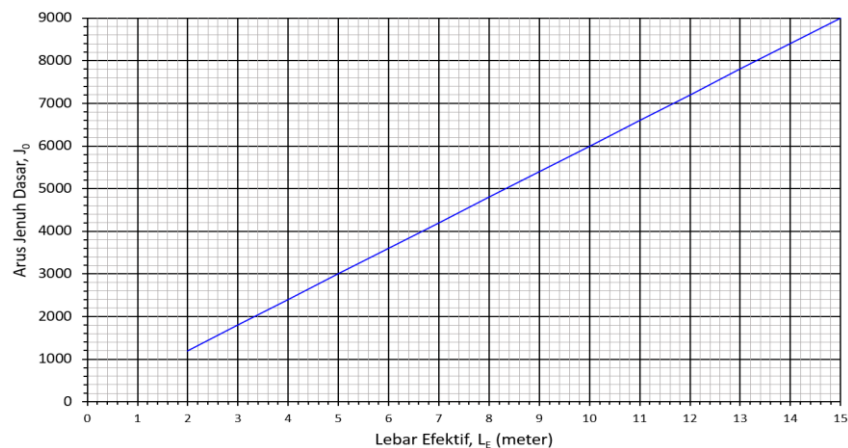
- a. Untuk pendekat terlindungi,  $J_0$  dihitung berdasarkan Persamaan 3.5 yang memperhitungkan lebar efektif pendekat. Selain itu, penentuan  $J_0$  juga mengacu pada diagram yang disajikan dalam Gambar 3.3

$$J_0 = 600 \times L_E \quad 3.5$$

Dengan:

$J_0$  = Arus jenuh dasar (SMP/jam), dan

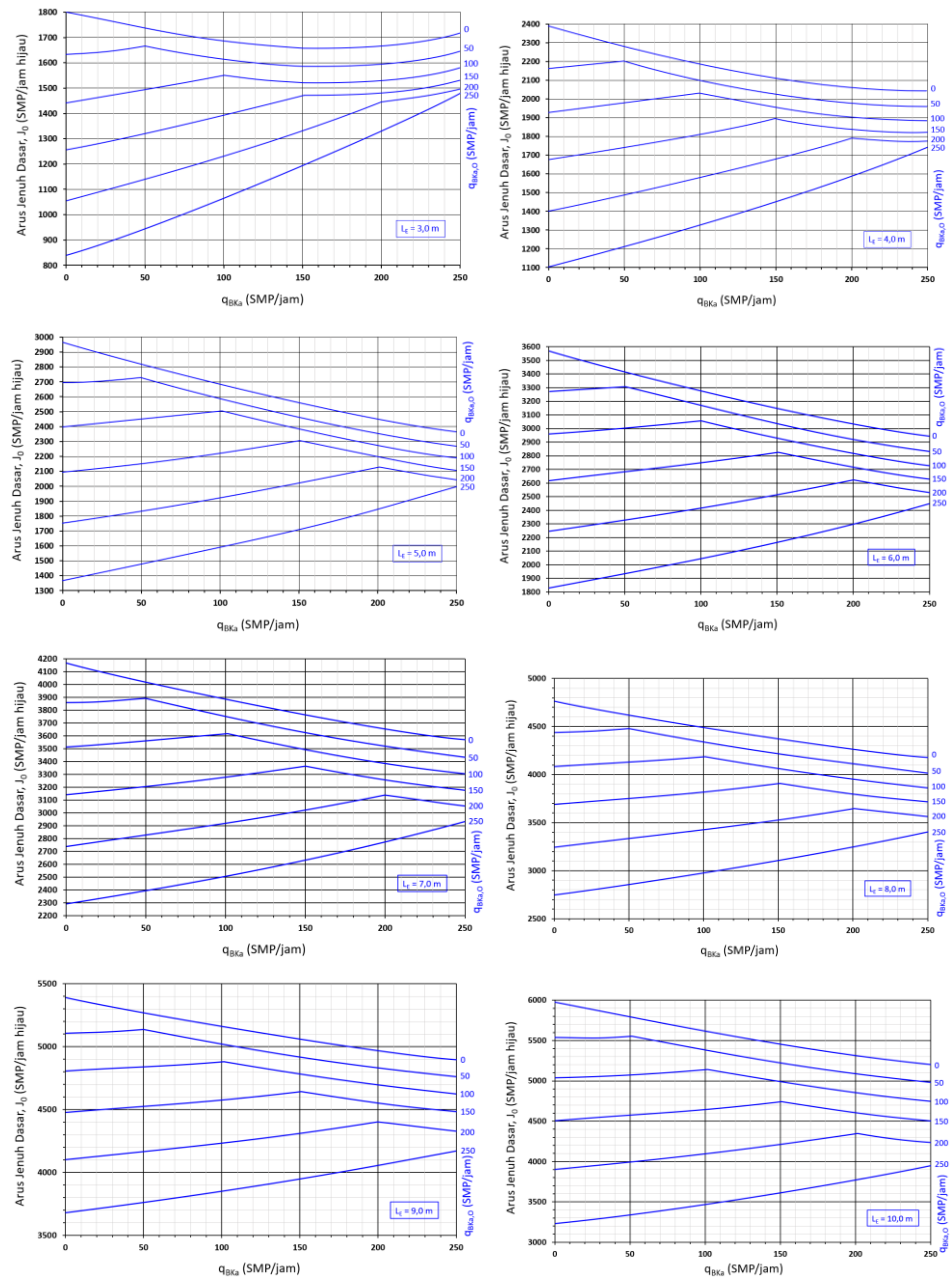
$L_E$  = Lebar efektif pendekat (m).



**Gambar 3.3 Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Terlindungi (tipe P)**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

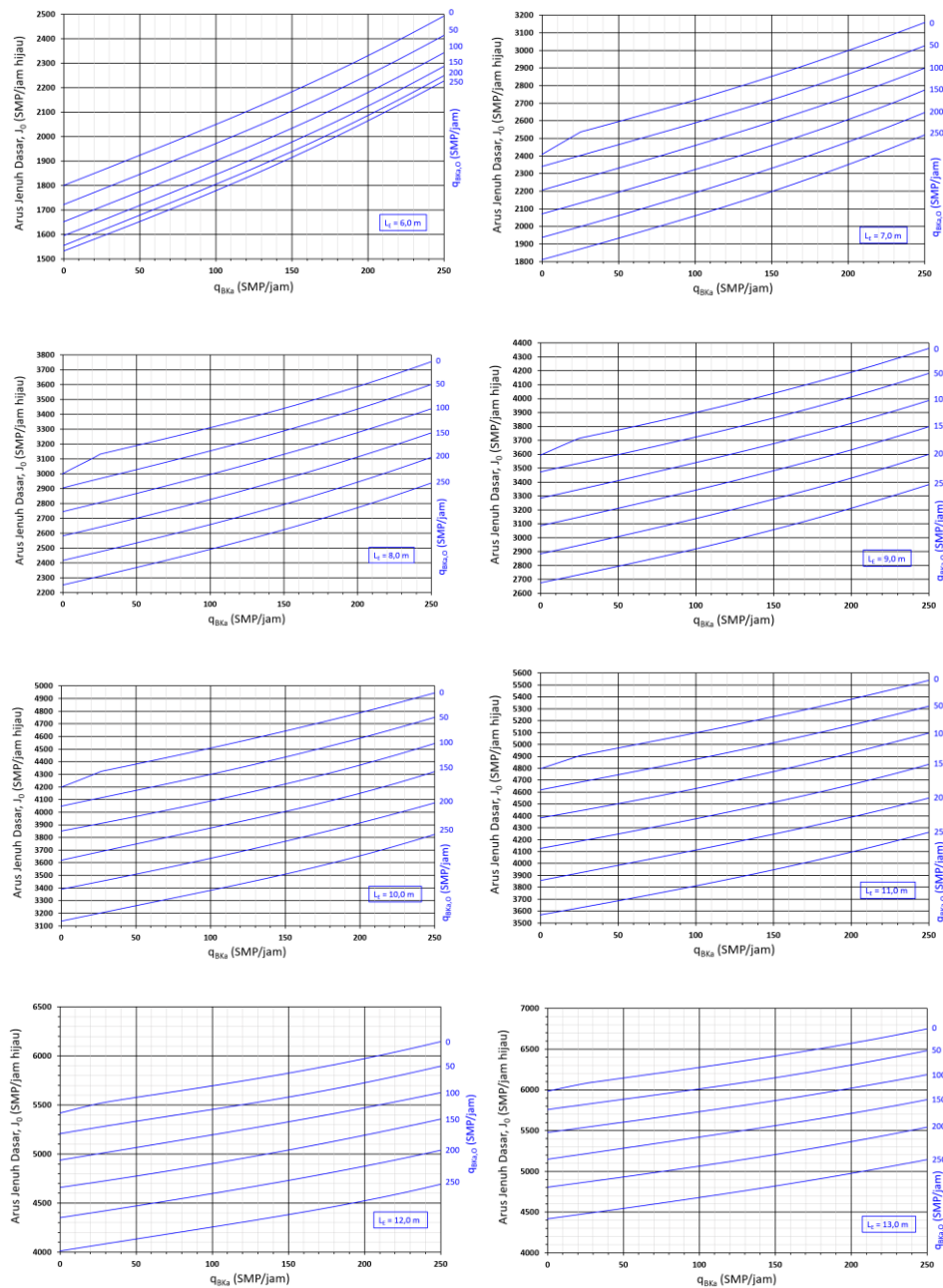
- b. Untuk pendekat terlawan (tipe O)
1. Jika tidak ada laju belok kanan yang terpisah,  $J_0$  ditentukan berdasarkan Gambar 3.4 sebagai fungsi dari  $L_E$ ,  $q_{BKa}$ , dan  $q_{BKaO}$ .



**Gambar 3. 4 Arus Jenuh Dasar (J0) untuk Pendekat Tak Terlindung (Type O) Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

2. Jika terdapat jalur belok kanan,  $J_0$  ditentukan dengan Gambar 3.5 dengan fungsi dari  $L_E$ ,  $q_{BkA}$ , dan  $q_{BkA,O}$ .



**Gambar 3. 5 Arus Jenuh Dasar (J0) untuk Pendekat Tak Terlindung (Tipe O) Yang Dilengkapi Lajur Belok Kanan Terpisah**  
 (Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

### 3.2.5 Arus Jenuh yang Telah Disesuaikan (J)

Nilai J dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.3 yang disebutkan di atas. Arus jenuh yang telah disesuaikan memberikan gambaran yang lebih akurat

tentang kapasitas jalan atau persimpangan, serta membantu dalam perencanaan dan manajemen lalu lintas yang lebih efektif. Dalam menghitungnya, penting untuk diingat bahwa jika suatu pendekat memiliki lebih dari satu fase sinyal hijau dan arus jenuh telah dihitung secara terpisah, maka nilai arus jenuh kombinasi harus dihitung berdasarkan proporsi durasi hijau dari masing-masing fase. Jika pendekat dengan sinyal hijau fase 1 dan fase 2 dengan waktu hijau  $WH1$  dan  $WH2$  serta arus jenuh  $J1$  dan  $J2$ , maka nilai kombinasi  $J1+2$  dihitung menggunakan Persamaan 3.6.

$$J1 + 2 = \frac{J1 \times WH1 + J2 \times WH2}{WH1 + WH2} \quad 3.6$$

### 3.2.6 Rasio Arus terhadap Arus Jenuh

Rasio arus jenuh adalah ukuran jumlah kendaraan yang keluar dari antrean pada suatu pendekat dalam periode waktu tertentu (sama dengan durasi jam hijau). Dalam mengevaluasi perbandingan antara rasio arus terhadap arus jenuh,  $Rq/J$ , perlu diperhatikan:

- Apabila arus  $BKj$  harus dikeluarkan dari analisis, nilai  $q$  adalah arus lurus dan belok kanan.
- Apabila  $LE = LK$ , nilai  $q$  yang dihitung hanya arus lurus
- Apabila pendekat terdiri dari dua fase, artinya, pada fase pertama untuk arus terlawan (O) dan fase kedua untuk arus terlindung (P), arus gabungan dihitung dengan menerapkan pembobotan seperti dalam perhitungan arus jenuh pada Persamaan 3.6.

Perhitungan perbandingan arus ( $q$ ) terhadap arus jenuh ( $J$ ) untuk masing-masing pendekat dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.7 di bawah ini.

$$Rq/J = \frac{q}{J} \quad 3.7$$

dengan:

$Rq/J$  = rasio kejenuhan,

$Q$  = arus lalu lintas (smp/jam), dan

$J$  = arus jenuh (smp/jam hijau).

Rasio arus simpang dihitung sebagai total dari rasio kritis ( $R_q/J$  kritis) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam seluruh siklus. Sebagai jumlah dari nilai nilai  $R_q/J$  kritis, digunakan Persamaan 3.8 dibawah.

$$RAS = \sum_i (R_q/J \text{ kritis})_i \quad 3.8$$

dengan:

RAS = rasio arus simpang, dan

$R_q/J$  kritis = rasio arus kritis.

Rasio fase (RF) per fase merupakan nilai perbandingan antara  $R_q/J$  kritis dengan RAS yang direpresntasikan oleh Persamaan 3.9 berikut.

$$RF = \frac{\frac{R_q}{J}_{\text{kritis}}}{RAS} \quad 3.9$$

Keterangan:

RF = rasio fase,

$R_q/J$  kritis = rasio arus kritis, dan

RAS = rasio arus simpang.

Faktor koreksi untuk  $J_0$  terdiri dari enam elemen yaitu:

d. Faktor Koreksi Akibat Hambatan Samping (FHS)

Faktor ini merupakan fungsi dari tipe lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor. Hambatan samping ini menimbulkan masalah di sepanjang jalan dengan menghambat kinerja lalu lintas untuk berfungsi secara maksimal.

**Tabel 3. 3 Faktor Koreksi untuk Tipe Lingkungan, Hambatan Samping, dan Kendaraan tak bermotor (FHS)**

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0	0,1	0	0,15	0,2	>0,25
Komersial (KOM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,9	1	0,79	0,74	0,7
		Terlindung	0,93	0,9	1	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,9	1	0,8	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,9	1	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,9	1	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,9	1	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (KIM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,9	1	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,9	1	0,99	0,8,6	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,9	1	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	1	1	0,9	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,9	1	0,83	0,8	0,74
		Terlindung	0,98	1	1	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (AT)	Tinggi/ Sedang/ Rendah	Terlawan	1	1	1	0,85	0,8	0,75
		Terlindung	1	1	1	0,93	0,9	0,88

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

e. Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

Faktor ini mempertimbangkan karakteristik dan kondisi lalu lintas yang khusus di suatu kota atau daerah dapat bervariasi. Dalam kota yang lebih besar, pengemudi cenderung lebih agresif dalam mengemudikan kendaraan, yang dapat dianggap meningkatkan kapasitas jalan. Tabel 3.4 menyajikan nilai FUK

**Tabel 3. 4 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)**

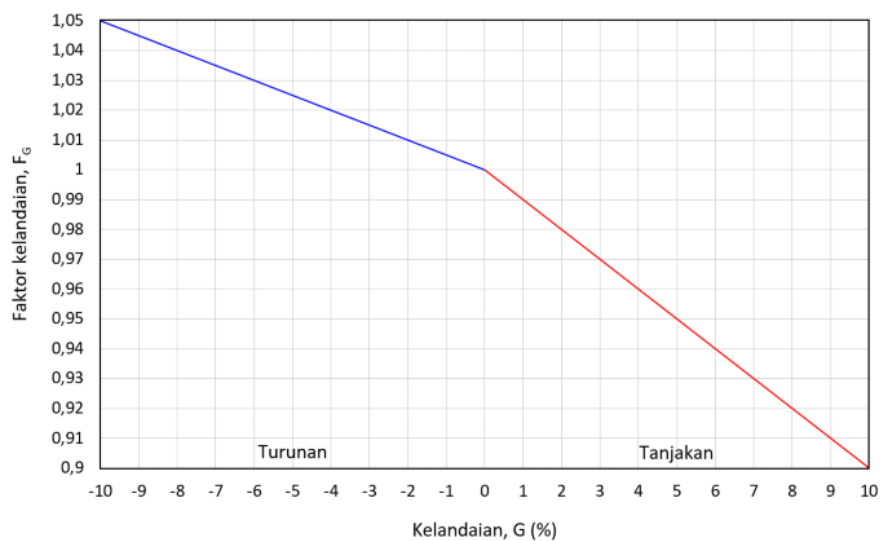
Ukuran Kota	Populasi penduduk, juta jiwa	FUK
Sangat Kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,83
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1,00
Sangat Besar	>3,0	1,05

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

f. Faktor Koreksi untuk Kelandaian (FG)

Faktor koreksi gradian adalah salah satu faktor yang digunakan dalam perhitungan kapasitas jalan, terutama dalam konteks jalan yang memiliki

kemiringan atau gradien yang signifikan. Gradien yang curam dapat mempengaruhi kinerja lalu lintas dengan memperlambat kendaraan yang naik dan menambah kecepatan kendaraan yang turun. Nilai dari  $F_g$  akan bervariasi tergantung pada standar atau pedoman yang digunakan, Faktor ini memungkinkan untuk mengakomodasi pengaruh gradien terhadap kapasitas jalan dan membantu dalam perencanaan dan analisis lalu lintas yang lebih akurat. Untuk menentukan angka faktor gradesi ( $F_g$ ) tersaji dalam Gambar 3.6.



**Gambar 3. 6 Faktor Koreksi untuk Kelaandaian ( $F_g$ )**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

g. Faktor Koreksi untuk Pengaruh Parkir ( $F_p$ )

Faktor koreksi parkir biasanya digunakan dalam perhitungan kapasitas jalan untuk memperhitungkan pengaruh parkir di sekitar jalan yang dapat mempengaruhi aliran lalu lintas, termasuk penurunan jumlah lajur yang tersedia dan perubahan pola pergerakan kendaraan. Persamaan 3.10 di bawah dapat digunakan untuk menghitung Faktor Koreksi untuk Pengaruh Parkir.

$$F_p = \frac{\left[ \frac{L_p}{3} - \frac{(L-2) \times \left( \frac{L_p}{3} - W_H \right)}{L} \right]}{W_H} \quad 3.10$$

dengan:

$L_P$  = jarak antara garis henti terhadap kendaraan yang parkir pertama (m),

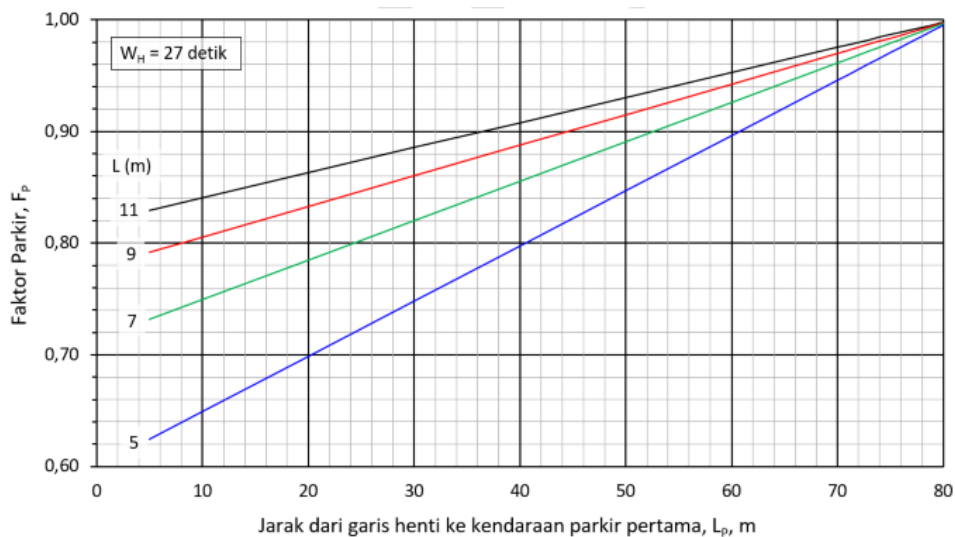
$L$  = lebar pendekat (m),

$W_H$  = waktu hijau pendekat yang akan ditinjau (normal: 27 detik),

$FB_{KI}$  = faktor koreksi  $J_0$  karena arus lalu lintas yang membelok kiri, dan

$FB_{KA}$  = faktor koreksi  $J_0$  karena arus lalu lintas yang membelok kanan.

Selain persamaan di atas, Faktor Penyesuaian Parkir dapat di tentukan dengan menggunakan grafik pada Gambar 3.7 berikut.



**Gambar 3. 7 Faktor Koreksi untuk Pengaruh Parkir ( $F_p$ )**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

#### h. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri ( $FB_{KI}$ )

Faktor penyesuaian belok kiri ( $FB_{KI}$ ) ditetapkan berdasarkan fungsi rasio belok kiri ( $RB_{KI}$ ). Perhitungan ini diterapkan pada terlindung (P) tanpa  $B_{KIJT}$  (Belok kiri jalan terus), di mana lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk. Untuk pendekat terlindung yang tidak mengizinkan  $B_{KIJT}$ , kendaraan yang berbelok kiri umumnya lebih lambat, sehingga menurunkan arus jenuh terhadap pendekat Karena kecepatan arus keluar dari pendekat yang berlawanan (O) umumnya lebih rendah, tidak diperlukan penyesuaian untuk memperhitungkan pengaruh rasio belok kiri.

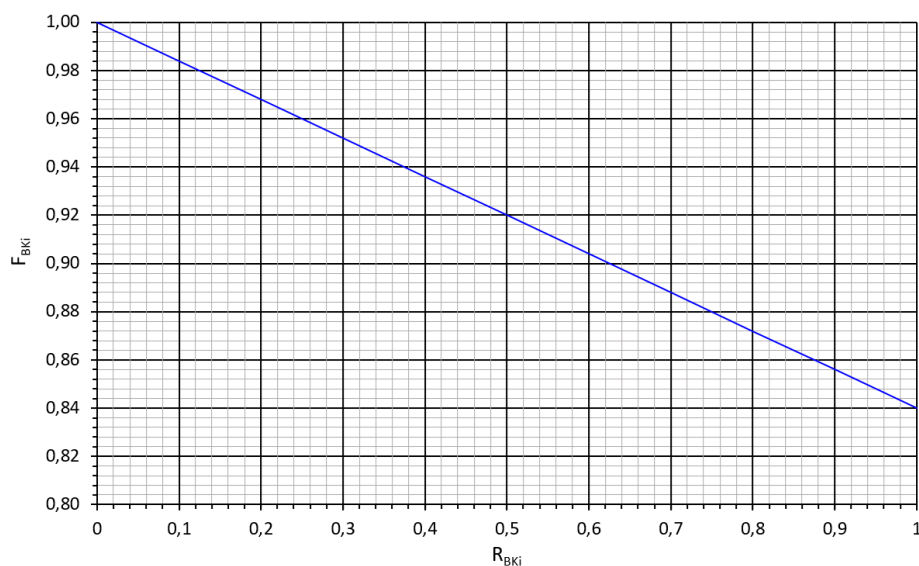
Faktor ini mempertimbangkan proporsi kendaraan yang berbelok kiri di sebuah simpang atau persimpangan. Untuk menghitung  $FB_{Ki}$  digunakan Persamaan 3.11 atau dapat merujuk grafik pada Gambar 3.8

$$FB_{Ki} = 1,0 - RB_{Ki} \times 0,16 \quad 3.11$$

Keterangan:

$FB_{Ki}$  = faktor penyesuaian belok kiri, dan

$RB_{Ki}$  = rasio kendaraan belok kiri.



**Gambar 3. 8 Faktor Koreksi Rasio**

### **Arus Belok Kiri ( $FB_{Ki}$ ) untuk Pendekat Tipe P tanpa $BK_{iJT}$**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

#### i. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan ( $FB_{Ka}$ )

Faktor koreksi belok kanan ( $FB_{Ka}$ ) dihitung berdasarkan proporsi kendaraan yang melakukan belok kanan ( $RB_{Ka}$ ). Koreksi ini hanya diterapkan pada jenis pendekat terlindung (P) tanpa median, dengan dua arah jalan, dan lebar efektifnya ditentukan oleh lebar masuk.

Pada jalan dua arah tak bermedian, kendaraan yang berbelok kanan dari arus keluar pada pendekat model P biasanya melewati garis tengah jalan sebelum mencapai garis henti saat menyelesaikan belokannya. Situasi ini bertanggungjawab terhadap meningkatnya rasio belok kanan yang tinggi pada arus jenuh.

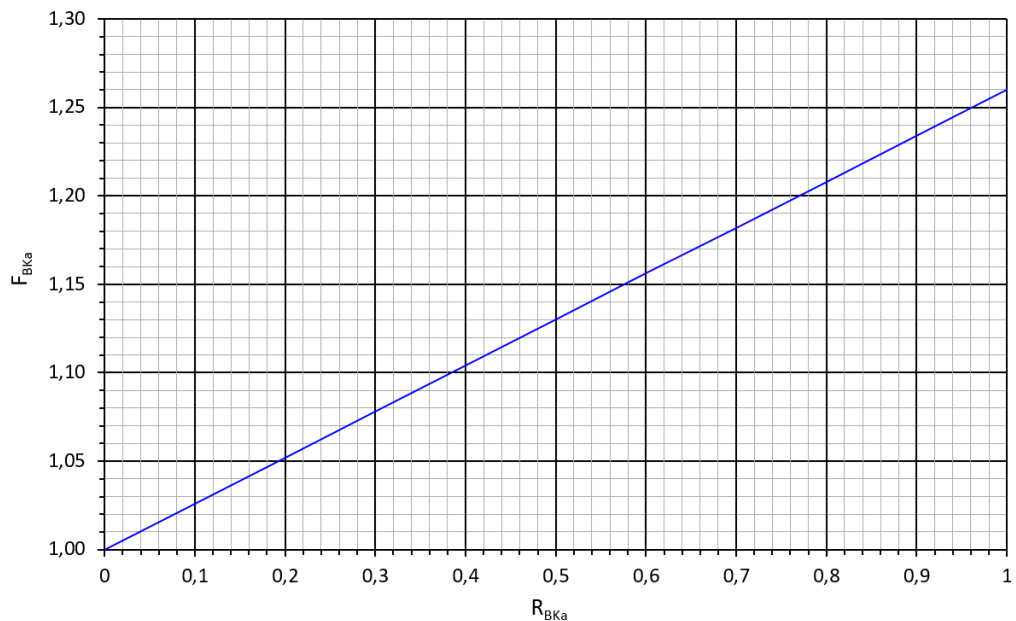
Untuk memperoleh nilai  $F_{BKa}$  digunakan Persamaan 3.12 atau diperoleh dari grafik dalam Gambar 3.9

$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \quad 3.12$$

dengan:

$F_{BKa}$  = faktor penyesuaian belok kanan, dan

$R_{BKa}$  = rasio belok kanan.



**Gambar 3. 9 Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan ( $F_{BKa}$ )**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

j. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu isyarat meliputi waktu siklus (s) dan waktu hijau (WH). Langkah pertama ialah menetapkan waktu atau durasi siklus untuk sistem kontrol waktu tetap, dengan tujuan mengurangi tundaan total sebanyak mungkin. Tahap berikutnya yaitu menentukan waktu hijau (WH) setiap fase (i). Persamaan waktu siklus ditentukan dengan persamaan 3.13 atau berdasarkan yang tersaji di Gambar 3.10

$$s = \frac{(1,5 \times Whh + 5)}{\left(1 - \frac{\sum Rq}{j_{kritis}}\right)} \quad 3.13$$

dengan:

$S$  = waktu siklus (detik),

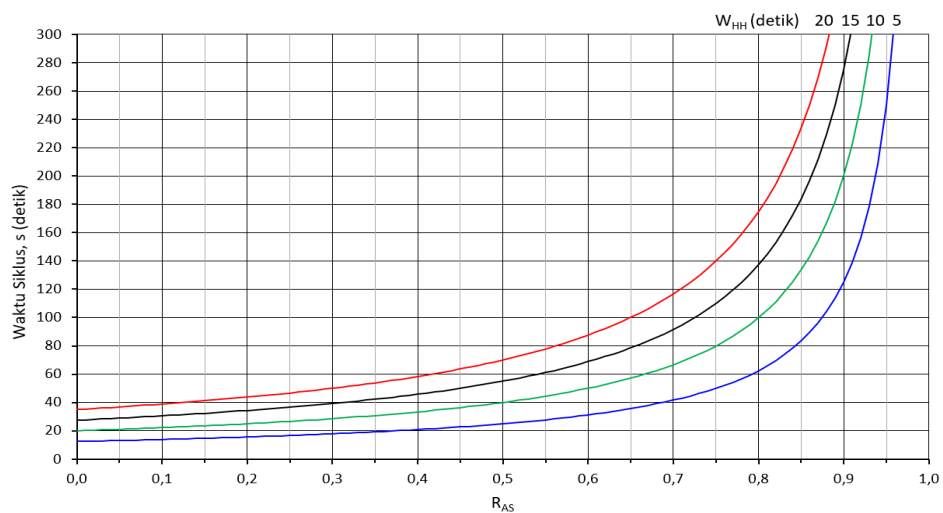
$W_{HH}$  = jumlah waktu hijau hilang setiap siklus (detik),

$Rq/J$  = rasio arus ialah arus dibagi arus jenuh ( $q/j$ ),

$Rq/J$  kritis = nilai  $Rq/J$  tertinggi seluruh pendekat pada fase yang sama, dan

$\Sigma Rq/J$  kritis = rasio arus simpang pada siklus (sama dengan total semua  $Rq/J$  kritis dari semua fase).

Berikut Gambar 3.10 Menentukan Nilai  $s$ .



**Gambar 3. 10 Penetapan Waktu Siklus Sebelum Dikoreksi**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

Waktu siklus yang terlalu panjang akan meningkatkan tundaan rata-rata. Jika  $\Sigma(Rq/J$  kritis) mendekati atau melebihi satu, simpang akan "melampaui jenuh", menyebabkan waktu siklus yang tidak realistis, yaitu sangat besar atau negatif.

Durasi siklus yang ditentukan harus sama dengan batasan yang direkomendasikan oleh PKJI 2023, seperti yang tertera dalam Tabel 3.5 tentang Waktu Siklus yang Dapat Diterima.

**Tabel 3. 5 Waktu Siklus (s) yang Layak**

<b>Tipe Pengaturan</b>	<b>s yang layak (detik)</b>
Pengaturan 2 fase	40-80
Pengaturan 3 fase	50-100
Pengaturan 4 fase	80-130

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2023)

Nilai waktu siklus rendah diterapkan pada simpang dengan lebar jalur pendekat < 10 m, sementara nilai yang lebih tinggi diterapkan pada pendekat yang lebih lebar. Durasi siklus yang rendah menyulitkan para pejalan kaki, dan waktu siklus > 130 detik baiknya dihindari kecuali untuk simpang besar.

WH dihitung dengan Persamaan 3.14 di bawah

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{\frac{Rq}{J_{kritis}}}{\sum_i \left( \frac{Rq}{J_{kritis}} \right)_i} \quad 3.14$$

Di mana:

$W_{Hi}$  = waktu hijau pada fase i (detik), dan

i = indeks untuk fase ke i.

Waktu hijau <10 detik sebaiknya dihindari karena menjadi sebab pelanggaran lampu merah yang tinggi dan dapat menyulitkan para pejalan kaki untuk menyeberang.

k. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri ( $FBK_i$ )

Faktor penyesuaian belok kiri ( $FBK_i$ ) dihitung berdasarkan perbandingan belok kiri ( $RBK_i$ ) dan berlaku untuk model terlindung (P) tanpa  $BK_{iJT}$ . Untuk pendekat terlindung tanpa  $BK_{iJT}$ , kendaraan belok kiri biasanya melambat, mengurangi arus jenuh. Sebaliknya, pada pendekat terlawan (O) yang lebih lambat, tidak perlu koreksi untuk rasio belok kiri.

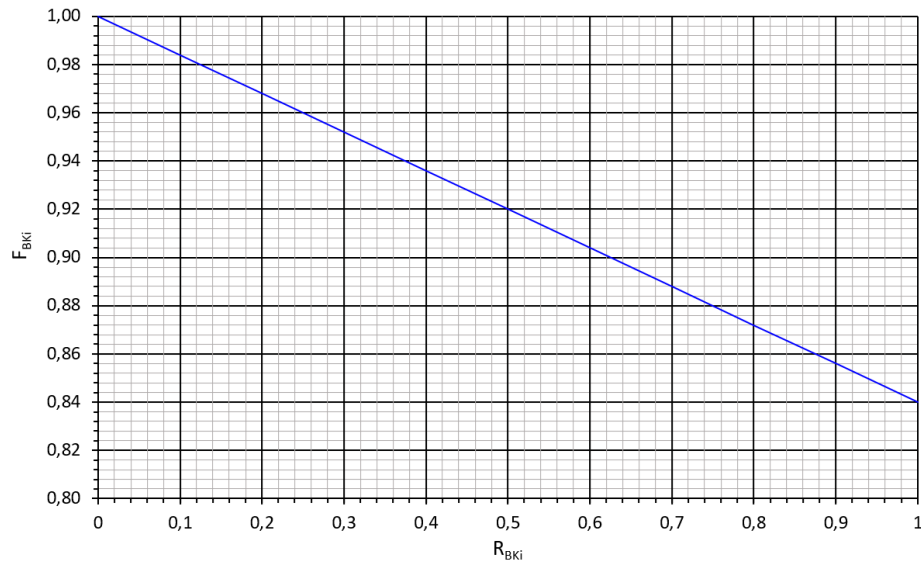
Faktor ini mempertimbangkan persentase kendaraan yang belok kiri di sebuah simpang.  $FBK_i$  dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.15 atau dengan merujuk pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.11.

$$FBK_i = 1,0 - RBK_i \times 0,16 \quad 3.15$$

Di mana:

FBK<sub>i</sub> = faktor penyesuaian belok kiri, dan

RBK<sub>i</sub> = rasio kendaraan belok kiri.



**Gambar 3. 11 Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri (Fbki)  
Untuk Pendekat Tipe P Tanpa Bkijt**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

1. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan (FBK<sub>a</sub>)

Faktor koreksi belok kanan (FBK<sub>a</sub>) dihitung berdasarkan perbandingan kendaraan yang belok ke kanan (RBK<sub>a</sub>). Faktor ini berlaku khusus untuk tipe pendekat terlindung (P) tanpa median, pada jalan dua arah, dengan lebar efektif yang ditentukan oleh lebar masuk.

Di jalan dua arah tanpa median, kendaraan yang berbelok ke kanan dari arus berangkat terlindung pada pendekat tipe P sering kali menyalip garis tengah jalan sebelum mencapai garis henti saat menyelesaikan belokannya. Hal ini menyebabkan peningkatan rasio belok kanan pada arus jenuh.

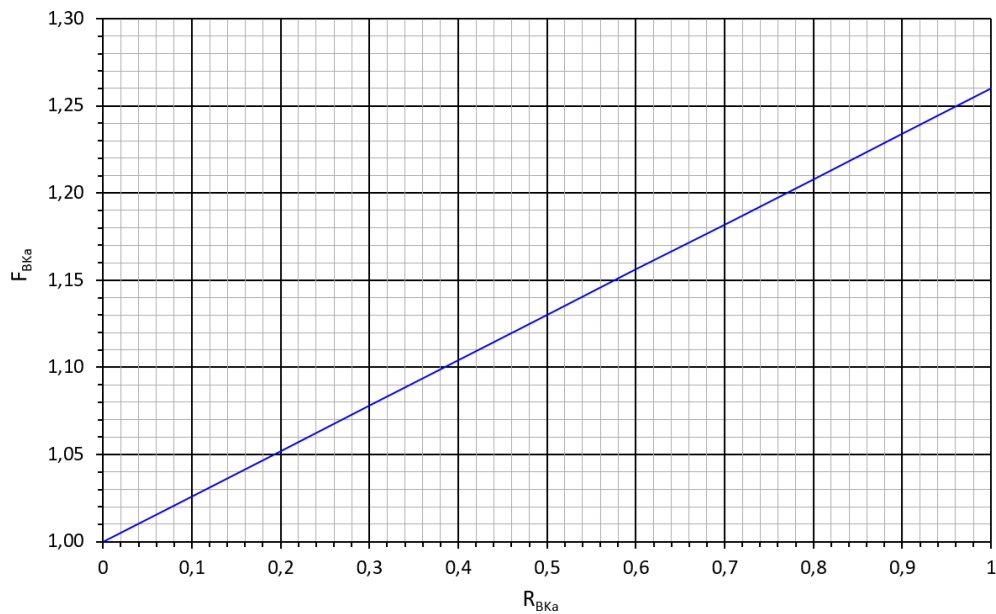
Persamaan 3.16 digunakan untuk memperoleh nilai FBK<sub>a</sub> atau dapat digunakan dari grafik dalam Gambar 3.12

$$FBK_a = 1,0 + RBK_a \times 0,26 \quad 3.16$$

dengan:

$F_{BKa}$  = faktor Penyesuaian belok kanan, dan

$R_{BKa}$  = rasio belok kanan.



**Gambar 3.12 Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan ( $F_{BKa}$ )**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

### 3.2.7 Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang diartikan sebagai total kendaraan maksimum yang bisa menempuh simpang dalam satu arah, dituliskan dalam smp/jam hijau. Kapasitas dihitung untuk setiap pendekat atau kelompok jalur dalam pendekat tersebut, dan dapat dilakukan dengan Persamaan 3.17 yang menjelaskan cara menghitung kapasitas simpang.

$$C = J \times \frac{WH}{S} \quad 3.17$$

dengan:

$C$  = kapasitas simpang (SMP/jam),

$J$  = arus Jenuh (SMP/jam),

$WH$  = jumlah waktu hijau dalam satu siklus (det), dan

S = waktu siklus (det).

### 3.2.8 Derajat Kejenuhan

Nilai Dj digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan kinerja lalu lintas, yang menunjukkan apakah suatu segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas. Persamaan umum derajat kejenuhan tersaji pada Persamaan 3.18

$$D_j = \frac{q}{c} \quad 3.18$$

dengan:

Dj = derajat kejenuhan,

q = volume lalu lintas jam desain atau jam puncak (SMP/jam), dan

C = kapasitas (SMP/jam).

### 3.2.9 Panjang Antrian

Panjang antrian diukur sebagai jarak dari kendaraan terdepan hingga kendaraan terakhir dalam antrian yang terbentuk akibat sinyal lalu lintas. Penghitungannya dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.19, 3.20, dan 3.21.

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \quad 3.19$$

Jika  $D_j < 0,5$  maka  $N_{q1} = 0$ ;

$$\text{Jika } D_j > 0,5 \text{ maka } N_{q1} = 0,25 \times s \times \left[ (D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{s}} \right] \quad 3.20$$

$$N_{q2} = s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times D_j)} \times \frac{q}{3600} \quad 3.21$$

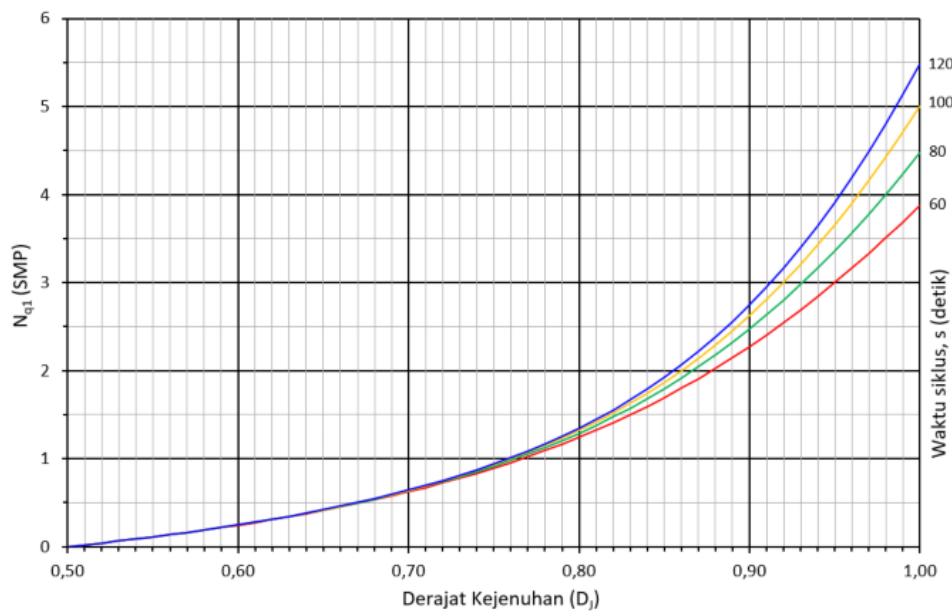
Dengan:

$N_{q1}$  = jumlah smp tertinggal dari fase hijau sebelumnya,

$N_{q2}$  = jumlah antrian smp yang datang selama fase merah,

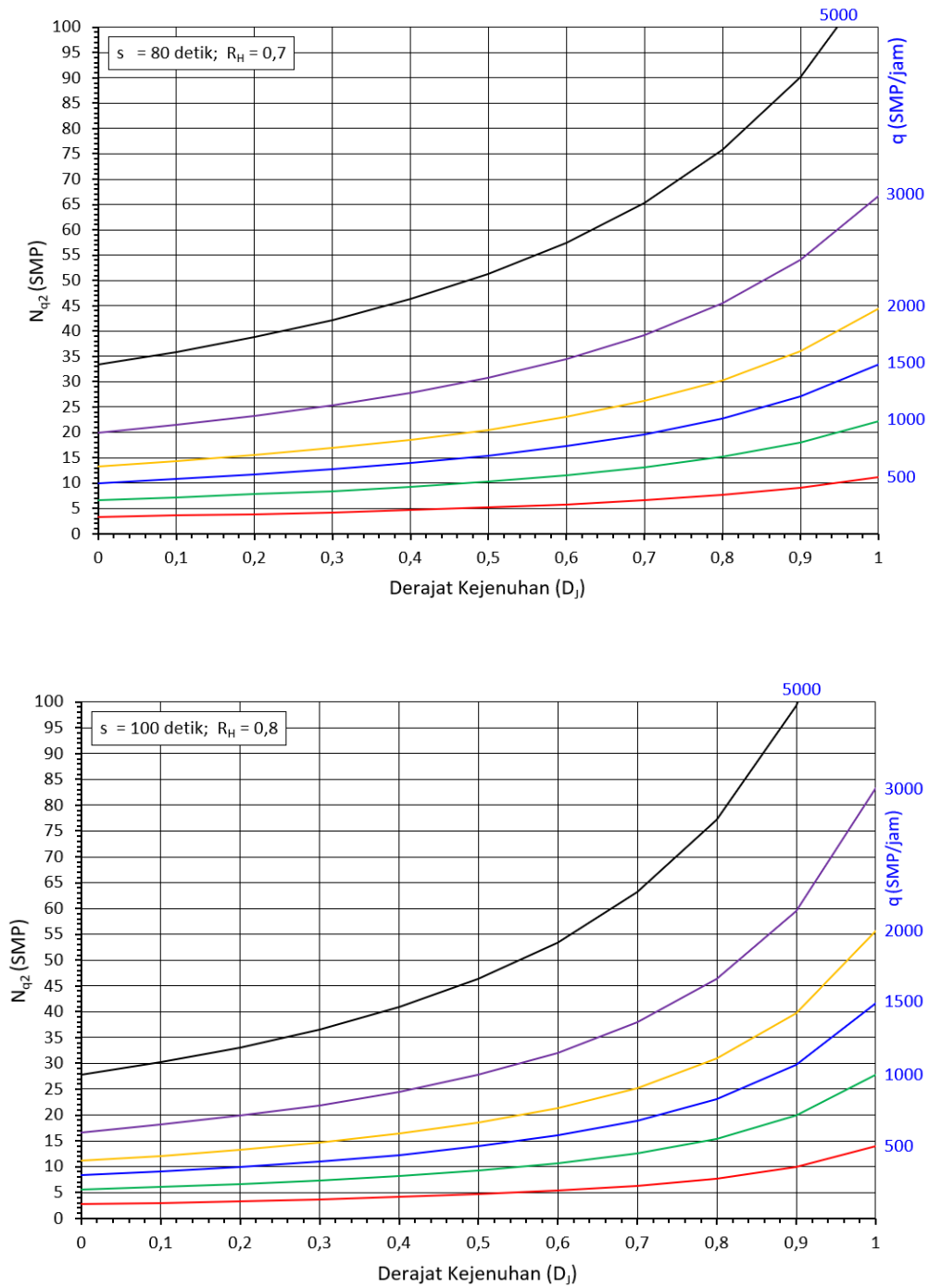
- RH = rasio waktu hijau,  
 s = waktu siklus (detik),  
 Dj = derajat kejenuhan, dan  
 q = arus lalu lintas pada pendekat.

Nilai  $N_{q1}$  diperoleh dari diagram yang terdapat pada Gambar 3.7, sementara nilai  $N_{q2}$  diambil dari Gambar 3.13.



**Gambar 3. 13 Jumlah Kendaraan Tersisa (SMP) dari Sisa Fase Sebelumnya**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)



**Gambar 3. 14 Jumlah Kendaraan yang Datang Kemudian Antri pada Fase Merah**

(Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023)

### 3.2.10 Rasio Kendaraan Henti

Rasio rata-rata kendaraan yang berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) sebelum melintasi simpang APILL disebut RKH, dan dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.22.

$$RKH = 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600 \quad 3.22$$

Dengan:

$Nq$  = rerata antrian kendaraan (SMP) saat awal lampu hijau,

$s$  = waktu siklus (detik), dan

$q$  = arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau (SMP/jam).

Jumlah rerata kendaraan yang berhenti, NKH, adalah total berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang) sebelum melewati simpang APILL, dihitung dengan Persamaan 3.23.

$$NKH = q \times RKH \quad 3.23$$

Di mana:

$NKH$  = total kendaraan terhenti,

$q$  = arus lalu lintas, dan

$RKH$  = rasio kendaraan terhenti.

Laju henti untuk simpang diperoleh dengan membagi total jumlah kendaraan yang berhenti (NKH) dengan arus simpang total dalam kendaraan per jam yang diperoleh dengan perhitungan pada Persamaan 3.24

$$RKH_{Total} = (\sum NKH) / q_{Total} \quad 3.24$$

### 3.2.11 Tundaan

Simpang APILL mengalami dua jenis tundaan: Tundaan Lalu Lintas (TLL) dan Tundaan Geometri (TG). TLL adalah tundaan lalu lintas rata – rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari semua arah sedangkan TG adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan saat melewati simpang. Tundaan rerata untuk pendekat  $i$  dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.25, 3.25, dan 3.27.

$$T_i = T_{LL} + T_G \quad 3.25$$

Tundaan rerata pada suatu pendekatan  $i$  dapat ditentukan dari persamaan 3.20

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - RH)^2}{(1 - RH \times DJ)} + \frac{Nq1 \times 3600}{C} \quad 3.26$$

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad 3.27$$

dengan:

$T_{LL}$  = tundaan lalu lintas (det/SMP),

$T_G$  = tundaan geometri (det/smp),

$s$  = waktu siklus (detik),

$RH$  = rasio waktu hijau,

$D_j$  = derajat kejenuhan,

$C$  = kapasitas (smp/jam),

$R_{KH}$  = rasio kendaraan berhenti, dan

$P_B$  = porsi kendaraan membelok.

Nilai standar  $T_{Gi}$  untuk kendaraan yang belok tanpa berhenti adalah 6 detik, sedangkan untuk kendaraan yang berhenti adalah 4 detik.

### 3.3 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan (*Level of Service*) mengukur kinerja jalan berdasarkan faktor-faktor seperti penggunaan jalan, kecepatan, kepadatan, dan hambatan. Kategori tingkat pelayanan berkisar dari yang terbaik (A) hingga yang terburuk (F).

Tingkat Pelayanan (*Level of Service*) pada persimpangan mengukur kualitas layanan dengan membandingkan volume dan kapasitas, yang tercermin dalam tundaan. Kriteria LOS untuk persimpangan dapat dilihat dalam Tabel 3.6.

**Tabel 3. 6 Kriteria LOS Untuk Persimpangan**

<b>Tingkat Pelayanan</b>	<b>Tundaan (detik per kendaraan)</b>
A	Kondisi tundaan kurang dari 5 detik/kendaraan
B	Kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik/kendaraan
C	Kondisi tundaan lebih dari 15 detik sampai 25 detik/kendaraan
D	Kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik/kendaraan
E	Kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik/kendaraan
F	Kondisi tundaan lebih dari 60 detik/kendaraan

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2015)

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia (2015), terdapat standar LOS berdasarkan fungsi jalan yaitu primer dan sekunder. Standar tingkat pelayanan pada sistem jaringan jalan primer, meliputi:

1. Jalan arteri primer : Tingkat pelayanan minimal B
2. Jalan kolektor primer : Tingkat pelayanan minimal B
3. Jalan lokal primer : Tingkat pelayanan minimal C
4. Jalan tol : Tingkat pelayanan minimal B

Standar tingkat pelayanan pada sistem jaringan jalan sekunder, meliputi:

1. Jalan arteri sekunder : Tingkat pelayanan minimal C
2. Jalan kolektor sekunder : Tingkat pelayanan minimal C
3. Jalan lokal sekunder : Tingkat pelayanan minimal D
4. Jalan lingkungan : Tingkat pelayanan minimal D

### **3.4 Penggunaan VISSIM Model untuk Simulasi Lalu Lintas**

#### **3.4.1 Simulasi Lalu Lintas**

Simulasi model lalu lintas adalah cara yang efektif untuk menganalisis operasi lalu lintas karena dapat menghasilkan hasil yang mirip dengan kondisi nyata.

Simulasi lalu lintas adalah representasi matematis dari sistem transportasi seperti persimpangan atau jaringan jalan yang menggunakan perangkat lunak

komputer. Pendekatan ini mendukung dalam perencanaan, desain, dan pengoperasian sistem transportasi dari berbagai perspektif, termasuk mikroskopis, makroskopis, dan mesoskopis.

Model simulasi lalu lintas adalah alat yang efektif guna menganalisa operasi lalu lintas karena mampu menghasilkan output yang mendekati situasi nyata (Yulianto dan Setiono, 2013). Di lain sisi, model simulasi dibutuhkan sebagai pengatasan kompleksitas pada pemodelan sistem tersebut.

Model mikrosimulasi saat ini sering digunakan sebab mempermudah pengguna untuk menentukan dan memberi penilaian terhadap parameter secara komputerisasi. Model ini memudahkan dalam perencanaan dan pemilihan solusi yang paling baik untuk diterapkan di lapangan.

Park dan Scheeberger (2003) menjelaskan bahwa simulasi mikroskopis berguna untuk berbagai area transportasi. Simulasi ini membantu mengevaluasi perencanaan solusi alternatif dan perubahan desain sebelum diterapkan, Termasuk dampak terhadap kualitas udara, konsumsi bahan bakar, risiko kecelakaan, dan pendapatan tol. Selain itu, alat ini juga umum digunakan untuk menilai teknologi baru misalnya sistem transportasi cerdas.

Mikrosimulasi dapat mensimulasikan perilaku kendaraan secara individu di jalan tertentu dan dimanfaatkan untuk meramalkan kemungkinan dampak dari perubahan pola lalu lintas yang disebabkan oleh perubahan dalam arus lalu lintas atau kondisi fisik lingkungan. (Algifar, 2017).

### **3.4.2 PTV VISSIM**

VISSIM merupakan salah satu perangkat lunak simulasi mikroskopis lalu lintas yang multi-moda, dirancang untuk menganalisa operasi kendaraan pribadi dan angkutan umum yang berkaitan dengan konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, dan sinyal lalu lintas. Dikembangkan oleh PTV di Karlsruhe, Jerman, VISSIM (*Verkehr Stadten – SIMulationsmodel* = Model Simulasi Lalu Lintas Kota) bermanfaat untuk menilai berbagai solusi rekayasa transportasi dan efektivitas perencanaannya, serta menyediakan kemampuan animasi 3D.

VISSIM adalah perangkat lunak simulasi lalu lintas mikroskopis yang mencakup kendaraan pribadi, angkutan umum, dan pejalan kaki. Perangkat lunak ini mampu memodelkan berbagai konfigurasi bentuk geometrik dan jenis transportasi, termasuk mobil, bus, kereta, tram, sepeda motor, sepeda, dan pejalan kaki. VISSIM digunakan untuk menganalisis berbagai jenis jaringan transportasi, dari persimpangan individual hingga area metropolitan. Program ini juga dapat menangani rencana perlambatan lalu lintas dan penelitian tentang sistem transportasi seperti *Light Rail* dan Bus Rapid Transit. Data yang dianalisis dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

1. Arteri Simulasi
  - a. Model jaringan jalan
  - b. Simulasi persimpangan berbagai jenis kendaraan
  - c. Analisis karakteristik antrean
  - d. Perancangan durasi sinyal
2. Simulasi Transportasi Publik
  - a. Seluruh detail pemodelan bus, BRT, Trem, LRT, dan MRT
  - b. Analisis peningkatan operasional untuk transportasi umum khusus
  - c. Pengujian dan pengoptimalan standar waktu sinyal transportasi umum berbasis prioritas perencanaan
3. Simulasi pejalan kaki
  - a. Model pejalan kaki dalam lingkungan multimodal
  - b. Perencanaan evakuasi untuk bangunan dan acara tertentu
4. Motorway Simulasi
  - a. Simulasi untuk pengelolaan lalu lintas secara aktif dan system transportasi pintar
  - b. Menguji dan menganalisis strategi untuk zona kerja

### **3.5 Kalibrasi dan Validasi**

Saat menggunakan VISSIM untuk evaluasi rekayasa transportasi, kalibrasi dan validasi diperlukan untuk memastikan bahwa simulasi mencerminkan kondisi lapangan. Kalibrasi melibatkan penyesuaian parameter agar model mencerminkan

lalu lintas secara akurat, biasanya dilakukan melalui berbagai *trial and error* serta merujuk pada studi terdahulu

Setelah kalibrasi, proses validasi dilakukan untuk memeriksa keakuratan kalibrasi dengan melakukan perbandingan hasil observasi lapangan dengan hasil simulasi.

Penggunaan uji GEH dan MAPE dalam penelitian ini tidak hanya karena keduanya telah menjadi metode standar dalam validasi model simulasi lalu lintas, tetapi juga karena kemampuan masing - masing dalam memberikan ukuran keakuratan yang komprehensif. Uji GEH digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian antara volume lalu lintas hasil simulasi dan data observasi dengan pendekatan statistik yang sensitif terhadap perbedaan absolut dan relatif. Sementara itu, uji MAPE memberikan gambaran tingkat kesalahan rata - rata dalam bentuk persentase, yang memudahkan interpretasi terhadap kualitas model. Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai Uji MAPE dan GEH.

### 3.5.1 Uji Statistik Validasi GEH

Uji Statistik GEH (Geoffrey E. Havers) adalah metode yang diterapkan dengan tujuan memverifikasi volume arus lalu lintas antara kondisi nyata dan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak VISSIM. GEH adalah rumus statistik yang dimodifikasi dari *Chi-squared*, yang menyatukan perbedaan terhadap nilai relatif dan absolut. Rumus yang digunakan tersaji dalam Persamaan 3.28.

$$\text{GEH} = \sqrt{\frac{(Q_{\text{simulated}} - Q_{\text{observed}})^2}{0,5 \times (Q_{\text{simulated}} + Q_{\text{observed}})}} \quad 3.28$$

Dengan:

$Q_{\text{simulated}}$  = data volume simulasi (kend/jam)

$Q_{\text{observed}}$  = data volume observasi (kend/jam)

Hasil uji statistik GEH memiliki jangkauan nilai untuk mengukur tingkat pengujian yang tertera dalam Tabel 3.7

**Tabel 3. 7 Kriteria GEH**

<b>Nilai GEH</b>	<b>Pengertian</b>
GEH <5,0	Hasil diterima
<5,0 GEH <10,0	Kemungkinan model <i>error</i> atau data buruk
GEH >10,0	Tidak memenuhi persyaratan: Hasil ditolak

Sumber: Gustavsson (2007)

Tabel 3.7 menunjukkan nilai GEH yang diperoleh dari model mikrosimulasi. Nilai GEH mengukur sejauh mana hasil model sesuai dengan data lapangan. Model yang baik memiliki nilai GEH <5, menunjukkan hasil yang hampir identik dengan kondisi nyata. Sebaliknya, nilai GEH >5 menunjukkan perbedaan signifikan antara hasil model dan data lapangan, yang memerlukan kalibrasi lebih lanjut pada data lalu lintas, jaringan jalan, atau perilaku kendaraan untuk meningkatkan akurasi dan kesesuaian model.

### 3.5.2 Uji Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Uji MAPE adalah pendekatan statistik yang digunakan untuk menilai keakuratan hasil simulasi. Metode ini membandingkan hasil simulasi dengan data survei lapangan untuk menentukan sejauh mana keakuratannya. Semakin rendah nilai MAPE, semakin baik kualitas model tersebut, dengan batas maksimum nilai 50%. Berikut adalah Persamaan 3.29 untuk rumus Uji MAPE.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{At - Ft}{At} \right| \times 100\% \quad 3.29$$

dengan:

- n = banyaknya data,
- At = data lapangan / observasi, dan
- Ft = data model simulasi

Uji statistik MAPE memiliki kriteria khusus untuk nilai kesalahan yang dihasilkan, yang dapat ditemukan pada Tabel 3.8

**Tabel 3. 8 Kesimpulan Hasil Perhitungan Uji MAPE**

<b>Nilai MAPE (%)</b>	<b>Kesimpulan</b>
MAPE <10%	Permodelan sangat baik
10% <MAPE <20%	Permodelan baik
20% <MAPE <50%	Permodelan layak
MAPE >50%	Permodelan buruk

Sumber: Gustavsson (2007)

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1 Jenis Penelitian**

Penelitian Tugas Akhir ini adalah studi kasus yang mengkaji secara mendalam peristiwa, aktivitas, dan proses terkait proyek tertentu.

### **4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

#### **4.2.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan pada Simpang Ciremai Raya yang mempertemukan pada:

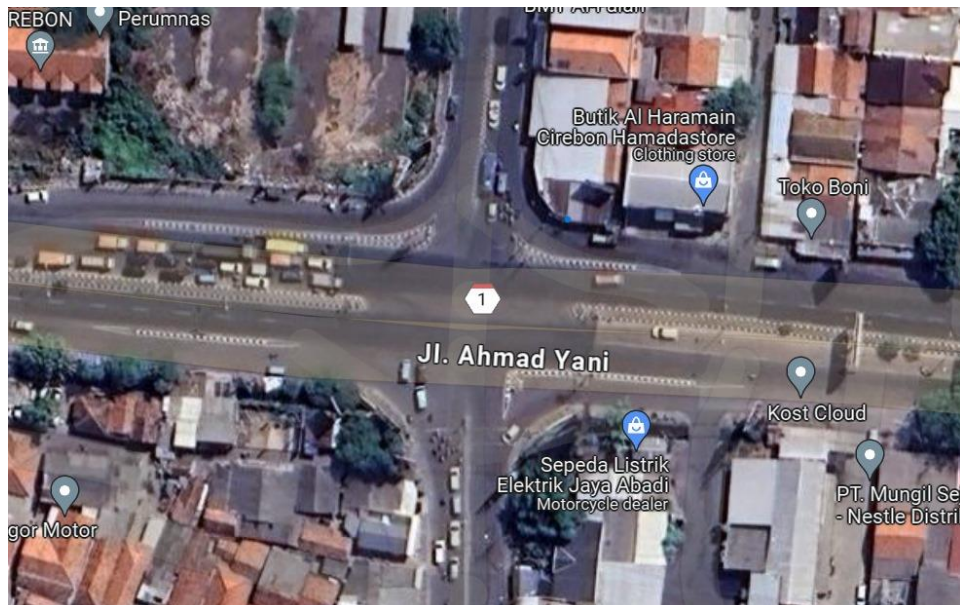
Lengan Utara : Jl. Rajawali Raya

Lengan Selatan : Jl. Ciremai Raya

Lengan Barat : Jl. Raya Pantura

Lengan Timur : Jl. Ahmad Yani

Gambaran lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



**Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian**

(Sumber: *Google Earth*, 2024)

### 4.2.2 Waktu Penelitian

Penentuan hari untuk survei didasarkan pada data dari Dinas Perhubungan Kota Cirebon tahun 2023. Survei lalu lintas dilakukan selama dua hari, mencakup satu hari kerja dan satu hari libur. Data dikumpulkan dalam tiga sesi: sesi 1 dari pukul 05.30 hingga 08.30, sesi 2 dari pukul 10.45 hingga 13.45, dan sesi 3 dari pukul 15.30 hingga 18.30. Pengambilan data geometri dilakukan pada malam hari untuk menghindari gangguan pada arus lalu lintas.

### 4.3 Data Penelitian

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui dua metode: data primer dan data sekunder. Data primer didapat melalui observasi langsung pada persimpangan sebagai tempat penelitian, sementara data sekunder dikumpulkan dari berbagai instansi terkait, buku, catatan, bukti yang ada, dan publikasi. Data penelitian untuk Tugas Akhir ini tersaji dalam Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4. 1 Data Penelitian**

<b>Data Primer</b>	<b>Data Sekunder</b>
Data Geometrik	Jumlah penduduk
Volume Lalu Lintas	Peta Lokasi
Waktu Siklus	
<i>Driving Behaviour</i>	
Panjang Antrian	
Kecepatan Kendaraan	
Sinyal lalu lintas	

### 4.4 Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk penyusunan Tugas Akhir, sehingga analisis data dapat dilakukan. Data yang diperlukan meliputi:

## 1. Data Primer

Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan:

### a. Data Geometrik

Data geometrik simpang bertujuan untuk memahami kondisi sebuah persimpangan. Survei ini dilaksanakan dengan memanfaatkan alat ukur walking measure serta pengamatan visual di lapangan. Dari pengukuran, diperoleh data mengenai lebar jalur, sementara observasi visual memberikan informasi tentang tipe simpang, jenis pendekat, jumlah jalur dan lajur, serta keberadaan median.

### b. Volume Lalu Lintas

Survei volume lalu lintas dilaksanakan oleh beberapa petugas menggunakan *Manual Handy Tally Counter*. Setiap petugas ditempatkan di setiap lengan simpang untuk menghitung jumlah kendaraan. Volume kendaraan dihitung berdasarkan tipe kendaraan dengan ketentuan sebagai berikut:

#### a. Sepeda Motor (SM)

Kendaraan bermotor roda 2 (dua) dan 3 (tiga)

#### b. Mobil Penumpang (MP)

Mobil penumpang berkapasitas 4 (empat) tempat duduk, mobil penumpang berkapasitas 7 (tujuh) tempat duduk, serta mobil angkutan barang berukuran sedang.

#### c. Kendaraan Sedang (KS)

Bus ukuran sedang dan kendaraan angkutan barang dengan dua sumbu.

#### d. Bus Besar (BB)

Bus besar 2 (dua) dan 3 (tiga) gandar

#### e. Truk Berat (TB)

Mobil angkutan barang 3 (tiga) sumbu, truk gandeng dan truk tempel (semi trailer)

#### f. Kendaraan Tidak Bermotor (KTB)

c. Waktu Siklus

Waktu siklus simpang diukur melalui observasi langsung di lapangan. Beberapa surveyor ditempatkan pada setiap pendekatan untuk mencatat waktu sinyal APILL, termasuk waktu lampu merah, kuning, hijau, dan merah. Data waktu sinyal dari setiap pendekatan kemudian digabungkan untuk menentukan waktu siklus simpang bersinyal. Pengumpulan data ini dilakukan pada setiap sesi, yaitu pagi, siang, dan sore.

d. *Driving Behaviour*

Perilaku mengemudi menggambarkan bagaimana pengendara bertindak saat berkendara yaitu ketika kendaraan berhenti dan saat kendaraan sedang melaju, hal ini dimanfaatkan sebagai acuan dalam analisis menggunakan perangkat lunak VISSIM. Survei *driving behaviour* diamati secara langsung di lapangan dengan cara pada saat pengemudi berhenti dengan diberi tanda menggunakan *pilox* pada aspal baik kendaraan yang bersampingan serta depan - belakang kemudian dilakukan pengukuran menggunakan meteran. Pengambilan sampel diambil sebanyak 40 sampel yaitu terdiri dengan masing – masing 10 sampel pada saat kendaraan depan – belakang dalam keadaan berhenti, jarak kendaraan kanan – kiri dalam keadaan berhenti, jarak kendaraan depan belakang dalam keadaan berjalan, dan jarak kanan – kiri dalam keadaan berjalan. Sampel yang diambil akan dianalisis dan dirata – rata sehingga akan didapatkan data yang dapat diproses pada mikrosimulasi VISSIM.

e. Panjang Antrian

Pengumpulan data panjang antrian dilakukan melalui pengamatan langsung di lokasi penelitian dengan menghitung jumlah kendaraan yang masih berada di area setelah fase hijau berakhir (NQ1) serta antrean total kendaraan saat lampu merah menyala (NQ2).

Data panjang antrian dikumpulkan dengan mempertimbangkan deretan barisan kendaraan yang mengantri pada akhir fase hijau dan merah menggunakan *roll* meter serta kapur atau marker warna putih sebagai penanda di atas aspal. Pengukuran dilakukan selama periode survei, dan

hasil pengamatan tersebut dirata-ratakan untuk menentukan panjang antrian.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai instansi terkait serta penelitian jurnal sebelumnya. Data ini mencakup informasi seperti jumlah penduduk dan peta lokasi.

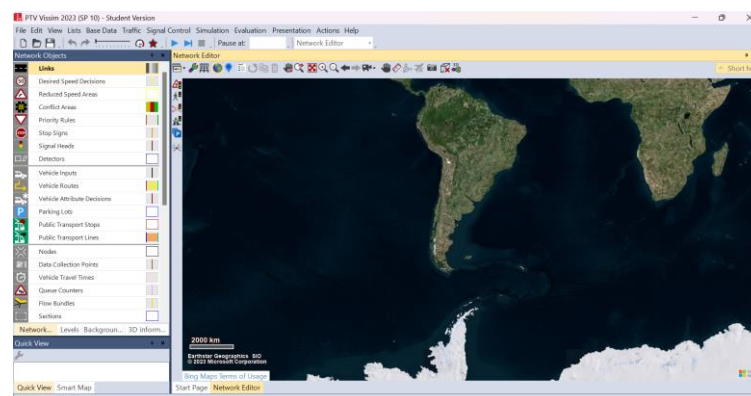
### 4.5 Metode Analisis Data

Data volume lalu lintas diolah dengan metode PKJI 2023 untuk menentukan jam puncak. Hasilnya, bersama data kecepatan, geometrik simpang, dan perilaku pengemudi, akan digunakan dalam simulasi lalu lintas di *software* VISSIM. Tujuan akhirnya adalah mendapatkan data tentang panjang antrian, tundaan, derajat kejenuhan, dan tingkat pelayanan di simpang.

Apabila kapasitas simpang memperlihatkan kondisi jenuh, solusi yang bisa diterapkan meliputi pelebaran jalan, larangan belok kanan, optimalisasi sinyal lalu lintas, atau perubahan fase. Setelah itu, simulasi kedua dilakukan dengan *software* VISSIM untuk memverifikasi hasilnya. Jika hasilnya valid, model tersebut dapat digunakan untuk simulasi alternatif solusi. Langkah-langkah menggunakan *software* VISSIM adalah sebagai berikut:

#### a. *Network Seting, Input Background* dan *Set Scale*

Tampilan awal dari layer kerja di perangkat lunak VISSIM disajikan dalam Gambar 4.2. berikut.

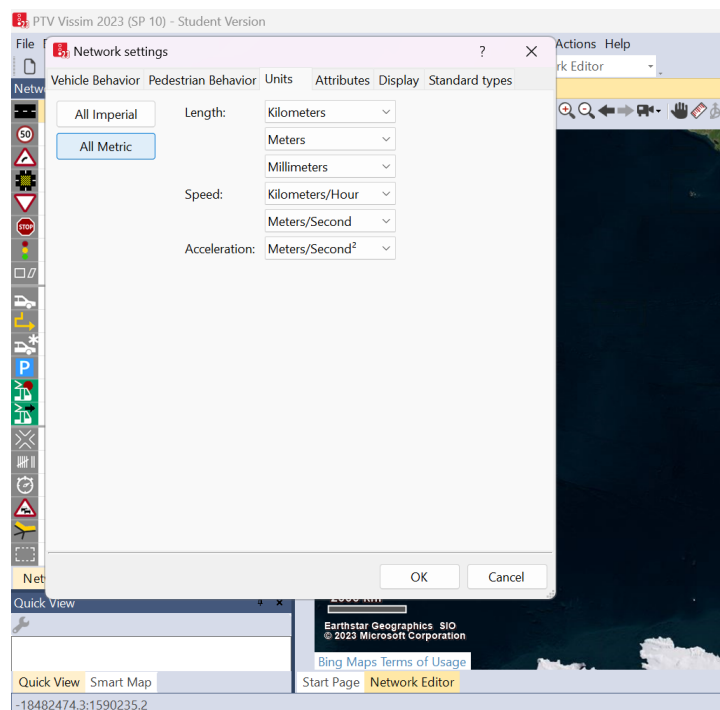


**Gambar 4. 2 Tampilan Awal Layer Kerja *Software* VISSIM**

Pengaturan *Network Setting*, *Input Background* dan *Set Scale* adalah sebagai berikut.

## 2. *Network Setting*

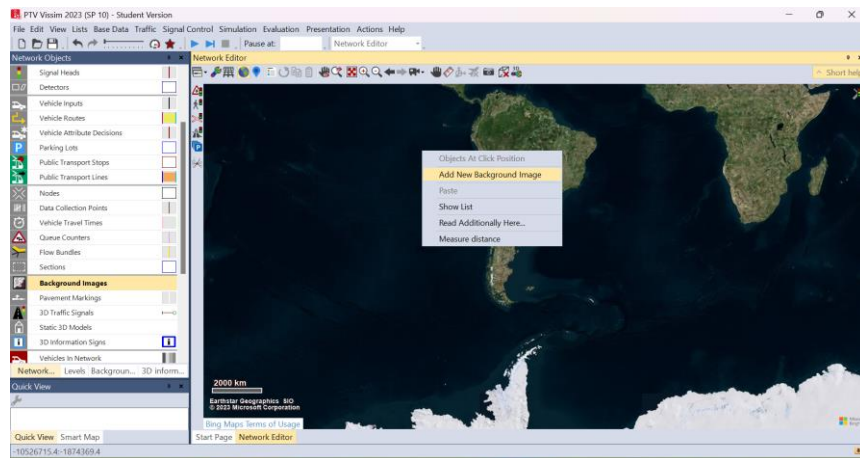
PTV Vissim merupakan salah satu *software* simulasi lalu lintas yang berasal dari Jerman sehingga secara *default* jalur yang digunakan untuk berkendara adalah jalur sebelah kanan. Oleh sebab itu, diperlukan penyesuaian mengubah jalur berkendara menjadi sebelah kiri mengikuti kondisi lalu lintas di Indonesia. Hal ini menyebabkan perlunya mengubah *Vehicle Behaviour* menjadi *left-side traffic* dan mengatur *Units* menuju *All Metrics*. Perubahan ini dapat dilihat dalam Gambar 4.3.



**Gambar 4. 3** Pengaturan *Vehicle Behaviour* dan *Units* pada *Network Setting*

## 3. *Input Background*

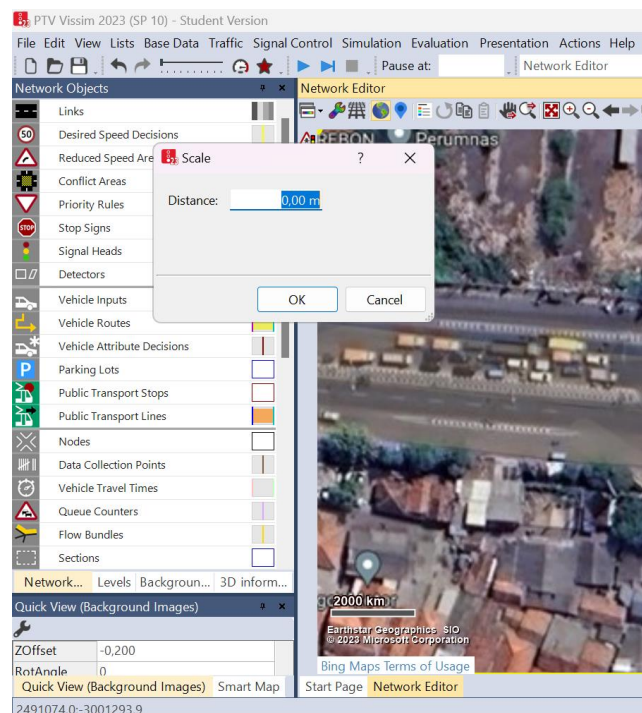
Pada pendekatan dengan VISSIM, peta lokasi penelitian dari *Google Earth* diunggah sebagai gambar latarbelakang. Peta tersebut diatur sesuai dengan skala yang ada dalam model. Proses input Background Image dalam perangkat lunak VISSIM dapat dilihat pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Input Background Image**

#### 4. Set Scale

Perbandingan skala antara peta *Google Earth* dan lebar jalan asli dilakukan dengan mengukur jarak antar jalan dan lebar jalan. Pengukuran ini dapat dilakukan di lapangan atau melalui *Google Maps*. Lihat Gambar 4.5 untuk *Set Scale*.



**Gambar 4.5 Set Scale**

a. Pembuatan Jaringan Jalan (*Link dan Connector*)

Pembuatan link atau jalur jalan pada ruas disesuaikan dengan lebar sebenarnya dari setiap lajur, sementara connector berfungsi sebagai penghubung antara link yang telah dibuat.

b. *Vehicle Inputs, Vehicle Compositions dan Vehicle Routes*

*Vehicle input* dimanfaatkan sebagai alat guna memasukkan data volume lalu lintas ke dalam perangkat VISSIM, termasuk volume kendaraan dalam 2 jam puncak serta komposisi dan kecepatan setiap jenis kendaraan. Setelah data ini diinput, langkah selanjutnya adalah mengatur rute untuk menentukan pergerakan kendaraan.

d. *Reduce Speed Areas*

Penurunan kecepatan, atau *reduced speed*, berfungsi sebagai parameter kalibrasi yang meniru kondisi nyata pengemudi di jalan. Dalam simulasi ini, digunakan distribusi kecepatan yang diinginkan.

e. *Signal Controllers*

*Signal controllers* digunakan untuk mengelola lampu lalu lintas pada jaringan jalan dan memerlukan data lapangan sebagai dasar pengaturannya.

f. Tahap Kalibrasi dan Validasi VISSIM

Hasil validasi menggunakan VISSIM harus dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan untuk menghitung kinerja simpang. Kalibrasi mencakup parameter seperti perilaku mengemudi dan input kendaraan. Setelah kalibrasi, model diuji dengan uji GEH (Geoffrey F. Havers) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk parameter volume lalu lintas, panjang antrian, dan kecepatan. Model kemudian divalidasi dengan membandingkan panjang antrian dari model dengan hasil survei lapangan, menggunakan uji statistik *Chi-Square*.

#### 4.6 Peralatan Penelitian

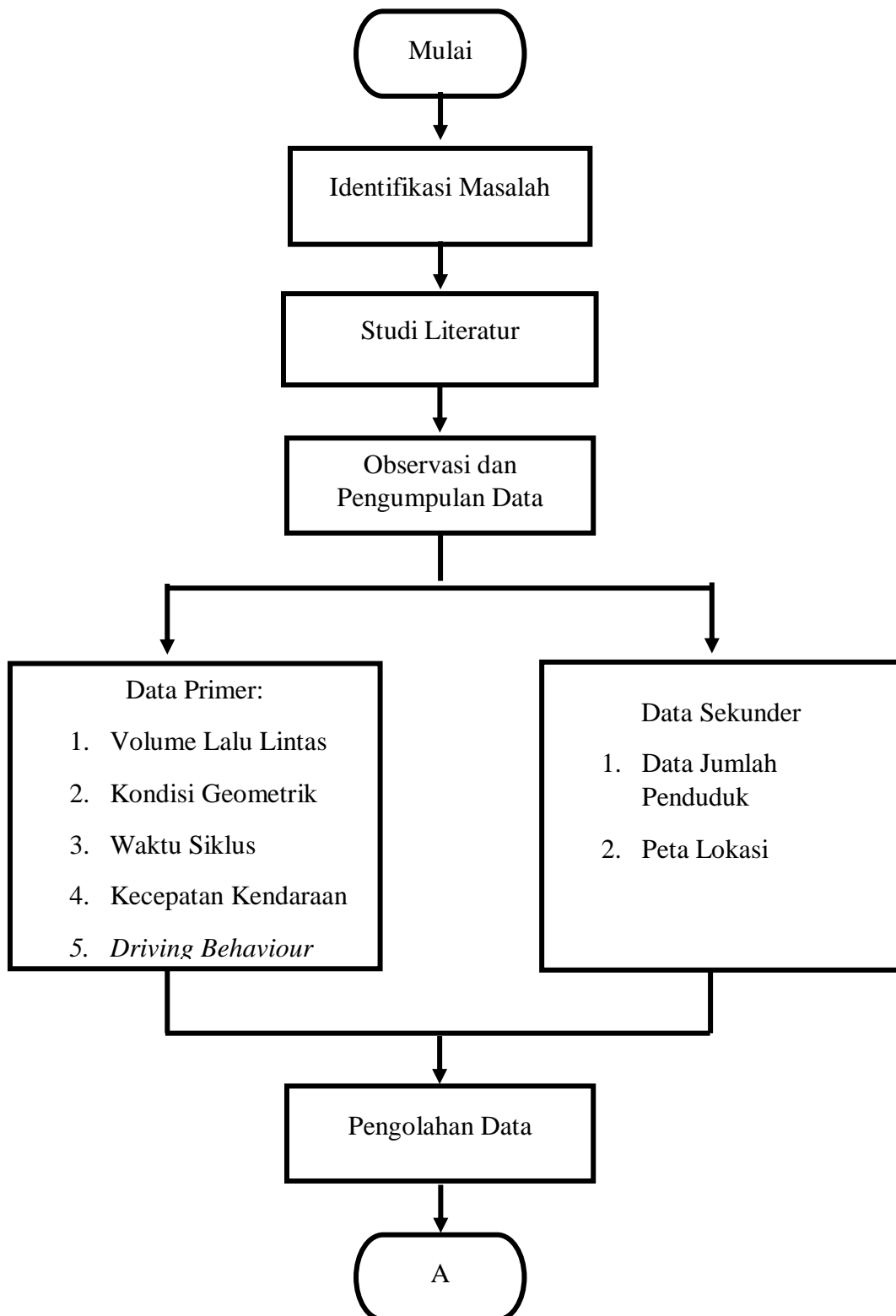
Pengambilan data di lapangan menggunakan peralatan berikut.

1. Alat tulis
2. Formulir *survey*
3. *Stopwatch* atau *Handphone*

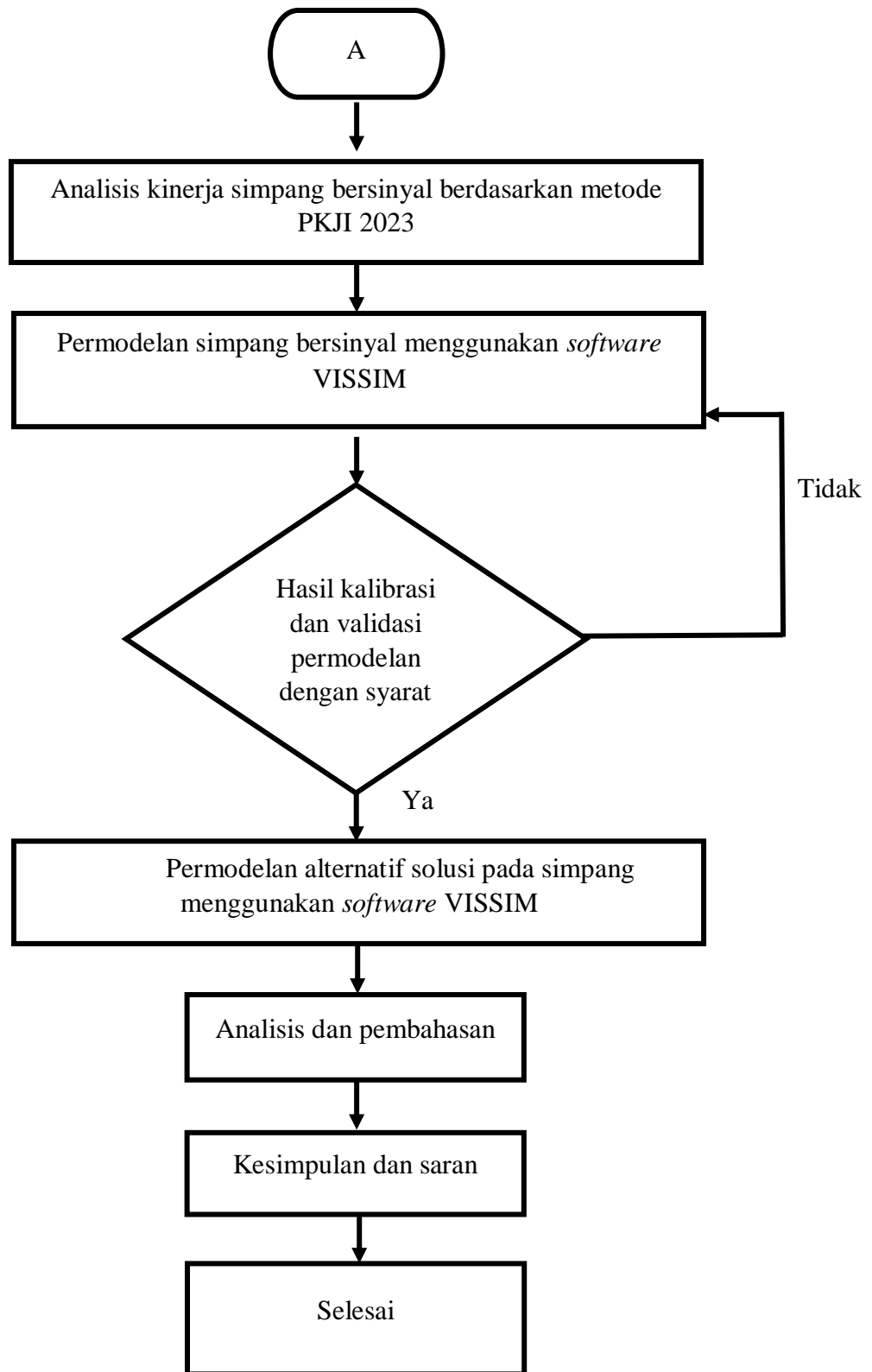
4. *Walking measure*
5. Kamera
6. Manual *Handy Counter*

#### **4.7 Bagan Alir Penelitian**

Kerangka konsep penelitian mencakup langkah-langkah yang akan diikuti dalam setiap tahap penelitian. Diagram alir proses penelitian ini ditampilkan dengan Gambar 4.6 di halaman berikut.



**Gambar 4. 6 Bagan Alir Penelitian**



**Lanjutan Gambar 4.6 Bagan Alir Penelitian**

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Kinerja Simpang *Existing*

#### 5.1.1 Situasi Kondisi *Existing*

Simpang bersinyal Ciremai Raya pada dasarnya terdiri dari 4 lengan, yaitu lengan barat merupakan Jl. Raya Pantura dan lengan Timur merupakan Jl. Ahmad Yani. Kedua lengan ini berperan sebagai jalan mayor karena memiliki fungsi utama dalam mengakomodasi arus lalu lintas dengan volume yang tinggi. Sementara itu, lengan Utara merupakan akses dari Jl. Rajawali Raya dan lengan Selatan merupakan akses dari Jl. Ciremai Raya, keduanya diklasifikasikan sebagai jalan minor karena melayani arus lalu lintas dengan volume yang relatif rendah. Visualisasi kondisi *existing* simpang bersinyal Ciremai Raya ditunjukkan pada Gambar 5.1.



**Gambar 5. 1 Kondisi *Existing* Simpang Bersinyal**

(Sumber: *Google Street View*, 2025)

Untuk dapat melakukan analisa lebih lanjut pada simpang, maka dilakukan studi simpang bersinyal yang berlokasi di Simpang Ciremai Raya. Pada tahap ini

dibutuhkan sejumlah data yang dapat menggambarkan kondisi *existing* simpang secara menyeluruh. Data tersebut mencakup data primer dan data sekunder. Kedua jenis data ini menjadi dasar penting dalam mengevaluasi performa simpang serta merumuskan rekomendasi perbaikan atau pengoptimalan. Seluruh data didapatkan setelah melakukan *survey* secara sistematis sesuai kaidah penelitian transportasi.

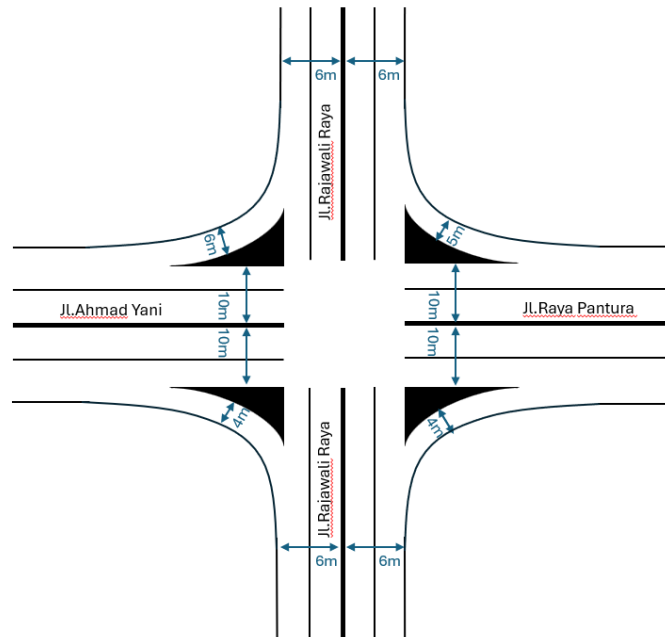
#### 5.1.1.1. Geometri Simpang

Data geometri simpang merupakan salah satu komponen penting dalam analisis kinerja simpang karena berpengaruh langsung terhadap kapasitas, tingkat pelayanan, dan efisiensi arus lalu lintas. Data ini mencakup berbagai informasi terkait dimensi fisik dari masing – masing lengan simpang, seperti tipe lajur tiap ruas, lebar jalur, serta median jalan pada tiap ruas. Informasi ini menjadi dasar dalam menentukan kapasitas simpang, menentukan ruang gerak kendaraan, dan mengevaluasi potensi konflik antar arus lalu lintas.

Seluruh data geometri diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan dengan menggunakan alat ukur sederhana seperti meteran. Pendekatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam analisis mencerminkan kondisi *existing* secara akurat dan aktual, sehingga analisis dapat menggambarkan situasi riil di lapangan. Data geometri masing – masing ruas dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5. 1 Data Geometri Simpang Ciremai Raya**

Lengan	Tipe Lajur	L (m)	Lm (m)	Lk	B <sub>KiJT</sub>	LB <sub>KiJT</sub>
Jl. Ciremai Raya	4/2UD	6	4	6	Ya	2
Jl. Rajawali Raya	4/2UD	6	4	6	Ya	2
Jl. Ahmad Yani	4/2D	14	10	12	Ya	4
Jl. Raya Pantura	4/2D	16	10	12	Ya	6



**Gambar 5. 2 Sketsa Geometrik Simpang**

#### 5.1.1.2. Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas didapatkan setelah melakukan *survey* secara langsung di lapangan. *Survey* ini dilakukan selama dua hari yaitu pada hari sabtu, 21 september 2024 mewakili data akhir pekan dan pada hari senin, 23 september 2024 mewakili data hari kerja. Pengamatan dilakukan selama tiga sesi yaitu pukul 05:30 – 08:30 WIB, 10:45 – 13:45 WIB, dan 15:30 – 18:30 WIB dengan interval waktu 15 menit, beberapa jenis kendaraan yang di *survey* meliputi sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), bus besar (BB), dan truk berat (TB). Data *survey* lalu lintas pada setiap lengan simpang dapat dilihat lebih lanjut pada bagian Lampiran 1 sampai dengan Lampiran 6.

Data *survey* kemudian diolah untuk mendapatkan volume lalu lintas pada jam puncak, salah satunya dengan mengonversi jumlah kendaraan ke dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) sesuai pedoman Direktorat Jenderal (2023). Contoh hitungan untuk mengubah satuan dari kendaraan per 15 menit menjadi satuan smp/jam di lengan Barat pada jam puncak hari Senin ditampilkan sebagai berikut.

**Tabel 5. 2 Survei Volume Kendaraan di Hari Senin pada Sesi 3 Lengan Barat**

Sesi 3, Barat																					
Simpang APILL		Tanggal	Senin, 23-09-2024																Periode	Sore	Total
ARUS LALU LINTAS		Kota	Cirebon																		
		Lengan	Barat																		
		Median																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																			Total
		Bki						Lurus						Bka						KTB	
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	kend/jam	
1	15:30 - 15:45	37	2	3			139	124	71	4	2		55	30						295	
2	15:45 - 16:00	48	6	5			144	127	49	2	8		76	66	2					325	
3	16:00 - 16:15	62	4				168	145	68	12	3		71	38	4					345	
4	16:15 - 16:30	92	5	3			189	171	59	9	2		88	63	4					394	
5	16:30 - 16:45	86	11	4			165	154	46	13	3		71	68						367	
6	16:45 - 17:00	68	12	2			142	118	57	14	1		68	42	2					313	
7	17:00 - 17:15	79	17	1			159	131	61	19	2		85	52	3					360	
8	17:15 - 17:30	71	11				181	167	72		15		62	67	2					408	
9	17:30 - 17:45	60	20				210	159	63	1	10		79	61						389	
10	17:45 - 18:00	52	10				152	173	47		12		51	47	1					346	
11	18:00 - 18:15	31	12				223	112	7		8		74	21	2					216	
12	18:15 - 18:30	29	8				189	96	9	10	1		62	17						189	
Total Kendaraan		715	118	18			2061	1677	609	84	67		842	572	20						

1. Volume Kendaraan Lengan Barat pada periode 16:15 – 17:15
  - a. Menambahkan volume kendaraan dengan jenis yang sama untuk kendaraan belok kiri, lurus, dan belok kanan. Berikut Tabel 5.3 Volume kendaraan lengan Barat

**Tabel 5. 3 Volume Kendaraan Lengan Barat pada Periode 16.15 – 17.15**

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan					
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB
1	16:15 - 16:30	369	239	66	9	2	0
2	16:30 -16:45	322	233	50	13	3	0
3	16:45 - 17:00	278	172	61	14	1	0
4	17:00 - 17:15	323	200	65	19	2	0

- b. Menambahkan volume kendaraan per 15 menit menjadi per 1 jam

No	Periode Waktu	Jenis Kendaraan					
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB
1	16:15 – 17:15	1292	844	242	55	8	0

2. Mengkonversi satuan kendaraan dari kendaraan/jam menjadi smp/jam
  - a. Mengalikan volume setiap jenis kendaraan dengan EMP dalam PKJI. Berikut Tabel 5.4 Konversi Satuan Kendaraan

**Tabel 5. 4 Konversi Satuan Kendaraan**

Jenis kendaraan	EMP untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
MP	1.0	1.0
KS	1.3	1.3
SM	0.15	0.4
BB	1.3	1.3
TB	1.3	1.3

1. Volume SM = 1292 kendaraan x 0.15  
= 193.8 smp
2. Volume MP = 844 kendaraan x 1  
= 844 smp

$$3. \text{ Volume KS} = 242 \text{ kendaraan} \times 1.3$$

$$= 314.6 \text{ smp}$$

$$4. \text{ Volume BB} = 55 \text{ kendaraan} \times 1.3$$

$$= 71.5 \text{ smp}$$

$$5. \text{ Volume TB} = 8 \text{ kendaraan} \times 1.3$$

$$= 10.4 \text{ kendaraan}$$

b. Menjumlahkan volume kendaraan yang sudah dikonversi untuk periode waktu 16:15 – 17:15

$$\text{Total} = 193.8 + 844 + 314.6 + 71.5 + 10.4$$

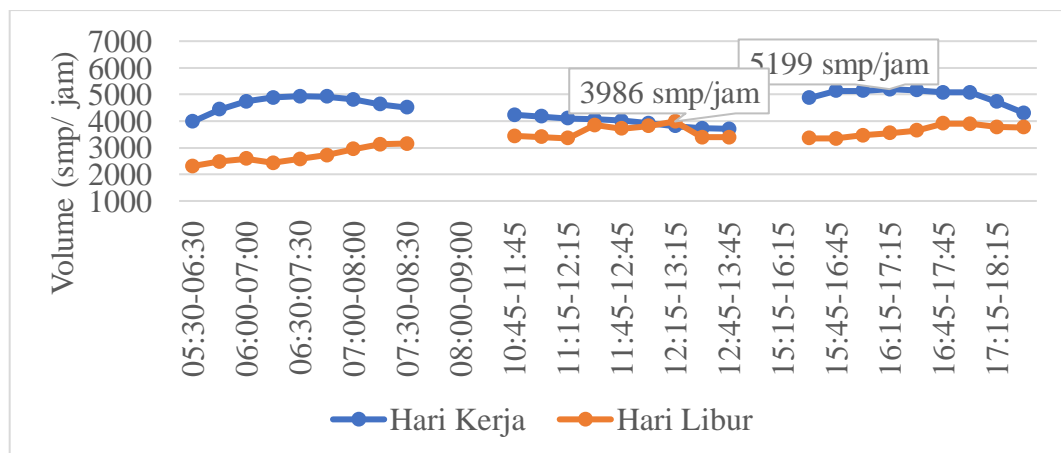
$$= 1434.4 \text{ smp/jam}$$

Perhitungan seperti di atas dilakukan untuk setiap periode yang ada dan pada ke empat lengan yang telah disurvei. Berikut adalah data volume lalu lintas pada dua hari yang dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

**Tabel 5. 5 Analisa Jam Puncak**

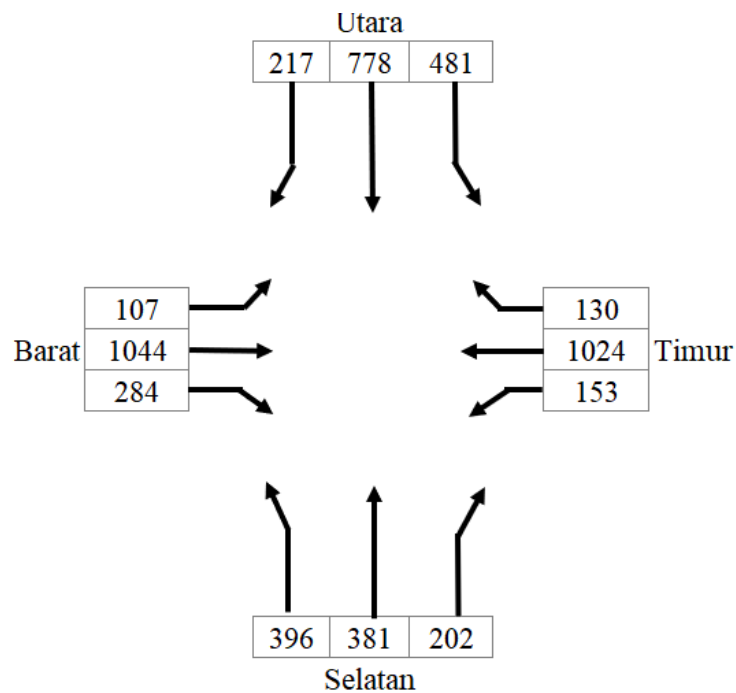
Volume Kendaraan (smp/jam)										
Periode Waktu	Utara		Selatan		Timur		Barat		Total	
	Sabtu	Senin	Sabtu	Senin	Sabtu	Senin	Sabtu	Senin	Sabtu	Senin
05:30-06:30	220	800	721	954	664	784	705	1447	2310	3985
05:45-06:45	227	988	778	1072	750	888	721	1485	2476	4433
06:00-07:00	246	1062	880	1234	802	967	659	1474	2587	4737
06:15-07:15	291	997	973	1352	587	1017	578	1521	2429	4887
06:30-07:30	336	1007	1071	1322	602	1054	561	1548	2570	4931
06:45-07:45	379	908	1165	1428	612	1071	560	1516	2716	4923
07:00-08:00	396	826	1183	1412	633	1074	734	1501	2946	4813
07:15-08:15	394	801	1170	1352	639	1040	925	1441	3128	4634
07:30-08:30	379	772	1094	1351	648	996	1030	1392	3151	4511
10:45-11:45	324	850	748	827	801	1200	1569	1360	3442	4237
11:00-12:00	297	897	820	743	783	1238	1503	1300	3403	4178

Volume Kendaraan (smp/jam)										
Periode Waktu	Utara		Selatan		Timur		Barat		Total	
	Sabtu	Senin	Sabtu	Senin	Sabtu	Senin	Sabtu	Senin	Sabtu	Senin
11:15-12:15	287	887	868	726	772	1219	1423	1263	3350	4095
11:30-12:30	280	900	903	744	1318	1163	1350	1261	3851	4068
11:45-12:45	310	874	853	763	1307	1151	1245	1230	3715	4018
12:00-13:00	365	832	846	855	1329	1120	1270	1118	3810	3925
12:15-13:15	403	806	872	871	1347	1124	1364	1009	3986	3810
12:30-13:30	420	774	841	850	826	1126	1308	979	3395	3729
12:45-13:45	429	762	849	878	844	1128	1263	941	3385	3709
15:30-16:30	499	1273	761	944	825	1292	1273	1359	3358	4868
15:45-16:45	523	1390	779	1005	818	1307	1221	1431	3341	5133
16:00-17:00	561	1445	873	972	823	1294	1201	1419	3458	5130
16:15-17:15	624	1476	909	981	826	1308	1184	1434	3543	5199
16:30-17:30	686	1420	943	959	840	1335	1179	1448	3648	5162
16:45-17:45	748	1340	978	925	880	1339	1297	1470	3903	5074
17:00-18:00	844	1280	941	974	879	1315	1231	1503	3895	5072
17:15-18:15	827	1137	846	957	849	1274	1252	1359	3774	4727
17:30-18:30	868	1002	795	889	830	1268	1271	1140	3764	4299



**Gambar 5.3** Grafik Fluktuasi Volume Lalu Lintas di Simpang Ciremai Raya

Berdasarkan analisa jam puncak Tabel 5.3 dan Gambar 5.3, data menunjukkan bahwa jam puncak untuk hari libur terjadi pada periode siang hari yaitu pada hari Sabtu, 21 September 2024 pukul 12:15 - 13:15 WIB, dengan jumlah 3986 smp/jam dari seluruh lengan simpang. Pada lain sisi, hari kerja mendapati periode jam puncak yang berbeda yaitu pada sore hari, ditunjukkan pada hari Senin, 23 September 2024 pukul 16:15 – 17:15 WIB, dengan total sebesar 5199 smp/jam pada seluruh lengan simpang. Dari kedua periode tersebut, maka dipilih jam puncak dengan volume tertinggi pada waktu sore hari yaitu Senin, 23 September 2024 dengan volume total 5199 smp/jam. Distribusi pergerakan arus lalu lintas dalam satuan mobil penumpang pada setiap lengan di simpang yang ditinjau divisualisasikan melalui Gambar 5.4.



**Gambar 5. 4 Distribusi Volume Lalu Lintas**

#### 5.1.1.3. Data Waktu Siklus Simpang

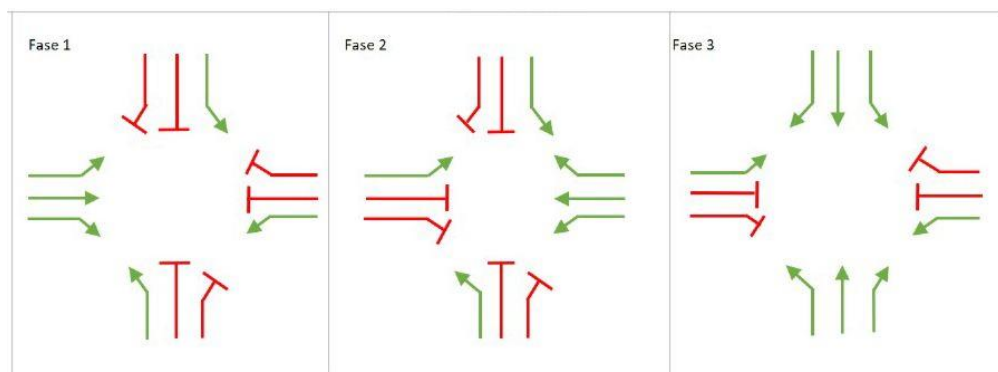
Data waktu siklus simpang pada Simpang Ciremai Raya diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan, kemudian dilakukan dengan cara mencatat lama waktu hijau, merah, kuning, dan all red pada APILL di setiap lengannya. Data sinyal lalu lintas pada simpang Ciremai Raya dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5. 6 Data Sinyal Lalu Lintas Simpang Ciremai Raya**

Lengan	Waktu (det)				Waktu Siklus (det)
	Merah	Kuning	Hijau	All Red	
Utara	130	3	55	3	191
Selatan	130	3	55	3	191
Timur	122	3	61	3	191
Barat	132	3	53	3	191

**Gambar 5. 5 Diagram Fase Waktu Siklus Sinyal Simpang Ciremai Raya**

Pengamatan yang dilakukan juga mengamati fase yang terdapat pada fase tersebut. Fase pada simpang tersebut memiliki tiga fase dengan pembagian fase seperti pada Gambar 5.6 berikut.

**Gambar 5. 6 Fase Sinyal Simpang Ciremai Raya**

#### 5.1.1.4. Data Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan didapatkan dari *survey* secara langsung di lapangan dengan pengamatan waktu tempuh sepeda motor, mobil penumpang, kendaraan sedang, truk berat, dan bus besar menggunakan *stopwatch* dan dilakukan

pencatatan dari tiap ruas yang diteliti sepanjang 50 m. Data kecepatan akan diinput di dalam permodelan VISSIM guna mendapatkan kondisi yang sesuai dengan *existing* di lapangan. Data hasil pengamatan kecepatan kendaraan dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut

**Tabel 5. 7 Data Kecepatan Kendaraan**

Lengan	Panjang Segmen (m)	Waktu Tempuh Rata - rata (det)	Kecepatan Rata - rata (km/jam)
Lengan Utara	50	5,69	32,92
Lengan Selatan		6,38	29,30
Lengan Timur		3,92	46,70
Lengan Barat		4,33	42,70

#### 5.1.1.5. Data Panjang Antrean

Data panjang antrean didapatkan dari hasil pengamatan dan pengukuran di lokasi penelitian dengan mengukur panjang kendaraan pada saat diakhir hijau dan diakhir merah. Hasil pengamatan data panjang antrean dapat dilihat pada Tabel 5.6.

**Tabel 5. 8 Data Panjang Antrean**

No	Lengan Simpang	Panjang Antrean (m)
1	Jl. Rajawali Raya (Utara)	49,5
2	Jl. Ciremai Raya (Selatan)	59
3	Jl. Ahmad Yani (Barat)	118,5
4	Jl. Raya Pantura (Timur)	109,5

#### 5.1.1.6. Data Driving Behaviour

Data *driving behaviour* menggambarkan bagaimana pengendara bertindak saat berkendara yaitu ketika kendaraan berhenti dan saat kendaraan sedang melaju. Data *driving behaviour* diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan yang nantinya akan diinput kedalam VISSIM untuk mendapatkan perilaku berkendara yang sesuai dengan keadaan *existing* di lapangan hal ini dimanfaatkan

sebagai acuan dalam analisis menggunakan perangkat lunak VISSIM. Hasil pengamatan *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.7.

**Tabel 5. 9 Data *Driving Behaviour***

Lengan Simpang	Kendaraan Henti	
	Depan - Belakang (m)	Samping (m)
Timur	1,30	0,50
	0,50	0,40
	0,70	0,90
	1,80	1,30
	1,00	0,80
	0,20	0,50
	0,40	0,70
	0,90	1,70
	0,50	1,50
	0,30	1,10

#### 5.1.1.7. Hambatan Samping

Hasil survei hambatan samping menunjukkan bahwa seluruh lengan simpang memiliki tingkat hambatan samping rendah. Kondisi ini dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan sekitar simpang yang bukan merupakan kawasan industri maupun pusat komersial dengan aktivitas tinggi. Selain itu, tidak terdapat fasilitas yang menyebabkan aktivitas keluar-masuk kendaraan secara intensif, tidak ada parkir di bahu jalan, dan aktivitas pejalan kaki juga terbilang rendah. Oleh sebab itu, hambatan samping pada simpang ini dikategorikan rendah sesuai kriteria PKJI 2023. Gambar 5.7 hingga Gambar 5.10 menampilkan gambaran hasil pengamatan aktivitas manusia dan kendaraan pada masing-masing lengan.



**Gambar 5. 7 Hambatan Samping Jalan Rajawali Raya (Utara)**



**Gambar 5. 8 Hambatan Samping Jalan Ciremai Raya (Selatan)**



**Gambar 5. 9 Hambatan Samping Ahmad Yani (Timur)**



**Gambar 5. 10 Hambatan Samping Raya Pantura (Barat)**

#### **5.1.1.8. Data Jumlah Penduduk**

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua hari pengamatan, yaitu pada hari Sabtu, 21 September 2024 yang mewakili kondisi lalu lintas akhir pekan, dan hari Senin, 23 September 2024 yang mewakili kondisi hari kerja. Pengambilan data dilakukan dalam tiga rentang waktu yang merepresentasikan kondisi lalu lintas pagi, siang, dan sore, yaitu pukul 05.30 – 08.30 WIB, 10.45 – 14.35, dan 15.30 – 18.30 WIB. Berdasarkan data resmi dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Disdukcapil), jumlah penduduk Kota Cirebon pada tahun 2024 tercatat sebanyak 354.679 jiwa.

#### **5.1.2 Analisa Simpang Berdasarkan PKJI 2023**

Analisis kinerja simpang berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 bertujuan untuk mengevaluasi seberapa baik simpang bersinyal mampu melayani arus lalu lintas yang ada. Analisis ini mencakup perhitungan terhadap sejumlah parameter penting, seperti kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti, serta tundaan rata – rata. Parameter – parameter ini digunakan untuk menilai tingkat pelayanan simpang, yang menjadi indikator utama dalam menentukan apakah simpang tersebut berfungsi secara optimal atau memerlukan penanganan lebih lanjut.

Perhitungan dilakukan dengan mengacu pada metode dan rumus yang tercantum dalam PKJI 2023, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat

dipertanggungjawabkan secara relevan dengan kondisi lalu lintas di Indonesia. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam merumuskan alternatif penanganan atau rekomendasi perbaikan jika ditemukan indikasi ketidakseimbangan antara kapasitas simpang dan volume kendaraan yang dilayani, ketidakseimbangan ini dapat terjadi ketika volume kendaraan terlalu tinggi untuk kapasitas yang tersedia, yang mengakibatkan penurunan kinerja simpang. Berikut merupakan Tabel 5.7 Hasil analisis perhitungan kondisi *existing* berdasarkan PKJI 2023 dan hasil perhitungan kondisi *existing*.

Tabel 5. 10 Hasil Analisis Perhitungan Kondisi Existing

SIMPANG APILL										Tanggal: 23 September 2024																			
PENENTUAN WAKTU ISYARAT KAPASITAS										Kota: Cirebon																			
										Simpang: Jalan Ahmad Yani - Jalan Rajawali Raya																			
										Ukuran kota: 0.34 juta jiwa																			
										Perihal:																			
										Periode: Jam puncak sore hari kerja																			
Distribusi Lalu lintas																													
<p>Utara</p> <p>217 778 481</p>			Fase 1			Fase 2			Fase 3			Fase 4																	
<p>Barat</p> <p>107 1044 284</p>			<p>Timur</p> <p>130 1024 153</p>																										
<p>Selatan</p> <p>396 381 202</p>																													
Distribusi arus lalu lintas, SMP/jam					Fase 1:		Fase 2:				Fase 3:		Fase 4:																
Kode pendekat	Hijau dalam fas	Tipe pendekat	Rasio kendaraan belok			Arus Belok Kanan		Lebar efektif $L_e$ m	Arus jenuh								Arus lalu lintas q	Rasio Arus $R_{qj}$	Rasio Fase $R_F$	Waktu Hijau per fase (i)	Kapasitas C (17) x (21)/s	Derajat kejenuhan $D_j$							
			$R_{BKLT}$	$R_{BKLI}$	$R_{BKk}$	dari arah ditinjau SMP/jam	dari arah berlawanan SMP/jam		Faktor-faktor penyesuaian				Arus jenuh yang disesuaikan		Rasio Fase $R_F$	Waktu Hijau per fase (i)							Kapasitas C (17) x (21)/s	Derajat kejenuhan $D_j$					
									Semua tipe pendekat				Hanya tipe p												Rasio Fase $R_F$	Waktu Hijau per fase (i)	Kapasitas C (17) x (21)/s	Derajat kejenuhan $D_j$	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)							
T	1	P	0,10		0,10	130	-	10	6000	0,95	0,83	1,00	1,00	1,00	1,03	4849	1154	0,24	0,27	65	1650	0,70							
B	2	P	0,20		0,20	284	-	10	6000	0,95	0,83	1,00	1,00	1,00	1,05	4968	1328	0,27	0,30	53	1379	0,96							
U	4	O	0,33		0,15	217	202	6	3600	0,95	0,83	1,00	1,00	1,00	1,03	2924	778	0,27	0,30	55	842	0,92							
S	4	O	0,40		0,21	202	217	6	3600	0,95	0,83	1,00	1,00	1,00	1,11	3137	381	0,12	0,14	55	903	0,42							
			0,61 0,40																										
$W_{HH} = \Sigma(W_{MS} + W_k)i$			18			detik			Waktu siklus pra penyesuaian, $S_{bp} =$			191			detik			$S = \frac{1,5 \times W_{HH} + 5}{(1 - \frac{R_{qj}}{C})}$			Rasio Arus Simpang $R_{AS} = \Sigma(\frac{R_{qj}}{C})$ Kritis			0,89			$WH_i = (S - W_{HH}) R_F$		
Waktu hilang hijau $W_{HH} =$									Waktu siklus disesuaikan, $s =$			299			detik														

1. Arus Lalu Lintas (terdapat Bkijt pada setiap lengan)

- a. Lengan Utara =  $778 + 217$   
= 995 smp/jam
- b. Lengan Selatan =  $381 + 202$   
= 583 smp/jam
- c. Lengan Barat =  $1044 + 284$   
= 1328 smp/jam
- d. Lengan Timur =  $1024 + 130$   
= 1154 smp/jam

2. Lebar Efektif Lengan

- a. Lengan Utara = 6 m
- b. Lengan Selatan = 6 m
- c. Lengan Barat = 10 m
- d. Lengan Timur = 10 m

3. Penentuan Faktor Koreksi Kapasitas

a. Faktor koreksi ukuran kota (FUK)

Jumlah penduduk Kota Cirebon pada tahun 2024 adalah 354.679 jiwa dilihat dari Tabel 3.4 didapat nilai faktor koreksi ukuran kota (FUK) Kota Cirebon adalah 0,83.

b. Faktor koreksi akibat hambatan samping (FHS)

Setiap lengan utara, selatan, barat, dan timur berada di area komersial yang berpotensi menyebabkan hambatan samping. Namun, hambatan samping di kawasan ini tergolong rendah. Berdasarkan Tabel 3.3 diperoleh nilai faktor hambatan samping 0,95.

c. Faktor koreksi akibat kelandaian jalur pendekat (FG)

Pada simpang Ciremai, tidak terdapat kelandaian sehingga kemiringan dianggap 0%. Berdasarkan Gambar 3.4 maka nilai faktor kelandaian Simpang Ciremai pada setiap lengannya adalah 1.

d. Faktor koreksi akibat gangguan kendaraan parkir pada jalur pendekat (FP)

Berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan tidak terdapat kendaraan yang terparkir di sepanjang lengan. Berdasarkan Gambar 3.7, maka nilai faktor koreksi parkir Simpang Ciremai pada setiap lengannya adalah 1.

- e. Faktor koreksi akibat lalu lintas belok kanan khusus untuk pendekat tipe P (FBKa)

Faktor belok kanan untuk lengan timur dan barat adalah terlindung (p). Berdasarkan pedoman pada Bina Marga 2023, perhitungan faktor ini berlaku untuk pendekat tipe P tanpa median, pada jalan dua arah sedangkan lengan timur dan barat terdapat median dan secara tidak langsung mengacu pada grafik. Berikut nilai FBka setiap lengan:

1. Lengan Utara = 1,03
2. Lengan Selatan = 1,11
3. Lengan Barat = 1,05
4. Lengan Timur = 1,03

- f. Faktor koreksi akibat arus lalu lintas belok kiri (FBKi)

Setiap lengan pada simpang dilengkapi dengan lajur belok kiri terpisah, tanpa pengaturan LTOR. Dengan kondisi ini faktor belok kiri (FBKi) pada setiap lengan simpang diberikan nilai 1.

#### 4. Penentuan Arus Jenuh

Arus jenuh (J, SMP/jam) adalah hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J<sub>0</sub>) dengan faktor – faktor koreksi yang telah dihitung, diperoleh nilai arus jenuh setiap lengan menggunakan Persamaan 3-3

- a. Lengan Utara

$$\begin{aligned} J &= J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \\ &= 3600 \times 0,95 \times 0,83 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,03 \\ &= 2924 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

- b. Lengan Selatan

$$\begin{aligned} J &= J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \\ &= 3600 \times 0,95 \times 0,83 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,11 \\ &= 3137 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

## c. Lengan Barat

$$\begin{aligned}
 J &= J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \\
 &= 6000 \times 0,95 \times 0,83 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,03 \\
 &= 4968 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

## d. Lengan Timur

$$\begin{aligned}
 J &= J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \\
 &= 6000 \times 0,95 \times 0,83 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,03 \\
 &= 4849 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

## 5. Perhitungan Arus Jenuh Dasar

## a. Lengan Utara

$$\begin{aligned}
 J_0 &= 600 \times LE \\
 &= 600 \times 6 \\
 &= 3600
 \end{aligned}$$

## b. Lengan Selatan

$$\begin{aligned}
 J_0 &= 600 \times LE \\
 &= 600 \times 6 \\
 &= 3600
 \end{aligned}$$

## c. Lengan Barat

$$\begin{aligned}
 J_0 &= 600 \times LE \\
 &= 600 \times 10 \\
 &= 6000
 \end{aligned}$$

## d. Lengan Timur

$$\begin{aligned}
 J_0 &= 600 \times LE \\
 &= 600 \times 10 \\
 &= 6000
 \end{aligned}$$

## 6. Perhitungan Kapasitas

## a. Lengan Utara

$$\begin{aligned}
 C &= J \times \frac{WH}{s} \\
 &= 2924 \times \frac{55}{191} \\
 &= 842 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

b. Lengan Selatan

$$\begin{aligned} C &= J \times \frac{WH}{s} \\ &= 3137 \times \frac{55}{191} \\ &= 903 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

c. Lengan Barat

$$\begin{aligned} C &= J \times \frac{WH}{s} \\ &= 4968 \times \frac{53}{191} \\ &= 1379 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

d. Lengan Timur

$$\begin{aligned} C &= J \times \frac{WH}{s} \\ &= 4849 \times \frac{65}{191} \\ &= 1650 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

7. Derajat Kejenuhan

a. Lengan Utara

$$\begin{aligned} DJ &= \frac{q}{c} \\ &= \frac{778}{842} \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

b. Lengan Selatan

$$\begin{aligned} DJ &= \frac{q}{c} \\ &= \frac{381}{903} \\ &= 0,42 \end{aligned}$$

c. Lengan Barat

$$\begin{aligned} DJ &= \frac{q}{c} \\ &= \frac{1328}{1379} \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

d. Lengan Timur

$$DJ = \frac{q}{c}$$

$$= \frac{1154}{1650}$$

$$= 0,70$$

## 8. Panjang Antrian

Perhitungan panjang antrian menggunakan Persamaan 3.20. Berikut perhitungan panjang antrian setiap lengan.

### a. Lengan Utara

Lengan Utara memiliki derajat kejenuhan (DS) > 0,5, sehingga Nq1 dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.20.

#### 1. Rasio Hijau

$$RH = \frac{WH_i}{s}$$

$$= \frac{55}{191}$$

$$= 0,29$$

#### 2. Nq1

$$Nq1 = 0,25 \times s \times \left[ (Dj - 1) + \sqrt{(Dj - 1)^2 + \frac{8 \times (Dj - 0,5)}{s}} \right]$$

$$= 0,25 \times 191 \times \left[ (0,92 - 1) + \sqrt{(0,92 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,92 - 0,5)}{191}} \right]$$

$$= 3,70 \text{ smp}$$

#### 3. Nq2

$$Nq2 = s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times Dj)} \times \frac{q}{3600}$$

$$= 191 \times \frac{(1 - 0,29)}{(1 - 0,29 \times 0,92)} \times \frac{778}{3600}$$

$$= 40,05 \text{ smp}$$

#### 4. Nq

$$Nq = Nq1 + Nq2$$

$$= 3,70 + 40,05$$

$$= 43,47 \text{ smp}$$

#### 5. Nqmax

$$Nqmax = 68 \text{ smp}$$

6. PA

$$\begin{aligned} PA &= Nq \times \frac{20}{LM} \\ &= 43,47 \times \frac{20}{6} \\ &= 146 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Lengan Selatan

Lengan Selatan memiliki derajat kejenuhan (DS) > 0,5, sehingga Nq1 dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.20.

1. Rasio Hijau

$$\begin{aligned} RH &= \frac{WH_i}{s} \\ &= \frac{55}{191} \\ &= 0,29 \end{aligned}$$

2. Nq1

$$\begin{aligned} Nq1 &= 0,25 \times s \times \left[ (D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{s}} \right] \\ &= 0,25 \times 191 \times \left[ (0,42 - 1) + \sqrt{(0,42 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,42 - 0,5)}{191}} \right] \\ &= -0,14 \text{ smp} \end{aligned}$$

3. Nq2

$$\begin{aligned} Nq2 &= s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times D_j)} \times \frac{q}{3600} \\ &= 191 \times \frac{(1 - 0,29)}{(1 - 0,29 \times 0,42)} \times \frac{381}{3600} \\ &= 16,38 \text{ smp} \end{aligned}$$

4. Nq

$$\begin{aligned} Nq &= Nq1 + Nq2 \\ &= -0,14 + 16,38 \\ &= 16,25 \text{ smp} \end{aligned}$$

5. Nqmax

$$Nq_{\max} = 29 \text{ smp}$$

6. PA

$$\begin{aligned} PA &= Nq \times \frac{20}{LM} \\ &= 16,25 \times \frac{20}{6} \\ &= 54 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Lengan Barat

Lengan Barat memiliki derajat kejenuhan (DS) > 0,5, sehingga Nq1 dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.20.

1. Rasio Hijau

$$\begin{aligned} RH &= \frac{WH_i}{s} \\ &= \frac{53}{191} \\ &= 0,28 \end{aligned}$$

2. Nq1

$$\begin{aligned} Nq1 &= 0,25 \times s \times \left[ (Dj - 1) + \sqrt{(Dj - 1)^2 + \frac{8 \times (Dj - 0,5)}{s}} \right] \\ &= 0,25 \times 191 \times \left[ (0,96 - 1) + \sqrt{(0,96 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,96 - 0,5)}{191}} \right] \\ &= 5,13 \text{ smp} \end{aligned}$$

3. Nq2

$$\begin{aligned} Nq2 &= s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times Dj)} \times \frac{q}{3600} \\ &= 191 \times \frac{(1 - 0,28)}{(1 - 0,28 \times 0,96)} \times \frac{1328}{3600} \\ &= 69,48 \text{ smp} \end{aligned}$$

4. Nq

$$\begin{aligned} Nq &= Nq1 + Nq2 \\ &= 5,13 + 69,48 \\ &= 74,61 \text{ smp} \end{aligned}$$

5. Nqmax

$$Nq_{\max} = 119 \text{ smp}$$

6. PA

$$\begin{aligned} PA &= Nq \times \frac{20}{LM} \\ &= 74,61 \times \frac{20}{10} \\ &= 149 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Lengan Timur

Lengan Timur memiliki derajat kejenuhan (DS) > 0,5, sehingga Nq1 dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.20.

1. Rasio Hijau

$$\begin{aligned} RH &= \frac{WH_i}{s} \\ &= \frac{65}{191} \\ &= 0,34 \end{aligned}$$

2. Nq1

$$\begin{aligned} Nq1 &= 0,25 \times s \times \left[ (D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{s}} \right] \\ &= 0,25 \times 191 \times \left[ (0,70 - 1) + \sqrt{(0,70 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,70 - 0,5)}{191}} \right] \\ &= 0,65 \text{ smp} \end{aligned}$$

3. Nq2

$$\begin{aligned} Nq2 &= s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times D_j)} \times \frac{q}{3600} \\ &= 191 \times \frac{(1 - 0,34)}{(1 - 0,34 \times 0,70)} \times \frac{1154}{3600} \\ &= 53,00 \text{ smp} \end{aligned}$$

4. Nq

$$\begin{aligned} Nq &= Nq1 + Nq2 \\ &= 0,65 + 53,00 \\ &= 53,65 \text{ smp} \end{aligned}$$

5. Nqmax

$$Nq_{\max} = 86 \text{ smp}$$

## 6. PA

$$\begin{aligned}
 PA &= Nq \times \frac{20}{LM} \\
 &= 53,65 \times \frac{20}{10} \\
 &= 107 \text{ m}
 \end{aligned}$$

## 9. Rasio Kendaraan Terhenti

## a. Lengan Utara

$$\begin{aligned}
 RKH &= 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{43,74}{778 \times 191} \times 3600 \\
 &= 0,95
 \end{aligned}$$

Jumlah kendaraan henti (NKH) dalam satuan SMP, dihitung menggunakan Persamaan 3.23

$$\begin{aligned}
 NKH &= q \times RKH \\
 &= 778 \times 0,95 \\
 &= 742 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

## b. Lengan Selatan

$$\begin{aligned}
 RKH &= 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{16,25}{381 \times 191} \times 3600 \\
 &= 0,72
 \end{aligned}$$

Jumlah kendaraan henti (NKH) dalam satuan SMP, dihitung menggunakan Persamaan 3.23

$$\begin{aligned}
 NKH &= q \times RKH \\
 &= 381 \times 0,72 \\
 &= 276 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

## c. Lengan Barat

$$\begin{aligned}
 RKH &= 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600 \\
 &= 0,9 \times \frac{74,16}{1328 \times 191} \times 3600 \\
 &= 0,95
 \end{aligned}$$

Jumlah kendaraan henti (NKH) dalam satuan SMP, dihitung menggunakan Persamaan 3.23

$$\begin{aligned} \text{NKH} &= q \times \text{RKH} \\ &= 1328 \times 0,95 \\ &= 1266 \text{ smp} \end{aligned}$$

d. Lengan Timur

$$\begin{aligned} \text{RKH} &= 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600 \\ &= 0,9 \times \frac{53,65}{1154 \times 191} \times 3600 \\ &= 0,79 \end{aligned}$$

Jumlah kendaraan henti (NKH) dalam satuan SMP, dihitung menggunakan Persamaan 3.23

$$\begin{aligned} \text{NKH} &= q \times \text{RKH} \\ &= 1154 \times 0,79 \\ &= 910 \text{ smp} \end{aligned}$$

Rasio rata – rata kendaraan berhenti untuk seluruh simpang APILL atau angka henti seluruh simpang APILL, dihitung menggunakan Persamaan 3.24

$$\begin{aligned} \text{RKH Total} &= (\sum \text{NKH}) / q_{\text{Total}} \\ &= \frac{742 + 276 + 1266 + 910}{3641} \\ &= \frac{3193}{3641} \\ &= 0,88 \end{aligned}$$

10. Tundaan

Terdapat dua tundaan pada simpang yaitu tundaan lalu lintas rata – rata pada setiap pendekat (TLL) dan tundaan rata – rata geometri pada setiap pendekat (TG). Berikut perhitungan tundaan lalu lintas rata – rata dan tundaan geometri menggunakan Persamaan 3.26 dan 3.27

a. Lengan Utara

$$\text{TLL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - \text{RH})^2}{(1 - \text{RH} \times \text{DJ})} + \frac{Nq1 \times 3600}{C}$$

$$= 191 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,29)^2}{(1 - 0,29 \times 0,92)} + \frac{3,70 \times 3600}{842}$$

$$= 81,8 \text{ det/smp}$$

$$\text{TG} = (1 - \text{RKH}) \times \text{PB} \times 6 + (\text{RKH} \times 4)$$

$$= (1 - 0,95) \times 0,48 \times 6 + (0,95 \times 4)$$

$$= 3,9 \text{ det/smp}$$

$$\text{Ti} = \text{TLL} + \text{TG}$$

$$= 81,8 + 3,9$$

$$= 85,7 \text{ det/smp}$$

b. Lengan Selatan

$$\text{TLL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - \text{RH})^2}{(1 - \text{RH} \times \text{DJ})} + \frac{\text{Nq1} \times 3600}{\text{C}}$$

$$= 191 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,29)^2}{(1 - 0,29 \times 0,42)} + \frac{-0,14 \times 3600}{903}$$

$$= 54,6 \text{ det/smp}$$

$$\text{TG} = (1 - \text{RKH}) \times \text{PB} \times 6 + (\text{RKH} \times 4)$$

$$= (1 - 0,72) \times 0,61 \times 6 + (0,72 \times 4)$$

$$= 3,9 \text{ det/smp}$$

$$\text{Ti} = \text{TLL} + \text{TG}$$

$$= 54,6 + 3,9$$

$$= 58,5 \text{ det/smp}$$

c. Lengan Barat

$$\text{TLL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - \text{RH})^2}{(1 - \text{RH} \times \text{DJ})} + \frac{\text{Nq1} \times 3600}{\text{C}}$$

$$= 191 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,28)^2}{(1 - 0,28 \times 0,96)} + \frac{5,13 \times 3600}{1379}$$

$$= 81,4 \text{ det/smp}$$

$$\text{TG} = (1 - \text{RKH}) \times \text{PB} \times 6 + (\text{RKH} \times 4)$$

$$= (1 - 0,95) \times 0,40 \times 6 + (0,95 \times 4)$$

$$= 3,9 \text{ det/smp}$$

$$\text{Ti} = \text{TLL} + \text{TG}$$

$$= 81,4 + 3,9$$

$$= 85,4 \text{ det/smp}$$

## d. Lengan Timur

$$\begin{aligned} \text{TLL} &= s \times \frac{0,5 \times (1 - \text{RH})^2}{(1 - \text{RH} \times \text{DJ})} + \frac{\text{Nq1} \times 3600}{\text{C}} \\ &= 191 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,34)^2}{(1 - 0,34 \times 0,70)} + \frac{0,65 \times 3600}{1650} \\ &= 56,0 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TG} &= (1 - \text{RKH}) \times \text{PB} \times 6 + (\text{RKH} \times 4) \\ &= (1 - 0,80) \times 0,19 \times 6 + (0,80 \times 4) \\ &= 3,4 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ti} &= \text{TLL} + \text{TG} \\ &= 57,0 + 3,4 \\ &= 59,4 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Berikut tundaan total berdasarkan perhitungan diatas

$$\begin{aligned} \text{Ti} &= \frac{\sum (q \times T)}{q_{\text{total}}} \\ &= \frac{(778 \times 85,7) + (381 \times 58,5) + (1328 \times 85,4) + (1154 \times 59,4)}{3641} \\ &= 74,4 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Berikut Tabel 5.9 Hasil Analisis Kinerja Simpang Ciremai

**Tabel 5. 11 Hasil Analisis Kinerja Simpang**

Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	DJ	PA PKJI (m)	PA <i>survey</i> (m)	Tundaan (det/smp)	Ti (det/smp)	LOS
U	842	0,92	146	50	85,7	74,4	F
S	903	0,42	54	59	58,5		E
B	1379	0,96	149	119	85,4		F
T	1650	0,70	107	109	59,4		E

Berdasarkan hasil analisa simpang Ciremai dengan menggunakan peraturan PKJI 2023, didapat derajat kejenuhan simpang yang melebihi 0,85 seperti pada contoh yaitu lengan Utara dan lengan Barat yang menunjukkan bahwa kondisi lalu lintas tidak kondusif dan ditandai dengan Tingkat layanan F. Lengan Selatan dan lengan Timur menunjukkan nilai dengan masing-masing nilai derajat kejenuhan 0,42 dan 0,7 serta Tingkat pelayanan E.

Selain derajat kejenuhan dan Tingkat layanan, analisa PKJI juga menghasilkan nilai panjang antrean dan tundaan. Berdasarkan Tabel 5.6 mengenai hasil analisis kinerja simpang, dilakukan perbandingan antara panjang antrean kendaraan yang dihitung menggunakan metode PKJI (PAPKJI) dengan panjang antrean berdasarkan hasil survei lapangan (PAsurvey). Hasil perbandingan ini menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan, khususnya pada pendekat U dan B, di mana nilai PAPKJI jauh lebih besar dibandingkan PAsurvey. Sebagai contoh, pada pendekat U, PAPKJI tercatat sebesar 146 meter, sementara PAsurvey hanya mencapai 50 meter. Hal yang sama terjadi pada pendekat B dengan PAPKJI sebesar 149 meter dan PAsurvey sebesar 119 meter. Sementara itu, pada pendekat S dan T, perbedaan antara hasil PKJI dan survei tidak terlalu mencolok, bahkan pada pendekat T, nilai PAsurvey sedikit lebih besar dari PAPKJI.

Perbedaan panjang antrean antara hasil perhitungan menggunakan PKJI dan hasil survei lapangan disebabkan oleh adanya pendekatan teoritis pada metode PKJI yang belum sepenuhnya mencerminkan kondisi nyata di lapangan. Penelitian oleh Fazahudiya, dkk (2024) menunjukkan bahwa panjang antrean yang dihitung menggunakan PKJI 2023 cenderung lebih tinggi dibandingkan hasil pengamatan langsung. Hal ini mengindikasikan bahwa masih terdapat variabel yang belum diperhitungkan secara akurat dalam PKJI, khususnya terkait penentuan arus jenuh dasar yang memerlukan penyesuaian agar hasil perhitungan lebih mendekati kondisi aktual.

Temuan serupa juga disampaikan oleh Budi, dkk (2017), yang menyatakan bahwa baik metode MKJI maupun PKJI menghasilkan nilai panjang antrean yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pengamatan langsung. Perbedaan ini disebabkan oleh model PKJI yang berbasis pendekatan matematis dengan asumsi kondisi lalu lintas ideal, seperti aliran kendaraan yang seragam dan minim gangguan eksternal, sehingga hasil perhitungan cenderung konservatif dan perlu kalibrasi lebih lanjut untuk menyesuaikan dengan kondisi riil di lapangan.

Di sisi lain, data PAsurvey mencerminkan kondisi aktual di lapangan yang sangat dipengaruhi oleh perilaku pengguna jalan, variasi jenis kendaraan, serta

pengaruh pengaturan lalu lintas secara manual seperti kehadiran petugas yang mengatur arus lalu lintas.

Selain itu, pengukuran di lapangan umumnya dilakukan pada waktu tertentu yang dianggap sebagai puncak antrean, sehingga hanya menangkap *snapshot* sesaat dan belum tentu mencerminkan rata-rata antrean selama satu siklus lampu atau satu jam pengamatan seperti asumsi pada PKJI. Oleh karena itu, walaupun perhitungan berdasarkan PKJI sangat berguna untuk perencanaan teknis jangka panjang, namun hasilnya sebaiknya tetap divalidasi dengan data survei primer agar analisis kinerja simpang dapat mencerminkan kondisi aktual secara lebih akurat.

### 5.1.3 Analisa Kinerja Simpang menggunakan *Software VISSIM*

*Software VISSIM* digunakan untuk memodelkan kondisi *existing* Simpang bersinyal Ciremai dan model alternatif sebagai solusi penyelesaian masalah tingkat pelayanan simpang yang buruk. *Output* yang didapat dari pemodelan menggunakan *software VISSIM* hampir serupa dengan hasil analisa PKJI yang telah dilakukan, yaitu berupa volume kendaraan, panjang antrean, dan tambahan *output* berupa data tundaan simpang. Visualisasi model ruas jalan pada *software Vissim* dapat dilihat pada Gambar 5.11.

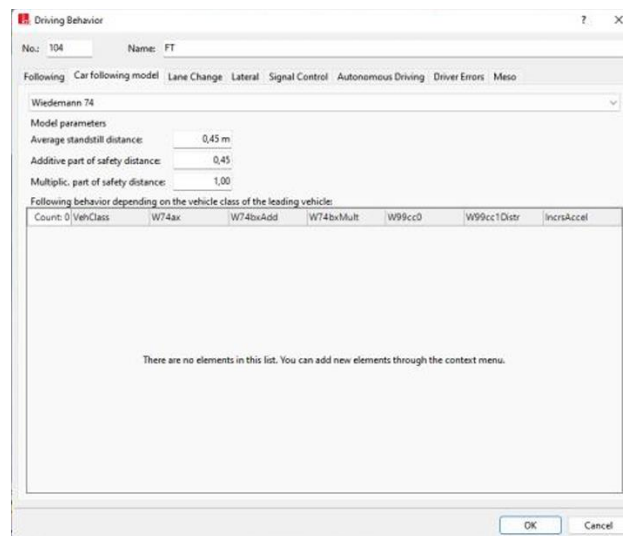


**Gambar 5. 11 Visualisasi Model Simpang Bersinyal Ciremai dengan Vissim**

Untuk mendapatkan model lalu lintas simpang bersinyal Ciremai yang menyerupai kondisi *existing*, perlu dilakukan validasi antara *output* model berupa volume kendaraan serta panjang antrean dengan data survey primer yang telah dilakukan.

### 5.1.3.1. Hasil Pemodelan sebelum Kalibrasi

Model awal pada Vissim umumnya perlu dilakukan kalibrasi agar mendapat hasil *output* yang sesuai dengan kondisi observasi atau *survey*. Kalibrasi dapat dilakukan pada fitur *driving behaviour* dalam aplikasi Vissim. Nilai untuk setiap parameter awal pada model simpang bersinyal Ciremai dapat dilihat pada Gambar 5.12.



**Gambar 5. 12 *Driving Behaviour* sebelum dilakukan Kalibrasi**

Pemodelan *existing* sebelum dikalibrasi membutuhkan validasi awal untuk mengetahui seberapa jauh *error* pada model jika dibandingkan dengan kondisi lapangan. *Output* yang umumnya divalidasi berupa volume kendaraan dan Panjang antrean. Pada penelitian ini, parameter volume kendaraan divalidasi dengan uji GEH, sedangkan parameter panjang antrean divalidasi dengan uji MAPE. Pada Tabel 5.10, ditampilkan hasil validasi output volume kendaraan, dan Tabel 5.11 ditampilkan hasil validasi terkait output panjang antrean hasil pemodelan Vissim yang belum dilakukan kalibrasi.

**Tabel 5. 12 Validasi Volume Kendaraan pada Model Simpang sebelum Kalibrasi**

Pendekat	Kendaraan Hasil Observasi (kend/jam)	Kendaraan Pemodelan VISSIM (kend/jam)	GEH
Lengan Utara	1476	1240	39,692
Lengan Selatan	981	1231	17,761
Lengan Barat	1434	2281	15,593
Lengan Timur	1308	2392	7,951

Berdasarkan hasil validasi dengan metode GEH, parameter volume kendaraan hasil pemodelan pada VISSIM sebelum kalibrasi masih menunjukkan nilai di atas 5, terlihat lengan utara yang memiliki nilai tertinggi yaitu sekitar 39,7 disusul dengan lengan Selatan sebesar 17,8 dan kedua lengan lainnya Barat dan Timur dengan masing-masing memiliki nilai 15,6 dan 8. Dikarenakan nilai validasi GEH pada setiap lengan masih memiliki nilai di atas 5, pemodelan yang dilakukan dapat dikatakan tidak valid dan perlu dilakukan kalibrasi ulang.

**Tabel 5. 13 Validasi Panjang Antrean pada Model Vissim sebelum Kalibrasi**

Pendekat	Panjang Antrean Hasil Observasi (m)	Panjang Antrean Pemodelan VISSIM (m)	MAPE (%)
Lengan Utara	146	156,04	7
Lengan Selatan	54	125,62	132
Lengan Barat	107	310,84	190
Lengan Timur	149	278,82	87

Dari hasil pemodelan, didapat beberapa lengan yang menunjukkan nilai MAPE lebih dari 50%, yaitu diantaranya lengan selatan, barat dan timur, dengan masing-masing nilai MAPE yaitu 132%, 190%, dan 87%. Dikarenakan nilai di 3 lengan pada simpang yang ditinjau melebihi nilai yang persyaratkan untuk dikatakan valid, maka model simpang yang ditinjau perlu dilakukan kalibrasi untuk mendapat nilai MAPE kurang dari 50%.

### 5.1.3.2. Hasil Pemodelan setelah Kalibrasi

Mengingat hasil uji volume kendaraan dan panjang antrean yang belum valid melalui uji statistik GEH dan MAPE karena belum sesuai dengan kondisi di lapangan, maka diperlukan kalibrasi dengan melalui *trial and error* pada fitur *driving behavior* agar pemodelan yang dilakukan valid dan dapat mempresentasikan kondisi di Lokasi penelitian. Proses selanjutnya dapat dilakukan dengan mengubah parameter *driving behaviour* atau perilaku pengemudi pada aplikasi pemodelan Vissim. Perubahan parameter *driving behaviour* dapat dilihat pada Tabel 5.12.

**Tabel 5. 14 Perubahan Parameter pada *Driving Behaviour***

Parameter yang diubah	Komponen yang diubah	Default	Kalibrasi	
		Nilai		
<i>Car Following</i>	<i>Average Standstill Distance (m)</i>	2,00	0,05	
	<i>Additive Part of Safety Distance</i>	2,00	0,10	
	<i>Multiplicative Part of Safety Distance</i>	3,00	0,25	
	<i>Look ahead distance (m)</i>	<i>Minimum</i>	0	0
		<i>Maximum</i>	250	100
		<i>Observed vehicles</i>	4	3
	<i>Look back distance (m)</i>	<i>Minimum</i>	0	0
<i>Maximum</i>		150	100	
<i>Lane Change</i>	<i>Waiting time before diffusion (s)</i>	60	40	
	<i>Min. Headway (front/rear) (m)</i>	0,5	0,20	
<i>Lateral</i>	<i>Desired Position at Free Flow</i>	<i>Middle of Lane</i>	<i>Any</i>	
	<i>Minim Distanvce Standing (m)</i>	0,2	0,40	
	<i>Minimun Distance Driving (m)</i>	1	0,50	
	<i>Overtake on Same Lane</i>	<i>None</i>	<i>On Left</i> <i>On Right</i>	
<i>Signal Controller</i>	<i>Behaviour at Red / Amber Signal</i>	<i>Stop (same as Red)</i>	<i>Go (Same as Green)</i>	

Perbandingan secara visual permodelan VISSIM terkait kondisi lalu lintas simpang sebelum dilakukan kalibrasi dan setelah dilakukan kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 5.13 dan Gambar 5.14..



**Gambar 5. 13 Sebelum Kalibrasi**

Kondisi sebelum kalibrasi, model model VISSIM mungkin menunjukkan jumlah kendaraan yang lebih sedikit karena parameter lalu lintas awal seperti volume kendaraan, kecepatan, dan pola pergerakan belum disesuaikan untuk mencerminkan kondisi nyata. Kalibrasi diperlukan untuk mengatur parameter ini agar model sesuai dengan kondisi lalu lintas sebenarnya.



**Gambar 5. 14 Sesudah Kalibrasi**

Setelah dilakukan proses kalibrasi pada fitur *driving behavior*, data *output* volume kendaraan dan panjang antrean, masing-masing divalidasi ulang menggunakan metode statistik GEH dan MAPE. Validasi *output* model simpang berupa volume lalu lintas dan hasil pemodelan parameter panjang antrean dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Tabel 5.14.

**Tabel 5. 15 Validasi Volume Kendaraan pada Model Simpang setelah Kalibrasi**

Pendekat	Kendaraan Hasil Observasi (kend/jam)	Kendaraan Pemodelan VISSIM (kend/jam)	GEH
Lengan Utara	1476	3001	1,541
Lengan Selatan	981	1855	1,906
Lengan Barat	1434	3049	0,722
Lengan Timur	1308	2763	0,645

Berdasarkan Tabel 5.13, didapati nilai GEH pada setiap lengan simpang untuk parameter volume kendaraan setelah kalibrasi menunjukkan nilai dibawah 5, dengan nilai tertinggi pada lengan Selatan dan diikuti lengan Utara yaitu sebesar 1.9 dan 1.5. Dengan demikian *output* pemodelan berupa volume kendaraan dapat dikatakan valid karena telah memenuhi persyaratan uji GEH.

**Tabel 5. 16 Validasi Panjang Antrean pada Model Simpang setelah Kalibrasi**

Pendekat	Panjang Antrean Hasil Observasi (m)	Panjang Antrean Pemodelan VISSIM (m)	MAPE (%)
Lengan Utara	146	101,46	30
Lengan Selatan	54	76,97	42
Lengan Barat	149	124,83	16
Lengan Timur	107	87,92	18

Berdasarkan Tabel 5.14, didapat nilai MAPE untuk parameter Panjang antrean pada setiap lengan setelah kalibrasi menunjukkan nilai dibawah 50%, dengan nilai tertinggi pada lengan Selatan diikuti lengan Utara dengan nilai masing-masing 42% dan 30%. Menurut hasil uji statistik MAPE, parameter panjang antrean pada model simpang dapat dikatakan valid karena telah memenuhi persyaratan uji MAPE.

Hasil analisis kinerja Simpang Ciremai dalam keadaan *existing* menggunakan software VISSIM dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut

**Tabel 5. 17 Hasil Analisis Kinerja Simpang Ciremai Raya**

Pendekat	DJ	Panjang Antrean (m)	Tundaan (detik/smp)	Tingkat Pelayanan	Tundaan Simpang (detik/smp)	Tingkat Pelayanan
U	0,92	49,5	85,7	F	74,4	F
S	0,42	59	58,5	E		
B	0,96	109,25	59,4	E		
T	0,70	118,5	85,4	F		

Berdasarkan Tabel 5.15, diperoleh Panjang antrean pada pendekat lengan utara sepanjang 49,5 m dan tundaan sebesar 85,7 detik/smp dengan Tingkat pelayanan F. Pada pendekat lengan selatan memiliki Panjang antrean sebesar 59 m dan tundaan sebesar 58,5 detik/smp dengan Tingkat pelayanan E. Pada pendekat lengan barat memiliki panjang antrean sepanjang 109,25 m dan tundaan sebesar 59,4 dengan Tingkat pelayanan E dan pada pendekat lengan timur memiliki panjang antrean sebesar 118,5 m dengan tundaan sebesar 85,4 detik/ smp sedangkan tundaan simpang pada kondisi *existing* adalah sebesar 74,4 detik/smp dengan Tingkat pelayanan F.

#### **5.1.4 Perbandingan Analisa Kinerja Kondisi *Existing* dengan PKJI dan Software Vissim**

Analisis kinerja simpang secara umum dapat dilakukan melalui pendekatan teoritis berdasarkan pedoman teknis seperti Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) maupun melalui simulasi mikroskopik menggunakan perangkat lunak seperti PTV VISSIM. Dalam sub bab ini, dilakukan perbandingan antara hasil perhitungan menggunakan metode PKJI dan hasil simulasi menggunakan VISSIM untuk simpang yang ditinjau. Tabel 5.16 menunjukkan hasil perbandingan analisis berdasarkan PKJI dan hasil simulasi menggunakan VISSIM.

**Tabel 5. 18 Perbandingan Analisa Kinerja Simpang antara PKJI dan Pemodelan Vissim**

<b>Pendekat</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DJ)</b>	<b>Panjang Antrean (m)</b>	<b>Tundaan (detik/smp)</b>	<b>Tingkat Pelayanan (LOS)</b>
	<b>PKJI / VISSIM</b>	<b>PKJI / VISSIM</b>	<b>PKJI / VISSIM</b>	<b>PKJI / VISSIM</b>
<b>U</b>	0,92 / 0,92	146 / 49,5	85,7 / 85,7	F / F
<b>S</b>	0,42 / 0,42	54 / 59	58,5 / 58,5	E / E
<b>B</b>	0,96 / 0,96	149 / 109,25	85,4 / 59,4	F / E
<b>T</b>	0,70 / 0,70	107 / 118,5	59,4 / 85,4	E / F

Perbandingan dilakukan terhadap tiga parameter utama: Derajat kejenuhan (DJ), panjang antrean, tundaan kendaraan, serta tingkat pelayanan (LOS) pada masing-masing pendekat.

Secara umum, kedua metode (PKJI dan VISSIM) menunjukkan kesesuaian pada nilai DJ dan LOS, terutama pendekat U dan B yang menunjukkan DJ > 0,90 dengan LOS F (jenuh). Namun, terdapat perbedaan signifikan pada panjang antrean, khususnya di pendekat U dan T. Misalnya, panjang antrean di pendekat U menurut PKJI mencapai 146 m, sedangkan hasil simulasi VISSIM hanya 49,5 m. Sebaliknya, di pendekat T, PKJI mencatat 107 m, sementara VISSIM menunjukkan 118,5 m. Ini mengindikasikan bahwa PKJI cenderung lebih konservatif atau overestimate, terutama pada pendekat dengan Dj tinggi.

Perbedaan ini disebabkan oleh pendekatan metodologis yaitu PKJI berbasis rumus matematis dengan asumsi statis, sehingga kurang menangkap dinamika lalu lintas nyata. Sementara itu, VISSIM yang berbasis simulasi mikroskopik mampu memodelkan perilaku kendaraan individu secara realistis.

Meski VISSIM lebih rinci secara visual dan perilaku, akurasinya tetap bergantung pada validitas data input dan kalibrasi parameter. Oleh karena itu, kedua metode sebaiknya saling melengkapi: PKJI sebagai acuan awal, dan VISSIM untuk verifikasi dan visualisasi rinci.

Karena hasil simulasi VISSIM telah divalidasi dan lebih merepresentasikan kondisi lapangan, maka pada tahap alternatif solusi digunakan pemodelan VISSIM untuk visualisasi dan analisis yang lebih realistis.

## **5.2 Alternatif Solusi dengan Pemodelan VISSIM**

Hasil analisis simpang bersinyal Ciremai menunjukkan bahwa beberapa lengan simpang memiliki kinerja kurang optimal dengan tingkat pelayanan (LOS) kategori E hingga F. Ini menandakan kondisi jenuh atau mendekati kapasitas maksimum, ditandai dengan tingginya derajat kejenuhan (Dj), antrean panjang, dan tundaan melebihi standar dalam KM Perhubungan No. 96 Tahun 2015.

Kinerja yang buruk ini menurunkan efisiensi lalu lintas, meningkatkan risiko kecelakaan, dan mengurangi kenyamanan pengguna jalan. Oleh karena itu, diperlukan solusi teknis untuk meningkatkan kapasitas, mengurangi tundaan, dan memperbaiki LOS.

Studi ini merancang berbagai alternatif, termasuk pelebaran lengan pendekat, pengaturan ulang siklus lampu, manajemen parkir, prioritas kendaraan, dan optimalisasi arus pada jam sibuk. Evaluasi dilakukan menggunakan simulasi mikroskopik PTV VISSIM untuk menilai dampaknya terhadap antrean, tundaan, dan LOS.

### **5.2.1 Alternatif 1 - Pelebaran Lengan Utara dan Selatan**

Alternatif pertama bertujuan untuk meningkatkan kinerja simpang bersinyal Ciremai melalui pelebaran geometrik pada dua lengan minor, yaitu Lengan Utara (Jl. Rajawali Raya) dan Lengan Selatan (Jl. Ciremai Raya). Pelebaran dilakukan masing-masing selebar 0,5 meter tanpa mengubah siklus sinyal yang berlaku saat ini. Pendekatan ini tetap mempertahankan sistem pengendalian sinyal *existing*, namun meningkatkan kapasitas jalur keluar-masuk kendaraan pada kedua lengan tersebut guna mengurangi panjang antrean dan besarnya tundaan.

Untuk mendukung usulan pelebaran, disertakan beberapa foto kondisi *existing* di lapangan yang menunjukkan bahwa masih terdapat ruang pada sisi jalan yang memungkinkan untuk dilakukan pelebaran tanpa mengganggu fungsi ruang milik jalan (RUMIJAL) secara signifikan. Dokumentasi visual kondisi fisik lapangan ini dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16.



**Gambar 5. 15 Opsi Pelebaran Jalan pada Lengan Selatan**



**Gambar 5. 16 Opsi Pelebaran Jalan pada Lengan Utara**

Visualisasi gambaran panjang antrean kendaraan setelah dilakukan penyesuaian terhadap geometrik simpang pada aplikasi Vissim dapat dilihat seperti pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18.



**Gambar 5. 17 Tampak Atas Panjang Antrean Alternatif 1**



**Gambar 5. 18 Tampak Samping Panjang Antrean Alternatif 1**

Berdasarkan hasil simulasi mikroskopik menggunakan PTV VISSIM, kinerja simpang setelah penerapan alternatif 1 menunjukkan peningkatan signifikan, terutama pada parameter tundaan dan panjang antrean. Hasil perhitungan untuk masing-masing pendekatan ditampilkan pada Tabel 5.17 berikut.

**Tabel 5. 19 Hasil Kinerja Simpang – Alternatif 1 (Pelebaran Lengan Utara dan Selatan)**

<b>Pendekat</b>	<b>Tundaan (detik/smp)</b>	<b>Panjang Antrean (m)</b>	<b>LOS</b>
Utara (U)	51,17	92,01	<b>E</b>
Selatan (S)	53,54	70,26	<b>E</b>
Barat (B)	3,70	88,45	<b>A</b>
Timur (T)	8,90	122,89	<b>B</b>

Dari hasil tersebut, terlihat bahwa dengan hanya melakukan pelebaran 0,5 meter pada lengan Utara dan Selatan, kinerja simpang mengalami peningkatan cukup baik. Dua pendekatan menunjukkan tundaan di bawah 15 detik per smp, yang berarti tingkat pelayanan telah naik ke kategori A dan B, jauh lebih baik

dibandingkan kondisi *existing* sebelumnya yang berada pada LOS E hingga F. Sementara itu, Pendekat Utara dan Selatan juga mengalami peningkatan tundaan walaupun masih memiliki layanan E.

Panjang antrean masih cukup panjang pada beberapa lengan (misalnya Timur dan Barat), namun karena tundaan per kendaraan rendah, hal ini menunjukkan pergerakan kendaraan masih cukup lancar, dan antrean cenderung bergerak (*moving queue*), bukan antrean stagnan.

Pelebaran lengan Utara dan Selatan mempengaruhi nilai kapasitas serta derajat kejenuhan pada lengan yang disesuaikan. Berikut adalah perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan untuk setiap lengan pendekat pada alternatif 1.

1. Lengan Utara

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 3411 \times \frac{55}{191}$$

$$C = 982$$

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

$$D_j = \frac{778}{982}$$

$$D_j = 0,79$$

2. Lengan Selatan

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 3659 \times \frac{55}{191}$$

$$C = 1054$$

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

$$D_j = \frac{381}{1054}$$

$$D_j = 0,36$$

## 3. Lengan Timur

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 4849 \times \frac{65}{191}$$

$$C = 1650$$

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

$$D_J = \frac{1154}{1650}$$

$$D_J = 0,70$$

## 4. Lengan Barat

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 968 \times \frac{53}{191}$$

$$C = 1379$$

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

$$D_J = \frac{1328}{1379}$$

$$D_J = 0,96$$

Rekapitulasi hasil analisis kapasitas (C) dan juga derajat kejenuhan (DJ) pada Simpang Ciremai dapat dilihat pada Tabel 5.20.

**Tabel 5. 20 Rekapitulasi Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DJ)  
Alternatif I**

<b>Lengan Pendekat</b>	<b>Kapasitas (smp/jam)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DJ)</b>	<b>Kesimpulan</b>
Timur	1650	0,70	memenuhi syarat
Barat	1379	0,96	tidak memenuhi syarat
Utara	982	0,79	tidak memenuhi syarat

Lengan Pendekat	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (D <sub>J</sub> )	Kesimpulan
Selatan	1054	0,36	memenuhi syarat

Hasil rekapitulasi pada Tabel 5.20 menunjukkan bahwa penerapan Alternatif 1 berupa pelebaran lengan Utara dan Selatan berhasil meningkatkan kinerja simpang. Lengan Utara dan Selatan memiliki derajat kejenuhan (DJ) masing-masing sebesar 0,79 dan 0,36, menandakan lalu lintas relatif lancar. Lengan Timur juga menunjukkan kondisi tidak jenuh dengan Dj 0,70. Sementara itu, lengan Barat memiliki Dj tertinggi yaitu 0,96, yang mendekati batas jenuh namun masih dapat ditoleransi. Secara keseluruhan, pelebaran ini mampu meningkatkan kapasitas dan menurunkan kejenuhan, sehingga dapat dianggap sebagai solusi efektif tanpa perubahan besar pada sistem sinyal.

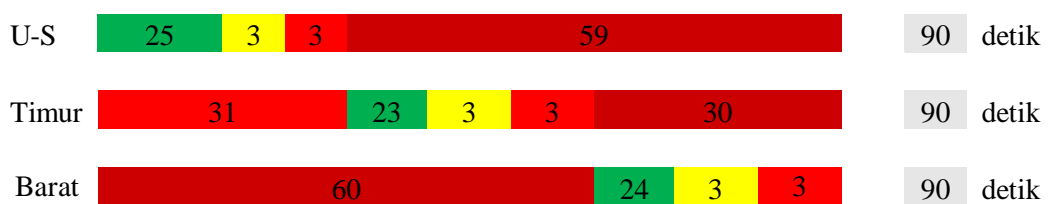
### 5.2.2 Alternatif 2 - Penyesuaian Waktu Siklus Sinyal Sesuai PKJI 2023

Alternatif kedua bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pengoperasian Simpang Bersinyal Jl. Ciremai Raya melalui pendekatan operasional, yaitu dengan melakukan penyesuaian waktu siklus sinyal agar sesuai dengan ketentuan dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Penyesuaian dilakukan dengan cara mengatur kembali distribusi waktu hijau pada masing-masing lengan berdasarkan nilai derajat kejenuhan yang terjadi, namun tanpa mengubah pola fase dan waktu kuning maupun *all red* yang tetap mengacu pada kondisi *existing*.

Metode penyesuaian dilakukan dengan teknik *trial and error* hingga diperoleh waktu siklus yang lebih optimal. Total terdapat tiga kali percobaan (*trial*) penyesuaian waktu siklus, dengan tren waktu siklus yang semakin disesuaikan dari 100 detik pada trial 1, menjadi 95 detik pada trial 2, hingga mencapai 90 detik pada Trial 3. Setiap percobaan menunjukkan adanya penyesuaian pada waktu hijau di tiap lengan, di mana lengan dengan tingkat kejenuhan lebih tinggi mendapatkan alokasi waktu hijau yang lebih besar untuk mengurangi antrean dan tundaan.

Perbedaan signifikan dibanding kondisi *existing* terletak pada penurunan waktu siklus dari 191 detik menjadi 90 detik pada alternatif ini. Selain itu, waktu

hijau pada masing-masing lengan menjadi lebih proporsional hingga mendapat waktu siklus yang paling optimal seperti pada trial 3, di mana waktu hijau untuk lengan Utara–Selatan adalah 25 detik, lengan Timur sebesar 23 detik dan lengan Barat sebesar 24 detik. Penyesuaian ini bertujuan untuk mempercepat waktu siklus dan meningkatkan efisiensi pergerakan kendaraan tanpa perlu melakukan perubahan pada aspek geometrik simpang. Detail skema waktu siklus untuk trial 3 dapat dilihat pada Gambar 5.19.



**Gambar 5. 19 Penyesuaian Waktu Siklus pada Alternatif 2**

Simulasi dengan perangkat lunak PTV VISSIM menunjukkan bahwa perubahan waktu siklus ini memberikan dampak positif terhadap performa simpang, terutama dalam hal penurunan tundaan rata-rata per kendaraan pada seluruh pendekat. Visualisasi panjang antrean kendaraan pada alternatif 2 ditunjukkan pada Gambar 5.20 dan Gambar 5.21. Detail hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 5.18.



**Gambar 5. 20 Tampak Atas Panjang Antrean Alternatif 2**



**Gambar 5. 21 Tampak Samping Panjang Antrean Alternatif 2**

**Tabel 5. 21 Hasil Kinerja Simpang – Alternatif 2 (Penyesuaian Waktu Siklus Sinyal)**

<b>Pendekat</b>	<b>Tundaan (detik/smp)</b>	<b>Panjang Antrean (m)</b>	<b>LOS</b>
Utara (U)	20,83	48,94	<b>C</b>
Selatan (S)	24,87	49,81	<b>C</b>
Barat (B)	3,71	58,09	<b>A</b>
Timur (T)	5,67	124,83	<b>B</b>

Hasil simulasi Alternatif 2 menunjukkan peningkatan performa yang sangat baik. Tundaan rata-rata untuk seluruh pendekat berada pada rentang 3,71 hingga 24,87 detik, yang menghasilkan tingkat pelayanan LOS A dan C. Kondisi ini menandakan bahwa simpang dapat beroperasi dengan baik dan efisien tanpa mengalami kepadatan berlebih.

Panjang antrean juga relatif pendek, terutama pada lengan Utara dan Selatan, yang sebelumnya menunjukkan antrean panjang dalam kondisi *existing*. Meskipun antrean pada lengan Timur masih cukup tinggi (124,83 m), nilai tundaan yang rendah menunjukkan bahwa antrean tersebut bersifat dinamis dan tidak menyebabkan stagnasi.

Penyesuaian waktu siklus sinyal simpang mempengaruhi nilai kapasitas serta derajat kejenuhan pada lengan yang disesuaikan. Berikut adalah perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan untuk setiap lengan pendekat pada alternatif 2.

## 1. Lengan Utara

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 2924 \times \frac{25}{90}$$

$$C = 812$$

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

$$D_J = \frac{778}{812}$$

$$D_J = 0,96$$

## 2. Lengan Selatan

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 3137 \times \frac{25}{90}$$

$$C = 871$$

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

$$D_J = \frac{381}{871}$$

$$D_J = 0,44$$

## 3. Lengan Timur

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 4849 \times \frac{23}{90}$$

$$C = 1239$$

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

$$D_J = \frac{1154}{1239}$$

$$D_J = 0,93$$

## 4. Lengan Barat

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 4968 \times \frac{24}{90}$$

$$C = 1325$$

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

$$D_J = \frac{1328}{1325}$$

$$D_J = 1,00$$

Rekapitulasi hasil analisis kapasitas (C) dan juga derajat kejenuhan (DJ) pada Simpang Ciremai dapat dilihat pada Tabel 5.22.

**Tabel 5. 22 Rekapitulasi Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (D<sub>J</sub>)**

**Alternatif II**

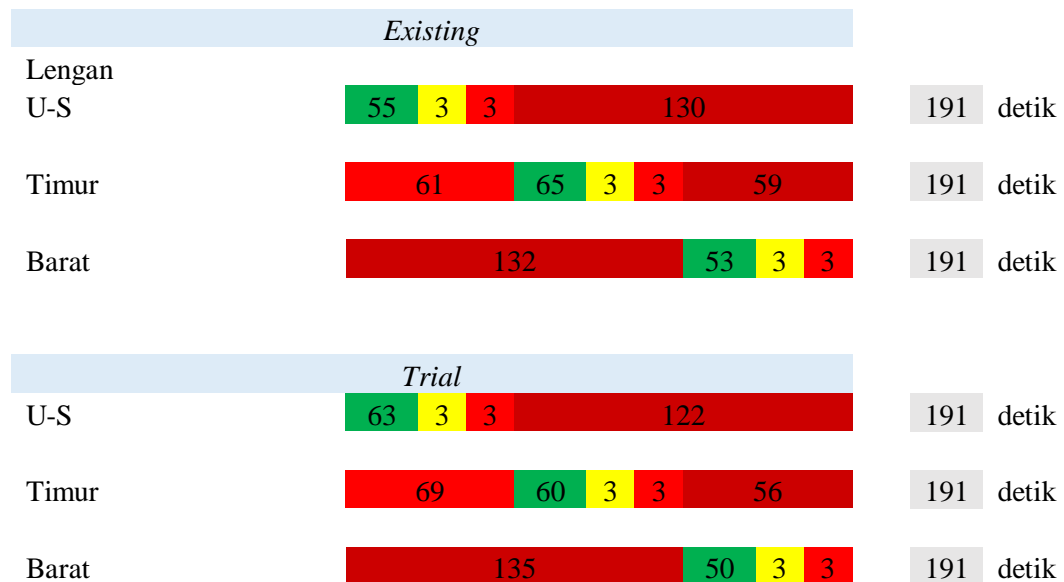
<b>Lengan Pendekat</b>	<b>Kapasitas (smp/jam)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (D<sub>J</sub>)</b>	<b>Kesimpulan</b>
Timur	1154	0,93	Tidak memenuhi syarat
Barat	1325	1,00	Tidak memenuhi syarat
Utara	812	0,96	Tidak memenuhi syarat
Selatan	871	0,44	Memenuhi syarat

Penyesuaian waktu siklus sinyal pada Alternatif 2 menunjukkan perbaikan efisiensi operasional simpang meskipun belum sepenuhnya mengurangi kejenuhan di seluruh pendekat. Berdasarkan Tabel 5.22, derajat kejenuhan (DJ) tertinggi terjadi pada lengan Barat sebesar 1,00 yang menandakan kondisi jenuh, diikuti lengan Utara (0,96) dan Timur (0,93) yang juga mendekati jenuh. Hanya lengan Selatan yang menunjukkan DJ rendah yaitu 0,44, menandakan lalu lintas lancar. Penurunan waktu siklus dari 191 detik menjadi 90 detik berhasil menurunkan tundaan rata-rata secara signifikan, seperti terlihat pada hasil simulasi VISSIM.

Namun, karena kapasitas pendekat tertentu masih terbatas, penyesuaian ini belum cukup untuk mengatasi kemacetan di lengan dengan volume lalu lintas tinggi. Dengan demikian, penyesuaian waktu siklus dapat meningkatkan kinerja secara umum, namun untuk hasil yang optimal tetap diperlukan kombinasi dengan perbaikan geometrik simpang.

### 5.2.3 Alternatif 3 - Penyesuaian Waktu Hijau

Alternatif ketiga merupakan upaya perbaikan kinerja simpang bersinyal Ciremai melalui metode *trial and error* penyesuaian waktu hijau, dengan fokus pada pendekat yang mengalami tundaan tinggi. Pendekatan ini bersifat selektif, yaitu dengan meningkatkan durasi waktu hijau pada lengan simpang yang memiliki tingkat pelayanan rendah pada kondisi *existing*, terutama pada pendekat Utara dan Selatan. Tujuan dari penyesuaian ini adalah untuk mengoptimalkan distribusi arus lalu lintas tanpa mengubah siklus secara keseluruhan maupun melakukan pelebaran geometrik. Penyesuaian waktu hijau pada alternatif 3 dapat dilihat secara detail pada Gambar 5.22.



**Gambar 5. 22 Penyesuaian Waktu Hijau pada Alternatif 3**

Hasil simulasi dengan PTV VISSIM menunjukkan bahwa meskipun terdapat penurunan tundaan pada pendekat yang ditargetkan, beberapa pendekat lainnya mengalami sedikit peningkatan antrean seperti pada Gambar 5.23 dan Gambar 5.24.

Hal tersebut dapat terjadi karena keterbatasan waktu siklus. Rangkuman hasil kinerja simpang untuk Alternatif 3 disajikan dalam Tabel 5.19.



**Gambar 5. 23 Tampak Atas Panjang Antrean Alternatif 3**



**Gambar 5. 24 Tampak Samping Panjang Antrean Alternatif 3**

**Tabel 5. 23 Hasil Kinerja Simpang – Alternatif 3**

<b>Pendekat</b>	<b>Tundaan (detik/smp)</b>	<b>Panjang Antrean (m)</b>	<b>LOS</b>
Utara (U)	45,18	94,09	<b>E</b>
Selatan (S)	47,81	71,54	<b>E</b>
Barat (B)	3,71	90,87	<b>A</b>
Timur (T)	9,67	124,83	<b>B</b>

Alternatif 3 menunjukkan bahwa penyesuaian waktu hijau secara selektif dapat menurunkan tingkat tundaan pada lengan-lengan yang sebelumnya mengalami LOS F (Utara dan Selatan). Kini, keduanya mengalami peningkatan hingga mencapai LOS E, yang menunjukkan bahwa arus lalu lintas sudah mulai mengalir meskipun masih dalam kategori padat.

Namun demikian, panjang antrean masih cukup tinggi, terutama pada pendekat Timur (124,83 m) dan Barat (90,87 m), meskipun kedua pendekat ini memiliki tundaan sangat rendah (LOS A). Hal ini menunjukkan antrean tersebut kemungkinan terjadi sementara saat lampu merah dan langsung terurai saat mendapat waktu hijau.

Penyesuaian waktu hijau simpang mempengaruhi nilai kapasitas serta derajat kejenuhan pada lengan yang disesuaikan. Berikut adalah perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan untuk setiap lengan pendekat pada alternatif 3.

1. Lengan Utara

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 2924 \times \frac{63}{191}$$

$$C = 964$$

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

$$D_j = \frac{778}{964}$$

$$D_j = 0,81$$

2. Lengan Selatan

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 3137 \times \frac{63}{191}$$

$$C = 1035$$

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

$$D_j = \frac{381}{1035}$$

$$D_j = 0,37$$

3. Lengan Timur

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 4849 \times \frac{60}{191}$$

$$C = 1523$$

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

$$D_J = \frac{1154}{1523}$$

$$D_J = 0,76$$

#### 4. Lengan Barat

$$C = J \times \frac{W_H}{S}$$

$$C = 4968 \times \frac{50}{191}$$

$$C = 1301$$

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

$$D_J = \frac{1328}{1301}$$

$$D_J = 1,02$$

Rekapitulasi hasil analisis kapasitas (C) dan juga derajat kejenuhan (DJ) pada Simpang Ciremai dapat dilihat pada Tabel 5.24.

**Tabel 5. 24 Rekapitulasi Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DJ)  
Alternatif III**

<b>Lengan Pendekat</b>	<b>Kapasitas (smp/jam)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DJ)</b>	<b>Kesimpulan</b>
Timur	1523	0,76	Memenuhi syarat
Barat	1301	1,02	Tidak memenuhi syarat
Utara	964	0,81	Memenuhi syarat
Selatan	1035	0,37	Memenuhi syarat

Penyesuaian waktu hijau secara selektif pada Alternatif 3 menunjukkan hasil yang cukup efektif dalam memperbaiki kinerja simpang, terutama pada pendekat Utara dan Selatan. Berdasarkan Tabel 5.24, derajat kejenuhan (Dj) pada kedua pendekat tersebut turun menjadi 0,81 dan 0,37, menandakan kondisi lalu lintas yang lebih terkendali dibandingkan kondisi *existing*. Pendekat Timur juga menunjukkan Dj sebesar 0,76, yang tergolong lancar. Namun, pendekat Barat mengalami kenaikan Dj hingga 1,02 yang menandakan kondisi jenuh. Hal ini terjadi akibat redistribusi waktu hijau yang tidak merata akibat keterbatasan total waktu siklus. Secara keseluruhan, Alternatif 3 mampu menurunkan tundaan dan memperbaiki LOS pada lengan-lengan bermasalah tanpa mengubah geometri atau siklus total, meskipun masih menyisakan antrean panjang dan kejenuhan pada salah satu lengan.

#### **5.2.4 Alternatif 4 - Kombinasi Pelebaran dan Penyesuaian Waktu Siklus**

##### **Sinyal**

Alternatif 4 merupakan skenario terpadu yang menggabungkan keunggulan dari dua pendekatan sebelumnya, yaitu pelebaran geometrik pada Lengan Utara dan Selatan (Alternatif 1) serta penyesuaian waktu siklus sinyal sesuai ketentuan PKJI 2023 (Alternatif 2). Penyesuaian waktu hijau dilakukan melalui metode trial untuk mencapai efisiensi optimal pada simpang. Alternatif ini bertujuan untuk mengurangi tundaan dan panjang antrean secara bersamaan, dengan cara memperbesar kapasitas fisik dan mengatur distribusi waktu secara lebih proporsional berdasarkan beban lalu lintas aktual.

Hasil simulasi dari skenario kombinasi ini menunjukkan performa terbaik dibandingkan alternatif lainnya. Tundaan kendaraan pada seluruh pendekat berada dalam kisaran sangat rendah, dan panjang antrean pun menunjukkan kecenderungan menurun, khususnya pada lengan Utara dan Selatan yang sebelumnya menjadi titik kritis. Gambaran panjang antrean kendaraan setelah dilakukan penyesuaian geometrik dan waktu siklus dapat divisualisasikan seperti pada Gambar 5.25 dan Gambar 5.26 dan hasil kinerja simpang alternatif 4 dapat dilihat pada Tabel 5.20.



**Gambar 5. 25 Tampak Atas Panjang Antrean Alternatif 4**



**Gambar 5. 26 Tampak Samping Panjang Antrean Alternatif 4**

**Tabel 5. 25 Hasil Kinerja Simpang – Alternatif 4 (Kombinasi Pelebaran dan Penyesuaian Waktu Siklus Sinyal)**

<b>Pendekat</b>	<b>Tundaan (detik/smp)</b>	<b>Panjang Antrean (m)</b>	<b>LOS</b>
Utara (U)	19,61	40,44	<b>C</b>
Selatan (S)	24,50	35,48	<b>C</b>
Barat (B)	3,70	58,09	<b>A</b>
Timur (T)	5,67	124,83	<b>B</b>

Alternatif 4 memberikan hasil terbaik secara keseluruhan. Semua lengan pendekat menunjukkan LOS A–C, dengan tundaan rendah yang menandakan bahwa kendaraan dapat melewati simpang dengan waktu tunggu minimum. Lengan Timur (T) memang masih menunjukkan panjang antrean tinggi (124,83 m), tetapi tundaan per kendaraan tetap sangat rendah (5,67 detik), menandakan bahwa antrean tersebut tidak stagnan dan cepat terurai saat lampu hijau menyala.

Perbaikan signifikan pada Lengan Utara dan Selatan menunjukkan bahwa kombinasi pelebaran jalur dan pengaturan waktu sinyal secara efektif meningkatkan efisiensi dan kapasitas simpang.

Kombinasi pelebaran dan penyesuaian waktu siklus sinyal mempengaruhi nilai kapasitas serta derajat kejenuhan pada lengan yang disesuaikan. Berikut adalah perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan untuk setiap lengan pendekat pada alternatif 4.

1. Lengan Utara

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 3411 \times \frac{25}{90}$$

$$C = 948$$

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

$$D_J = \frac{778}{948}$$

$$D_J = 0,82$$

2. Lengan Selatan

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 3659 \times \frac{25}{90}$$

$$C = 1016$$

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

$$D_J = \frac{778}{1016}$$

$$D_J = 0,37$$

3. Lengan Timur

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 4849 \times \frac{23}{90}$$

$$C = 1239$$

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

$$D_J = \frac{1154}{1239}$$

$$D_J = 0,93$$

#### 4. Lengan Barat

$$C = Jx \frac{W_H}{S}$$

$$C = 4849 \times \frac{24}{90}$$

$$C = 1325$$

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

$$D_J = \frac{1328}{1325}$$

$$D_J = 1,00$$

Rekapitulasi hasil analisis kapasitas (C) dan juga derajat kejenuhan (DJ) pada Simpang Ciremai dapat dilihat pada Tabel 5.26.

**Tabel 5. 26 Rekapitulasi Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DJ)  
Alternatif IV**

<b>Lengan Pendekat</b>	<b>Kapasitas (smp/jam)</b>	<b>Derajat Kejenuhan (DJ)</b>	<b>Kesimpulan</b>
Timur	1239	0,93	Tidak memenuhi syarat
Barat	1325	1,00	Tidak memenuhi syarat
Utara	948	0,82	Memenuhi syarat
Selatan	1016	0,37	Memenuhi syarat

Alternatif 4 yang menggabungkan pelebaran geometrik pada lengan Utara dan Selatan serta penyesuaian waktu siklus sinyal menunjukkan kinerja simpang terbaik dibanding alternatif lainnya. Berdasarkan Tabel 5.26, lengan Selatan dan

Utara mengalami penurunan derajat kejenuhan ( $D_j$ ) secara signifikan menjadi masing-masing 0,37 dan 0,82, menandakan kondisi lalu lintas yang lancar. Meskipun DJ pada lengan Timur (0,93) dan Barat (1,00) masih menunjukkan kondisi hampir jenuh dan jenuh, tundaan pada seluruh pendekat tetap rendah, dengan LOS A hingga C. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pendekatan fisik dan operasional mampu meningkatkan kapasitas simpang secara menyeluruh, mengurangi tundaan, dan mengoptimalkan distribusi arus kendaraan secara efektif.

### **5.2.5 Perbandingan Kinerja Simpang antar Alternatif**

Untuk menentukan solusi terbaik dalam mengatasi permasalahan kinerja simpang Ciremai, dilakukan serangkaian analisis terhadap beberapa alternatif perbaikan. Setiap alternatif dirancang untuk menguji efektivitas berbagai pendekatan, baik dari sisi geometrik maupun pengaturan waktu sinyal lalu lintas. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan parameter utama kinerja simpang, yaitu tundaan rata-rata (detik/smp), panjang antrean (meter), dan tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) pada masing-masing pendekat simpang.

Evaluasi kinerja simpang Ciremai dilakukan dengan membandingkan kondisi *existing* dan empat skenario alternatif perbaikan, yaitu:

1. Alternatif 1: Pelebaran lengan Utara dan Selatan sebesar 0,5 meter.
2. Alternatif 2: Penyesuaian waktu siklus sinyal sesuai PKJI 2023.
3. Alternatif 3: Trial waktu hijau untuk perbaikan pendekat dengan tundaan tinggi.
4. Alternatif 4: Kombinasi pelebaran dan penyesuaian waktu sinyal (Alt 1 + Alt 2).

Pembandingan dilakukan terhadap tiga parameter utama, yaitu:

- Derajat Kejenuhan ( $D_j$ ): Rasio antara arus lalu lintas dengan kapasitas lengan pada setiap simpang
- Tundaan (detik/smp): Waktu rata-rata kendaraan menunggu di simpang.

- Panjang antrean (m): Panjang kendaraan yang menunggu saat sinyal merah.
- LOS (*Level of Service*): Tingkat pelayanan berdasarkan tundaan (mengacu PKJI 2023).

Berikut merupakan pembahasan untuk setiap point di atas.

#### 1. Perbandingan Nilai Derajat Kejanuhan

Rekapitulasi nilai derajat kejenuhan dapat dilihat pada Tabel 5.27 dan Tabel 5.28 berikut.

**Tabel 5. 27 Nilai Derajat Kejenuhan ( $D_J$ ) per Pendekat dan Alternatif**

Pendekat	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
U	0,92	0,79	0,96	0,81	0,82
S	0,42	0,36	0,44	0,37	0,37
B	0,96	0,96	1,00	1,02	1,00
T	0,70	0,70	0,93	0,76	0,93

**Tabel 5. 28 Persentase Perubahan Derajat Kejenuhan ( $D_J$ )**

Pendekat	Alternatif 1 (%)	Alternatif 2 (%)	Alternatif 3 (%)	Alternatif 4 (%)
U	-14,13	4,35	-11,96	-10,87
S	-14,29	4,76	-11,90	-11,90
B	0	4,16	6,25	4,17
T	0	32,86	8,57	32,86

Derajat kejenuhan ( $D_J$ ) mencerminkan seberapa besar arus lalu lintas mendekati kapasitas maksimum simpang. Pada kondisi *existing*, pendekat U dan B mencatat  $D_J$  tinggi, yaitu 0,92 dan 0,96, yang menunjukkan beban lalu lintas yang hampir melebihi kapasitas. Sebaliknya, pendekat S memiliki  $D_J$  yang relatif rendah (0,42), sementara pendekat T berada di tingkat sedang (0,70).

Alternatif 1 dan Alternatif 4 berhasil menurunkan  $D_J$  pada sebagian besar pendekat. Pada pendekat U,  $D_J$  turun dari 0,92 menjadi 0,79 dan 0,82 pada Alternatif 1 dan 4, dengan penurunan sebesar -14,13% dan -10,87%. Hasil serupa terjadi pada pendekat S, yang mengalami penurunan  $D_J$  hingga -14,29% melalui Alternatif 1.

Namun demikian, Alternatif 2 dan 3 menunjukkan peningkatan  $D_j$  pada beberapa pendekat. Misalnya,  $D_j$  pada pendekat B justru meningkat dari 0,96 menjadi 1,00 dan 1,02, mengindikasikan beban lalu lintas yang melebihi kapasitas dan potensi kemacetan. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa perbaikan geometrik (seperti pelebaran lengan), penyesuaian sinyal saja tidak cukup untuk mengatasi volume lalu lintas yang tinggi.

Perlu dicatat bahwa perhitungan derajat kejenuhan simpang mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Berbeda dengan tundaan, panjang antrean yang dihasilkan dari proses simulasi menggunakan *software* VISSIM. Oleh karena itu, penurunan atau peningkatan nilai  $D_j$  tidak serta merta diikuti secara proporsional oleh perubahan tundaan, panjang antrean, maupun LOS pada pembahasan berikutnya.

## 2. Perbandingan Nilai Tundaan

Rekapitulasi nilai tundaan dapat dilihat pada Tabel 5.29 dan Tabel 5.30 berikut.

**Tabel 5. 29 Nilai Tundaan per Pendekat dan Alternatif**

Pendekat	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
U	53,81	51,17	20,83	45,18	19,61
S	53,84	53,54	24,87	47,81	24,5
B	3,71	3,70	3,71	3,71	3,70
T	9,15	8,90	5,67	9,67	5,67

**Tabel 5. 30 Persentase Penurunan Tundaan**

Pendekat	Alternatif 1 (%)	Alternatif 2 (%)	Alternatif 3 (%)	Alternatif 4 (%)
U	-4,91	-61,29	-16,04	-63,56
S	-0,56	-53,81	-11,20	-54,49
B	-0,27	0	0	-0,27
T	-2,73	-38,03	5,68	-38,03

Tundaan rata-rata (dalam detik/smp) menunjukkan seberapa lama kendaraan harus menunggu di simpang. Pada kondisi *existing*, tundaan tertinggi terjadi di pendekat U (53,81 detik) dan S (53,84 detik), dengan pendekat T sedikit lebih rendah (9,15 detik). Pendekat B mencatat angka rendah (3,71 detik),

menunjukkan bahwa meskipun memiliki DJ tinggi, arusnya tetap mengalir cepat — kemungkinan karena rasio hijau-masuk yang tinggi.

Alternatif 2 dan 4 menunjukkan penurunan tundaan paling signifikan. Di pendekat U, tundaan menurun lebih dari 60%, dari 53,81 detik menjadi 20,83 detik (Alt 2) dan 19,61 detik (Alt 4). Penurunan serupa terjadi di pendekat S, dengan tundaan menurun hingga -54,49% pada Alternatif 4.

Alternatif 1 dan 3 kurang efektif dalam mengurangi tundaan, karena hanya mengandalkan pelebaran atau percobaan waktu hijau terbatas. Pada pendekat B, tundaan memang rendah sejak awal, dan seluruh alternatif mempertahankan nilai tersebut di bawah 4 detik, menunjukkan bahwa simpang ini tidak mengalami hambatan waktu signifikan, walau kapasitasnya padat.

### 3. Perbandingan Nilai Panjang Antrean

Rekapitulasi nilai panjang antrean dapat dilihat pada Tabel 5.31, Tabel 5.32, dan Tabel 5.33 berikut.

**Tabel 5. 31 Nilai Panjang Antrean (m) per Pendekat dan Alternatif**

Pendekat	PAPKJI (m)	PAVissim (m)	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
U	146	101,46	92,01	48,94	94,09	40,44
S	54	76,97	70,26	49,81	71,54	35,48
B	149	124,83	88,45	58,09	90,87	58,09
T	107	87,92	122,89	124,83	124,83	124,83

**Tabel 5. 32 Persentase Penurunan PAVissim**

Pendekat	PAVissim (m)	Alternatif 1 (%)	Alternatif 2 (%)	Alternatif 3 (%)	Alternatif 4 (%)
U	101,46	-9,31	-51,76	-7,26	-60,14
S	76,97	-8,72	-35,29	-7,05	-53,90
B	124,83	- 29,14	-53,46	-27,20	-53,46
T	87,92	39,77	41,98	41,98	41,98

**Tabel 5. 33 Persentase Penurunan PPKJI**

<b>Pendekat</b>	<b>PAPKJI (m)</b>	<b>Alternatif 1 (%)</b>	<b>Alternatif 2 (%)</b>	<b>Alternatif 3 (%)</b>	<b>Alternatif 4 (%)</b>
U	146	-36,98	-66,48	-35,55	-72,30
S	54	30,11	-7,76	32,48	-34,30
B	149	-40,64	-61,01	-39,01	-61,01
T	107	-4,85	16,66	16,66	16,66

Panjang antrean merupakan indikator penting dalam mengevaluasi kepadatan lalu lintas yang terjadi pada simpang. Berdasarkan Tabel 5.31, 5.32 dan 5, terlihat adanya variasi pengaruh dari setiap alternatif terhadap panjang antrean di masing-masing pendekat. Pada kondisi *existing*, antrean terpanjang terjadi pada pendekat B (124,83 meter) dan pendekat U (101,46 meter), mengindikasikan tingkat kejenuhan tinggi di kedua pendekat tersebut.

Alternatif 4 terbukti menjadi solusi paling efektif dalam menurunkan panjang antrean pada sebagian besar pendekat, khususnya pendekat U dan S, dengan penurunan masing-masing sebesar -60,14% dan -53,91%. Pada pendekat B, baik Alternatif 2 maupun Alternatif 4 mampu menurunkan antrean secara signifikan hingga -53,46%, menunjukkan peningkatan kapasitas layan yang cukup substansial.

Sementara itu, pendekat T menunjukkan kecenderungan peningkatan panjang antrean pada seluruh alternatif, dengan nilai penurunan negatif sebesar 41,98% pada Alternatif 2 hingga 4. Kondisi ini mengindikasikan bahwa strategi perbaikan yang diterapkan, seperti pelebaran dan penyesuaian siklus sinyal, belum sepenuhnya mampu mengoptimalkan distribusi kapasitas atau waktu layanan pada pendekat tersebut. Meskipun parameter lain seperti tundaan menunjukkan perbaikan, distribusi waktu hijau dan karakteristik arus di pendekat T masih perlu dievaluasi lebih lanjut. Berikut Tabel 5.33 Nilai *Level Of Service* (LOS) per Pendekat dan Alternatif, dan Tabel 5.34 Nilai *Level Of Service* (LOS) Rata – rata Simpang.

#### 4. Perbandingan Nilai *Level of Service* (LOS)

Rekapitulasi nilai *Level of Service* dapat dilihat pada Tabel 5.34 dan Taabel 5.35 berikut.

**Tabel 5. 34 Nilai *Level Of Service* (LOS) per Pendekat dan Alternatif**

Pendekat	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
U	F	E	C	E	C
S	E	E	C	E	C
B	F	A	A	A	A
T	E	B	B	B	B

**Tabel 5.35 Nilai *Level Of Service* (LOS) Rata – rata Simpang**

Pendekat	DJ	Panjang Antrean (m)	Tundaan (detik/smp)	Tingkat Pelayanan	Tundaan Simpang (detik/smp)	Tingkat Pelayanan
U	0,92	49,5	85,7	F	74,4	F
S	0,42	59	58,5	E		
B	0,96	109,25	59,4	E		
T	0,70	118,5	85,4	F		

*Level Of Service* (LOS) mengacu pada klasifikasi tingkat pelayanan simpang berdasarkan rata-rata tundaan kendaraan, yang mencerminkan kualitas operasi lalu lintas dari perspektif pengguna jalan. Berdasarkan hasil evaluasi LOS dari masing-masing alternatif, kondisi *existing* menunjukkan tingkat pelayanan rendah, dengan kategori F pada pendekat U dan B, serta E pada pendekat S dan T, yang mencerminkan kondisi lalu lintas padat hingga macet.

Penerapan Alternatif 4 menunjukkan perbaikan LOS yang merata di semua pendekat, menjadikan pendekat B mencapai LOS A dan pendekat U serta S membaik ke LOS C. Namun, meskipun Alternatif 2 memiliki tingkat pelayanan (*Level of Service*/LOS) yang sama dengan Alternatif 4, berdasarkan nilai kinerja seperti derajat kejenuhan, tundaan, dan panjang antrean, Alternatif 4 menunjukkan penurunan nilai yang lebih signifikan dibandingkan dengan Alternatif 2. Hal ini menegaskan bahwa kombinasi rekayasa geometrik dan manajemen sinyal efektif dalam menurunkan tundaan dan meningkatkan efisiensi simpang. Sebaliknya,

Alternatif 1 dan 3 hanya menghasilkan perbaikan terbatas, dengan LOS tetap berada di kelas E untuk sebagian pendekat. Menariknya, pada pendekat B, semua alternatif langsung meningkatkan LOS ke kategori A, yang mengindikasikan bahwa pendekat ini sangat responsif terhadap perubahan siklus sinyal atau pengaturan fase.

Dengan demikian, evaluasi LOS memperkuat temuan dari indikator lainnya bahwa Alternatif 4 merupakan opsi yang paling optimal, karena mampu mengangkat kualitas pelayanan simpang ke tingkat yang jauh lebih efisien dan nyaman bagi pengguna jalan.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terhadap kinerja Simpang Ciremai Raya, serta evaluasi terhadap beberapa alternatif perbaikan, maka dapat disimpulkan hal - hal sebagai berikut:

1. Kinerja simpang dipengaruhi oleh beberapa faktor utama. Salah satunya adalah volume lalu lintas yang tinggi, khususnya pada lengan mayor seperti Jl. Raya Pantura dan Jl. Ahmad Yani, yang memicu peningkatan antrean dan tundaan. Selain itu, keterbatasan aspek geometrik simpang, seperti lebar lajur pada pendekat minor, turut memperburuk kapasitas pelayanan. Pengaturan waktu siklus sinyal yang belum disesuaikan dengan pola arus aktual juga menjadi kendala dalam mengoptimalkan efisiensi pergerakan kendaraan di simpang tersebut.
2. Empat skenario alternatif telah diuji untuk mengatasi permasalahan pada kondisi *existing*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Alternatif 4, yang merupakan kombinasi antara pelebaran lengan simpang (Utara dan Selatan sebesar 0,5 meter) dan penyesuaian siklus sinyal berdasarkan PKJI 2023, memberikan performa terbaik. Alternatif ini mampu menurunkan rata-rata tundaan menjadi 13,37 detik/smp, mengurangi panjang antrean secara signifikan di hampir seluruh pendekat, serta meningkatkan LOS menjadi kategori A hingga C. Tak hanya itu, derajat kejenuhan ( $D_j$ ) juga mengalami perbaikan signifikan, di mana nilai  $D_j$  yang semula mencapai 0,92 hingga 0,96 pada tiap pendekat berhasil diturunkan secara konsisten menjadi di bawah 0,85. Penurunan ini menunjukkan peningkatan kapasitas pelayanan dan berkurangnya tekanan arus lalu lintas pada simpang. Dengan capaian tersebut, Alternatif 4 dinilai sebagai solusi yang paling efektif dan seimbang, karena mampu secara menyeluruh memperbaiki kinerja simpang dari sisi

kapasitas ( $D_j$ ), tundaan, panjang antrean, hingga tingkat pelayanan (LOS) di Simpang Jl. Ciremai Raya.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Evaluasi Berkala Sistem Sinyal

Pengaturan waktu siklus sinyal sebaiknya dievaluasi secara berkala berdasarkan data volume lalu lintas aktual dan perubahan pola pergerakan. Penyesuaian dinamis dapat diterapkan untuk mengoptimalkan waktu hijau pada jam-jam sibuk.

2. Survei Lanjutan

Disarankan untuk melakukan survei lanjutan pasca-implementasi perbaikan untuk menilai efektivitas perubahan yang dilakukan dan mengidentifikasi potensi permasalahan baru yang muncul, terutama terkait keselamatan, kenyamanan, dan disiplin pengguna jalan.

3. Usulan Revisi Nilai EMP BB dan TB pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023

Dalam penelitian ini, nilai EMP untuk kendaraan BB (Bus Besar) dan TB (Truk Berat) disatukan dengan nilai EMP kendaraan kategori KS (Kendaraan Sedang), karena keterbatasan data dan acuan EMP yang tersedia dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 (PKJI). Oleh karena itu, disarankan kepada pihak Bina Marga untuk mempertimbangkan penyusunan nilai EMP yang lebih terperinci dan terpisah bagi masing – masing jenis kendaraan, khususnya untuk kategori kendaraan BB dan TB. Hal ini bertujuan agar perhitungan kapasitas dan kinerja jalan dapat mencerminkan kondisi aktual secara lebih akurat, mengingat karakteristik dan dampak lalu lintas dari masing – masing jenis kendaraan tersebut berbeda secara signifikan, sehingga penyamarataan nilai EMP berpotensi mengurangi akurasi analisis kapasitas jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Algifari. 2017. Analisis Mikro-Simulasi Lalu Lintas Pada Rencana Pengoperasian Underpass Di Simpang Mandai Makassar. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Anggoro, D. E., & Kusuma, A. 2019. Kalibrasi Mikrosimulasi PTV Vissim 11 pada Simpang Bersinyal. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana, Departemen Teknik Sipil FT-UI*, 2, 138–148.
- Budi, S., Sihite, G., Indriastuti, A. K., & Priyono, E. Y. 2017. Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Berdasarkan PKJI 2014 Dan Pengamatan Langsung (Studi Kasus: Simpang Jl. Brigjend Sudiarto/Jl. Gajah Raya/Jl. Lamper Tengah Kota Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 180–193.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2023. *Pedoman kapasitas jalan Indonesia (PKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta. 2(21),325.
- Fazahudiya, K., Dewanti, & Irawan, M. Z. 2024. Evaluasi Panjang Antrian Simpang Bersinyal Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. *Prosiding Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur*, 1–6.
- Gustavsson, F. N. 2007. *New Transportation Research Progress*, New York: Nova Science Publishers, Inc
- Halim, H., Mustari, I., & Zakariah, A. 2019. Analisis Kinerja Operasional Ruas Jalan Satu Arah dengan Menggunakan Mikrosimulasi Vissim (Studi Kasus : Jalan Masjid Raya di Kota Makassar) Operational Performance Analysis of One Way Road by using Vissim Microsimulation (Case Study : Masjid Raya Street . *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 3(2), 99–108.
- Haniifah, & Lestarini, W. 2022. Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Jl. Magelang-Salaman Menggunakan Software PTV Vissim. *Jurnal Teras*, 12(3), 1–8.
- Hidayati, R., Slamet, W., & Sumiyattinah. 2018. Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Sultan Hamid – Jl. Tanjung Raya I – Jl. Perintis Kemerdekaan – Jl. Tanjung Raya II Pontianak). *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5.3, 1, 102–152.
- Kementrian Perhubungan. 2015. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekeyasa Lalu Lintas. In *Jakarta* (pp. 1–45).
- Kurnia Novanto, G. W. 2023. Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal Dengan

- Menggunakan Software Vissim. Studi Kasus : Persimpangan Bersinyal Pagar Alam. *Jurnal Sipil Sains*, 13(1), 39–50.  
<https://doi.org/10.33387/sipilsains.v13i1.5834>
- Maulana, A., & Nugraha, F. A. 2016. *Studi Mikrosimulasi Penilaian Kinerja Persimpangan Bersinyal Jalan Ir. H Juanda - Cikapayang*. 19(5), 1–23.
- Nyoman, D. I., & M.Sc, S. 2022. *Buku Kondisi Jalan 2022 Semester 1 Final.pdf*. 102.
- Park, B., & Schneeberger, J. D. 2003. *Microscopic simulation model calibration and validation: case study of VISSIM simulation model for a coordinated actuated signal system*. *Transportation research record*, 1856(1), 185-192.
- Prasetyanto, D. 2019. *Rekayasa Lalu Lintas dan Keselamatan Jalan / Oleh Dwi Prasetyanto*.
- Putri, D. D. H., & Amanda, M. D. 2015. *Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Menjadi Simpang Bersinyal Pada Simpang Empat Jl. Kenjeran – Jl. Tempurejo – Jl. Sukolilo Lor Surabaya*. 244. <http://repository.its.ac.id/63254/>
- Raya Prima, G., Herlina, N., & Zainil Arif, I. 2023. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Ptv Vissim (Studi Kasus Simpang Gunung Sabeulah Kota Tasikmalaya). *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, 4(1), 382–396.  
<https://doi.org/10.51988/jtsc.v4i1.106>
- Riza, A. N., Utami, A., & Nurhidayat, A. Y. 2023. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pusat Grosir Cililitan (PGC) Jalan Dewi Sartika - Jalan Raya Bogor Dengan Metode PKJI 2014 Dan Pemodelan Menggunakan PTV VISSIM. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 11(3), 189–198.  
<https://doi.org/10.33084/mits.v11i3.4900>
- Romadhona, P. J., Ikhsan, T. N., & Prasetyo, D. 2019. Aplikasi Permodelan Lalu Lintas: Ptv Vissim 9.0 (Modelling Basic Using Microscopic Traffic Flow Simulation). *UII Press Yograkarta (Anggota IKAPI)*, 153.
- Wikipedia. 2024. Kota Cirebon. [https://id.wikipedia.org/wiki/Kota\\_Cirebon](https://id.wikipedia.org/wiki/Kota_Cirebon)
- Wulandari, A., & Muchlisin, M. 2021. Analisis Simpang Empat Bersinyal Wirobrajan Akibat Perubahan Urutan Fase Menggunakan PTV VISSIM. *Bulletin of Civil Engineering*, 1(1), 13–18.  
<https://doi.org/10.18196/bce.v1i1.11055>

# LAMPIRAN

# **LAMPIRAN 1**

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 1

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L- 1.1 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Utara**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																	Periode	Pagi	
ARUS LALU LINTAS		Kota Cirebon																			
		Lengan Utara																			
		Median Tidak ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																	kend/jam		
		Bki						Lurus						Bka							
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	05:30 - 05:45	53	6					46	7					5	4	4					5
2	05:45 - 06:00	36	7					51	9					3	6	4					3
3	06:00 - 06:15	41	6				2	33	5					3	4	5					5
4	06:15 - 06:30	40	8				3	58	5					2	7	3					5
5	06:30 - 06:45	55	5				2	55	6					6	8	7					8
6	06:45 - 07:00	85	3				5	63	7					7	6	4					12
7	07:00 - 07:15	70	11				3	76	6					3	19	9					6
8	07:15 - 07:30	84	13				5	90	5					8	11	11					13
9	07:30 - 07:45	81	13				3	93	12					6	13	8					9
10	07:45 - 08:00	43	14				2	65	11					4	21	16					6
11	08:00 - 08:15	55	10				4	55	14					3	20	14					7
12	08:15 - 08:30	49	8				3	73	12					9	12	14					12
Total Kendaraan		692	104				32	758	99					59	131	99					91
Rata - rata		58	9				3	63	8					5	11	8					8
Max		85	14				5	93	14					9	21	16					13
Min		36	3				2	33	5					2	4	3					3

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 1

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L- 2.2 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Selatan**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																		Periode	Pagi		
ARUS LALU LINTAS		Kota		Cirebon																			
		Lengan		Selatan																			
		Median		Tidak ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																			kend/jam		
		Bki						Lurus						Bka						KTB			
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB				
1	05:30 - 05:45	113	12				120	18				5	67	16						5			
2	05:45 - 06:00	121	16				117	13				6	78	11						6			
3	06:00 - 06:15	129	15				134	16				4	65	19						4			
4	06:15 - 06:30	138	21				153	19				4	96	13						4			
5	06:30 - 06:45	152	29	2			161	12				6	83	18	2					6			
6	06:45 - 07:00	211	37	1			158	19				7	91	25	1					7			
7	07:00 - 07:15	228	39	2			163	17				8	88	24						8			
8	07:15 - 07:30	230	34	3			154	21				4	124	39	4					4			
9	07:30 - 07:45	243	38	2			151	38	1			3	105	37						3			
10	07:45 - 08:00	198	21				186	41	3			5	94	29						5			
11	08:00 - 08:15	190	34	1			175	24				2	81	23						2			
12	08:15 - 08:30	164	31				169	18				4	78	17						4			
Total Kendaraan		2117	327	11			1841	256	4			58	1050	271	7					58			
Rata - rata		176	27	2			153	21	2			5	88	23	2					5			
Max		243	39	3			186	41	3			8	124	39	4					8			
Min		113	12	1			117	12	1			2	65	11	1					2			

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 1

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L- 3.3 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Timur**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																		Periode	Pagi
ARUS LALU LINTAS		Kota Cirebon																			
		Lengan Timur																			
		Median Ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		kend/jam	
		Bki						Lurus						Bka							KTB
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	05:30 - 05:45	10	3				115	12	9	1	2		15	6							
2	05:45 - 06:00	14	5	4			221	24	11	1	2		23	8	2						
3	06:00 - 06:15	20	4	1			236	288	19		1		27	5	2						
4	06:15 - 06:30	34	8	2			281	34	17	3	1		31	7	3						
5	06:30 - 06:45	42	8	3			274	41	21	1	2	1	42	5	1				1		
6	06:45 - 07:00	31	6				247	46	28	1	3		50	7	3						
7	07:00 - 07:15	24	6	3			218	43	33	1	1		55	8	2						
8	07:15 - 07:30	27	7	2			235	39	31	2	1		46	6	3	1					
9	07:30 - 07:45	23	7	4			201	32	42	1	1		51	7	2	1					
10	07:45 - 08:00	28	6	5			227	35	47	2	3		57	8	4						
11	08:00 - 08:15	36	8	2			173	49	38	2	1		43	7	2						
12	08:15 - 08:30	32	6	4			193	36	44	2			47	7	3						
Total Kendaraan		321	74	30			2621	679	340	17	18	1	487	81	27	2			1		
Rata - rata		27	6	3			218	57	28	2	2	1	41	7	2	1			1		
Max		42	8	5			281	288	47	3	3	1	57	8	4	1			1		
Min		10	3	1			115	12	9	1	1	1	15	5	1	1			1		

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 1 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 1

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L- 4.4 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Barat**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																	Periode	Pagi
ARUS LALU LINTAS		Kota Cirebon																		
		Lengan Barat																		
		Median Ada																		
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		
		Bki						Lurus						Bka						KTB
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	kend/jam
1	05:30 - 05:45	105	6	1				195	48	10		7		20	10	1				
2	05:45 - 06:00	150	10	2				185	53	15	10	5		60	20					
3	06:00 - 06:15	161	8	1				191	60	22	5	2		66	28					
4	06:15 - 06:30	133	7	3				195	52	15	9			75	30	1				
5	06:30 - 06:45	125	8	1				165	42	18	22			15	3	1				
6	06:45 - 07:00	90	5	2		1		175	27	23		4		25	5	2				
7	07:00 - 07:15	77	4					150	33	15	5	1		33	10	3				
8	07:15 - 07:30	60	8	1				432	24	22	3	1		45	20	1				
9	07:30 - 07:45	172	15	2				173	34	20	7	2		30	5	1				
10	07:45 - 08:00	149	2	3	2			544	90	42	8	1		85	13	1				
11	08:00 - 08:15	80	4	5				661	86	35	20	2		52	13	4				
12	08:15 - 08:30	105	10	1				415	90	45		6		65	15	3				
Total Kendaraan		1407	87	22	2	1		3481	639	282	89	31		571	172	18				
Rata - rata		117	7	2	2	1		290	53	24	10	3		48	14	2				
Max		172	15	5	2	1		661	90	45	22	7		85	30	4				
Min		60	2	1	2	1		150	24	10	3	1		15	3	1				

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

# **LAMPIRAN 2**

Lampiran 2 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 2

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-2. 1 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Utara**

Simpang APILL		Tanggal	Sabtu, 21-09-2024																	Periode	Siang
ARUS LALU LINTAS		Kota	Cirebon																		
		Lengan	Utara																		
		Median	Tidak ada																		
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																			kend/jam
		Bki						Lurus						Bka						KTB	
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	10:45 - 11:00	49	5					100	13	1			3	12	4						3
2	11:00 - 11:15	44	8	1			3	69	24				2	12	6	1					5
3	11:15 - 11:30	26	11	1				70	24				3	21	5					1	6
4	11:30 - 11:45	27	3				2	53	13				3	6	5	1					5
5	11:45 - 12:00	28	5					54	14	2				4	5						
6	12:00 - 12:15	24	5	2				64	24				3	20	5	1				1	4
7	12:15 - 12:30	41	3					80	17				4	10	9						4
8	12:30 - 12:45	39	7				1	74	14				6	21	10	2					7
9	12:45 - 13:00	65	11	1				91	23				1	23	9						1
10	13:00 - 13:15	51	14	2			1	97	32				3	9	8						4
11	13:15 - 13:30	53	11					89	20					7	5	2					
12	13:30 - 13:45	59	9					95	17					9	5						
Total Kendaraan		506	92	7			9	936	235	3			28	154	76	7				2	39
Rata - rata		42	8	1			2	78	20	2			3	13	6	1				1	4
Max		65	14	2			3	100	32	2			6	23	10	2				1	7
Min		24	3	1			1	53	13	1			1	4	4	1				1	1

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 2 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 2

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-2. 2 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Selatan**

Simpang APILL		Tanggal	Sabtu, 21-09-2024																	Periode	Siang
ARUS LALU LINTAS		Kota	Cirebon																		
		Lengan	Selatan																		
		Median	Tidak ada																		
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																			kend/jam
		Bki						Lurus						Bka						KTB	
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	10:45 - 11:00	96	18	4				121	11					57	18						0
2	11:00 - 11:15	78	24					113	13				2	51	19						0
3	11:15 - 11:30	125	30					118	23	3			1	55	19						3
4	11:30 - 11:45	140	40					161	29				3	60	25						0
5	11:45 - 12:00	136	41					161	34				1	47	21						0
6	12:00 - 12:15	126	39					140	21				3	31	18	3					0
7	12:15 - 12:30	139	33					149	26				2	63	31						0
8	12:30 - 12:45	103	36					120	21				1	42	25						0
9	12:45 - 13:00	135	34	5				150	31				3	59	18						0
10	13:00 - 13:15	139	34					156	26				1	66	21	1					0
11	13:15 - 13:30	127	24					147	21				1	57	19	2					0
12	13:30 - 13:45	124	22	5				143	18				2	55	21						0
Total Kendaraan		1468	375	14				1679	274	3			20	643	255	6					3
Rata - rata		122	31	5				140	23	3			2	54	21	2					0
Max		140	41	5				161	34	3			3	66	31	3					3
Min		78	18	4				113	11	3			1	31	18	1					0

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 2 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 2

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-2. 3 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Timur**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																		Periode Siang	
ARUS LALU LINTAS		Kota Cirebon																			
		Lengan Timur																			
		Median Ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																			
		Bki						Lurus						Bka						KTB	
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	kend/jam	
1	10:45 - 11:00	40	14	7				183	55	51	2	3		32	8	6					
2	11:00 - 11:15	42	13	5				170	63	47	2	5		36	10	9					
3	11:15 - 11:30	36	10	6				148	52	42	1	3		29	7	8					
4	11:30 - 11:45	48	15	8				125	54	55	1	4		31	8	7					
5	11:45 - 12:00	54	11	6			1	160	47	46	1	2		35	12	6				1	
6	12:00 - 12:15	53	11	4				179	59	49	3	1		38	10	5					
7	12:15 - 12:30	47	12	5				173	577	53	1	4		27	9	6					
8	12:30 - 12:45	40	17	7				171	48	51	1	2		33	7	5					
9	12:45 - 13:00	35	12	5				201	51	59	2	4		29	7	6					
10	13:00 - 13:15	19	21	9				218	52	53	4	3		36	8	6					
11	13:15 - 13:30	11	19	8				169	56	51	2	5		28	7	4					
12	13:30 - 13:45	13	11	11				153	57	56	5	4		33	9	5					
Total Kendaraan		438	166	81			1	2050	1171	613	25	40		387	102	73				1	
Rata - rata		37	14	7			1	171	98	51	2	3		32	9	6				1	
Max		54	21	11			1	218	577	59	5	5		38	12	9				1	
Min		11	10	4			1	125	47	42	1	1		27	7	4				1	

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 2 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 2

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-2. 4 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Barat**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																		Periode Siang
ARUS LALU LINTAS		Kota Cirebon																		
		Lengan Barat																		
		Median Ada																		
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		kend/jam
		Bki						Lurus						Bka						
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	
1	10:45 - 11:00	42	9	3				350	157	71	15	2		85	41	5				
2	11:00 - 11:15	36	5	2				315	121	52	25	1		98	51	1				
3	11:15 - 11:30	63	12	7				385	148	80		18		69	52	8				
4	11:30 - 11:45	38	13	3				308	124	76		12		69	52	8				
5	11:45 - 12:00	33	8	6				313	107	65		16		100	42					
6	12:00 - 12:15	47	10	3				221	89	48		10		75	40					
7	12:15 - 12:30	55	15	4				340	130	64		12		81	36	5				
8	12:30 - 12:45	34	25	1				254	99	37		4		49	42	3				
9	12:45 - 13:00	45	40	1				307	105	53		11		55	65	5				
10	13:00 - 13:15	70	55	3				298	98	45		7		55	70	5				
11	13:15 - 13:30	50	16	1				321	112	62		15		65	10	1		1		
12	13:30 - 13:45	63	12	2				315	115			16		57	13	1				
Total Kendaraan		576	220	36				3727	1405	653	40	124		858	514	42		1		
Rata - rata		48	18	3				311	117	59	20	10		72	43	4		1		
Max		70	55	7				385	157	80	25	18		100	70	8		1		
Min		33	5	1				221	89	37	15	1		49	10	1		1		

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

# **LAMPIRAN 3**

Lampiran 3 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 3

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-3.1 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Utara**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																		Periode	Sore		
ARUS LALU LINTAS		Kota		Cirebon																			
		Lengan		Utara																			
		Median		Tidak ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		kend/jam			
		Bki						Lurus						Bka									
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB				
1	15:30 - 15:45	93	16	2			1	114	16				3	21	13				2	6			
2	15:45 - 16:00	35	13				1	83	26	2				20	8					1			
3	16:00 - 16:15	77	24				1	127	19				7	24	4				1	9			
4	16:15 - 16:30	77	6	1			4	126	12				6	22	8				1	11			
5	16:30 - 16:45	97	17	1				170	17					23	12								
6	16:45 - 17:00	91	12	1			2	135	18				2	18	13			1	1	5			
7	17:00 - 17:15	102	24				5	167	41					32	12	3			1	6			
8	17:15 - 17:30	115	10				1	173	34				6	30	8				1	8			
9	17:30 - 17:45	110	15					214	52				6	48	8			1		6			
10	17:45 - 18:00	130	14				2	276	33				9	26	19					11			
11	18:00 - 18:15	80	21	1				212	27				10	19	10					10			
12	18:15 - 18:30	103	17	1			2	238	39				3	33	13					5			
Total Kendaraan		1110	189	7			19	2035	334	2			52	316	128	3		2	7	78			
Rata - rata		93	16	1			2	170	28	2			6	26	11	3		1	1	7			
Max		130	24	2			5	276	52	2			10	48	19	3		1	2	11			
Min		35	6	1			1	83	12	2			2	18	4	3		1	1	1			

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 3 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 3

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-3.2 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Selatan**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																	Periode	Sore	
ARUS LALU LINTAS		Kota Cirebon																			
		Lengan Selatan																			
		Median Tidak ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																			
		Bki						Lurus						Bka						KTB	
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	kend/jam	
1	15:30 - 15:45	139	26					102	25					1	33	15					1
2	15:45 - 16:00	85	23					95	21					2	28	17	3				2
3	16:00 - 16:15	162	30	2				180	10					3	65	20					3
4	16:15 - 16:30	142	26					170	11					70	22						
5	16:30 - 16:45	112	32					141	21					2	52	19					2
6	16:45 - 17:00	128	31	3				193	26					4	61	28					4
7	17:00 - 17:15	186	24					201	39	2				49	21						
8	17:15 - 17:30	133	27	2				195	35					1	56	25	2				1
9	17:30 - 17:45	139	42	2				145	23	2				2	63	20					2
10	17:45 - 18:00	117	32					151	27						52	17	1				
11	18:00 - 18:15	104	19					105	22	1					39	21	3				
12	18:15 - 18:30	128	31	3				113	24	1				1	51	18					1
Total Kendaraan		1575	343	12				1791	284	6				16	619	243	9				16
Rata - rata		131	29	2				149	24	2				2	52	20	2				2
Max		186	42	3				201	39	2				4	70	28	3				4
Min		85	19	2				95	10	1				1	28	15	1				1

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 3 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 3

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-3.3 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Timur**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																	Periode	Sore	
ARUS LALU LINTAS		Kota Cirebon																			
		Lengan Timur																			
		Median Ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		kend/jam	
		Bki						Lurus						Bka							KTB
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	15:30 - 15:45	50	6	3			1	216	62	50		3	1	30	11	2			1	3	
2	15:45 - 16:00	49	9	2				228	58	53	2	2		25	19	3					
3	16:00 - 16:15	47	6	3			1	198	61	51	1	3		29	21	5			1	2	
4	16:15 - 16:30	52	6	4				209	66	48	1	3		31	12	2					
5	16:30 - 16:45	43	8	2			2	215	57	44	1			35	17	4				2	
6	16:45 - 17:00	46	12	3				191	63	58	1	2	1	32	15	3				1	
7	17:00 - 17:15	51	7	3				235	69	52	2	2		27	12	2					
8	17:15 - 17:30	52	10	4				241	61	53	1	3		31	15	2			1	1	
9	17:30 - 17:45	48	7	3			1	212	72	66	1	3		34	11	2				1	
10	17:45 - 18:00	42	8	4				233	58	60	1	4		28	14	1					
11	18:00 - 18:15	51	9	2				204	65	35	2	2		30	13	1					
12	18:15 - 18:30	59	12	2				220	62	39	3	5		33	10	3					
Total Kendaraan		590	100	35			5	2602	754	609	16	32	2	365	170	30				10	
Rata - rata		49	8	3			1	217	63	51	1	3	1	30	14	3				2	
Max		59	12	4			2	241	72	66	3	5	1	35	21	5				3	
Min		42	6	2			1	191	57	35	1	2	1	25	10	1				1	

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 3 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Sabtu Sesi 3

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-3.4 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Barat**

Simpang APILL		Tanggal Sabtu, 21-09-2024																		Periode	Sore
ARUS LALU LINTAS		Kota Cirebon																			
		Lengan Barat																			
		Median Ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		KTB	kend/jam
		Bki						Lurus						Bka							
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	15:30 - 15:45	63	18	1				367	122	43		11		83	11	1					
2	15:45 - 16:00	73	21	3				334	146	59		13		97	29	2					
3	16:00 - 16:15	76	11	2				402	124	39		8		124	16	2					
4	16:15 - 16:30	75	9	1				326	107	45		9		104	24	4					
5	16:30 - 16:45	65	4	1				297	91	32		5		110	30	3					
6	16:45 - 17:00	51	7					372	136	67		11		121	23	2					
7	17:00 - 17:15	41	9	2				311	112	53		13		105	12	1					
8	17:15 - 17:30	62	20	1				281	89	62		5		135	15	2					
9	17:30 - 17:45	62	20	1				407	131	60		14		150	23	2					
10	17:45 - 18:00	31	8					321	97	52		12		170	18	1					
11	18:00 - 18:15	55	14					272	105	76		11		115	11	2					
12	18:15 - 18:30	52	12					251	112	70		9		112	13	3					
Total Kendaraan		706	153	12				3941	1372	658		121		1426	225	25					
Rata - rata		59	13	2				328	114	55		10		119	19	2					
Max		76	21	3				407	146	76		14		170	30	4					
Min		31	4	1				251	89	32		5		83	11	1					

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

# **LAMPIRAN 4**

Lampiran 4 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 1

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-4.1 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Utara**

Simpang APILL		Tanggal																	Periode	
ARUS LALU LINTAS		Senin, 23-09-2024																	Pagi	
		Kota																		
		Cirebon																		
		Lengan																		
		Utara																		
		Median																		
		Tidak ada																		
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		
		Bki						Lurus						Bka						KTB
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	
1	05:30 - 05:45	73	19				5	118	22				5	32	11				2	12
2	05:45 - 06:00	122	14				4	147	27				4	29	13				3	11
3	06:00 - 06:15	268	26	2			8	178	41				3	47	15					11
4	06:15 - 06:30	86	24	2			2	203	37				7	24	13	2				9
5	06:30 - 06:45	224	33	1				343	32				4	33	21	1			1	5
6	06:45 - 07:00	167	30				2	235	25				7	31	19					9
7	07:00 - 07:15	174	24	2			2	173	27				7	31	12					9
8	07:15 - 07:30	146	19	1				187	31				7	33	16				1	8
9	07:30 - 07:45	128	25	1			1	193	36				7	70	10	1			1	9
10	07:45 - 08:00	98	19					133	27				10	29	10	4				10
11	08:00 - 08:15	80	21				2	217	31				9	20	13				1	12
12	08:15 - 08:30	83	22				2	159	39				7	27	16				2	11
Total Kendaraan		1649	276	9				2286	375				77	406	169	8				116
Rata - rata		137	23	2				191	31				6	34	14	2				10
Max		268	33	2				343	41				10	70	21	4				12
Min		73	14	1				118	22				3	20	10	1				5

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 4 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 1

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-4. 2 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Selatan**

Simpang APILL		Tanggal																	Periode	Pag
ARUS LALU LINTAS		Kota																		
		Lengan																		
		Median																		
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																	kend/jam	
		Bki						Lurus						Bka						KTB
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	
1	05:30 - 05:45	126	19					112	16				6	84	22					6
2	05:45 - 06:00	153	26	2				98	23	2			7	67	18	3				7
3	06:00 - 06:15	194	17	1				146	32	2			5	103	21					5
4	06:15 - 06:30	231	27	2				192	36				6	136	25					6
5	06:30 - 06:45	214	35					239	34	1			8	78	21					8
6	06:45 - 07:00	259	38					273	33	2			5	109	32	2				5
7	07:00 - 07:15	292	41					243	23				4	145	33					4
8	07:15 - 07:30	252	37	2				172	17				3	97	19					3
9	07:30 - 07:45	292	36					295	32				4	179	36					4
10	07:45 - 08:00	280	41					195	25				2	124	43					2
11	08:00 - 08:15	254	44					167	26				3	83	32	4				3
12	08:15 - 08:30	149	44					182	30				5	103	35					5
Total Kendaraan		2696	405	7				2314	327	7			58	1308	337	9				58
Rata - rata		225	34	2				193	27	2			5	109	28	3				5
Max		292	44	2				295	36	2			8	179	43	4				8
Min		126	17	1				98	16	1			2	67	18	2				2

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 4 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 1

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-4. 3 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Timur**

Simpang APILL		Tanggal															Periode			
ARUS LALU LINTAS		Kota															Pag			
		Lengan																		
		Median																		
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		
		Bki						Lurus						Bka						KTB
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	kend/jam
1	05:30 - 05:45	39	6	2				127	45	32	2	1		29	6	2				
2	05:45 - 06:00	51	8	2				303	48	46	1	3		32	7	2				
3	06:00 - 06:15	68	8	5				325	56	54	1	3		52	13	4			1	1
4	06:15 - 06:30	73	10	6				337	51	49	2	1		68	10	5				
5	06:30 - 06:45	77	9	7			1	342	62	50		2		70	11	7				1
6	06:45 - 07:00	71	11	5				412	69	65		2		64	8	5				
7	07:00 - 07:15	84	9	4				422	84	58	1	2		61	9	7				
8	07:15 - 07:30	69	9	5				403	73	55	3	3		52	10	4			1	1
9	07:30 - 07:45	72	9	3			1	345	79	59	2	2		57	9	3				1
10	07:45 - 08:00	72	12	5			1	387	61	71	3	4		51	12	3			1	2
11	08:00 - 08:15	63	8	6				376	67	51	1	3		45	17	2				
12	08:15 - 08:30	64	11	4				324	53	50	1	3		30	12	3			1	1
Total Kendaraan		803	110	54			3	4103	748	640	17	29		611	124	47				7
Rata - rata		67	9	5			1	342	62	53	2	2		51	10	4				1
Max		84	12	7			1	422	84	71	3	4		70	17	7				2
Min		39	6	2			1	127	45	32	1	1		29	6	2				1

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 4 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 1

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-4. 4 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Barat**

Simpang APILL		Tanggal																		Periode	Pagi
ARUS LALU LINTAS		Kota																			
		Lengan																			
		Median																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		kend/jam	
		Bki						Lurus						Bka							KTB
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	05:30 - 05:45	141	23	2				547	87	53		7		184	30	1					
2	05:45 - 06:00	120	31	2				617	105	63		10		135	28						
3	06:00 - 06:15	131	22					612	69	55		16		132	31						
4	06:15 - 06:30	120	21	1				621	98	61		8		105	19						
5	06:30 - 06:45	143	25	2		1		637	109	59		11		112	28						
6	06:45 - 07:00	138	9	6				654	126	44		7		160	29						
7	07:00 - 07:15	238	3	3				640	147	32		7		131	37						
8	07:15 - 07:30	194	8	8				607	113	51		9		120	34	1					
9	07:30 - 07:45	83	15					623	131	48		6		105	20	1					
10	07:45 - 08:00	71	21					610	121	38		10		171	32	1					
11	08:00 - 08:15	51	15					597	109	43		11		134	21						
12	08:15 - 08:30	31	11					604	112	43		11		115	27	1					
Total Kendaraan		1461	204	24		1		7369	1327	590		113		1604	336	5					
Rata - rata		122	17	3		1		614	111	49		9		134	28	1					
Max		238	31	8		1		654	147	63		16		184	37	1					
Min		31	3	1		1		547	69	32		6		105	19	1					

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

# **LAMPIRAN 5**

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 2

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-5.1 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Utara**

Simpang APILL		Tanggal																		Periode	
ARUS LALU LINTAS		Senin, 23-09-2024																		Siang	
		Kota																			
		Lengan																			
		Utara																			
		Median																			
		Tidak ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		kend/jam	
		Bki						Lurus						Bka							
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	10:45 - 11:00	67	33				1	167	32				4	28	19				3	8	
2	11:00 - 11:15	98	42				1	181	48	1			6	24	20					7	
3	11:15 - 11:30	86	34					195	42				1	29	5					1	
4	11:30 - 11:45	108	22					201	35				11	49	20	2				11	
5	11:45 - 12:00	102	32				1	187	50				5	34	23	1				6	
6	12:00 - 12:15	82	29					201	43				2	34	23	1			1	3	
7	12:15 - 12:30	105	31				1	210	22				9	51	17	1			1	11	
8	12:30 - 12:45	94	28				1	193	26				4	31	14	1				5	
9	12:45 - 13:00	99	21				3	212	22				8	34	13					11	
10	13:00 - 13:15	89	24					179	28					36	23						
11	13:15 - 13:30	85	34				3	176	20					29	16				2	5	
12	13:30 - 13:45	93	26					164	25					33	18				2	2	
Total Kendaraan		1108	356				11	2266	393	1			50	412	211	6			9	70	
Rata - rata		92	30				2	189	33	1			6	34	18	1			2	6	
Max		108	42				3	212	50	1			11	51	23	2			3	11	
Min		67	21				1	164	20	1			1	24	5	1			1	1	

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 2

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-5.2 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Selatan**

Simpang APILL		Tanggal																		Periode	
ARUS LALU LINTAS		Senin, 23-09-2024																		Siang	
		Kota																			
		Lengan Selatan																			
		Median																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		kend/jam	
		Bki						Lurus						Bka							KTB
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	10:45 - 11:00	124	35					97	21	3			4	83	44	2				4	
2	11:00 - 11:15	104	28					103	31	2			5	79	31					5	
3	11:15 - 11:30	113	40					101	13				5	57	33					5	
4	11:30 - 11:45	125	30					139	14				3	66	22					3	
5	11:45 - 12:00	101	30					84	11	3			2	42	8					2	
6	12:00 - 12:15	106	38					123	17				3	60	17	2				3	
7	12:15 - 12:30	120	39					120	26				2	49	30	1				2	
8	12:30 - 12:45	132	34					151	26				2	56	21					2	
9	12:45 - 13:00	159	33	3				161	24				3	64	21					3	
10	13:00 - 13:15	130	41					146	12				2	46	24					2	
11	13:15 - 13:30	115	32	2				117	15	3			3	57	22					3	
12	13:30 - 13:45	109	38	2				120	30				6	87	48					6	
Total Kendaraan		1438	418	7				1462	240	11			40	746	321	5				40	
Rata - rata		120	35	2				122	20	3			3	62	27	2				3	
Max		159	41	3				161	31	3			6	87	48	2				6	
Min		101	28	2				84	11	2			2	42	8	1				2	

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 2

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-5.3 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Timur**

Simpang APILL		Tanggal	Senin, 23-09-2024																	Periode	Siang
ARUS LALU LINTAS		Kota	Cirebon																		
		Lengan	Timur																		
		Median	Ada																		
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																			kend/jam
		Bki					Lurus					Bka					KTB				
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB		
1	10:45 - 11:00	57	10	8				241	89	71	1	5		40	11	9					
2	11:00 - 11:15	69	9	10				225	92	77	1	4		31	13	8					
3	11:15 - 11:30	66	13	11				258	95	84	1	6		52	21	12					
4	11:30 - 11:45	71	15	9				295	85	69		5		56	10	7			1	1	
5	11:45 - 12:00	66	16	12				237	101	75	4	7		48	12	9					
6	12:00 - 12:15	80	12	9			1	248	74	68	2	6		43	9	10				1	
7	12:15 - 12:30	63	13	10				241	87	66		5		41	11	8					
8	12:30 - 12:45	67	17	7				236	87	66		5		46	9	9					
9	12:45 - 13:00	74	14	13				212	94	65	3	6		39	11	7					
10	13:00 - 13:15	60	15	10			1	244	86	67	1	5		21	10	8				1	
11	13:15 - 13:30	66	17	10				230	83	69	1	5		32	10	8					
12	13:30 - 13:45	54	11	9			1	229	86	73	3	4		30	11	7				1	
Total Kendaraan		793	162	118			3	2896	1059	850	17	63		479	138	102				4	
Rata - rata		66	14	10			1	241	88	71	2	5		40	12	9				1	
Max		80	17	13			1	295	101	84	4	7		56	21	12				1	
Min		54	9	7			1	212	74	65	1	4		21	9	7				1	

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 5 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 2

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-5.4 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Barat**

Simpang APILL		Tanggal																		Periode
ARUS LALU LINTAS		Senin, 23-09-2024																		Siang
		Kota																		Cirebon
		Lengan																		Barat
		Median																		Ada
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		
		Bki						Lurus						Bka						KTB
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	kend/jam
1	10:45 - 11:00	131	32	5		1		541	97	63		21		85	23	3				
2	11:00 - 11:15	107	18	2				432	127	58		17		121	15	1				
3	11:15 - 11:30	104	10	1				343	112	58		17		93	13	2				
4	11:30 - 11:45	111	5					412	123	39		12		85	10	1				
5	11:45 - 12:00	132	21					526	98	48		11		91	18					
6	12:00 - 12:15	95	15					427	130	45		9		73	19					
7	12:15 - 12:30	115	27	1				473	94	52		10		51	15	1				
8	12:30 - 12:45	81	12	1				414	75	47		12		74	16					
9	12:45 - 13:00	95	13					320	68	26		7		59	19					
10	13:00 - 13:15	58	9	1				423	52	21		11		75	27					
11	13:15 - 13:30	42	11					517	86	33		15		66	32					
12	13:30 - 13:45	39	15					383	54	23		16		73	34					
Total Kendaraan		1110	188	11				5211	1116	513		158		946	241	8				
Rata - rata		93	16	2				434	93	43		13		79	20	2				
Max		132	32	5				541	130	63		21		121	34	3				
Min		39	5	1				320	52	21		7		51	10	1				

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

# **LAMPIRAN 6**

Lampiran 6 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 3

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-6. 1 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Utara**

Simpang APILL		Tanggal																		Senin, 23-09-2024	Periode	Sore
ARUS LALU LINTAS		Kota	Cirebon																			
		Lengan	Utara																			
		Median	Tidak ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		kend/jam		
		Bki						Lurus						Bka								
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB			
1	15:30 - 15:45	126	31	2			2	284	37				5	34	23	1			3			
2	15:45 - 16:00	161	27	1				315	32				7	49	20	1						
3	16:00 - 16:15	202	15				1	352	46				4	63	12							
4	16:15 - 16:30	235	28				3	376	55				12	93	22	1			1			
5	16:30 - 16:45	255	34					349	52				9	86	28							
6	16:45 - 17:00	243	21					332	47				5	74	19							
7	17:00 - 17:15	216	18					355	59				3	71	17							
8	17:15 - 17:30	196	8				2	378	52				7	69	15							
9	17:30 - 17:45	195	23				1	320	37				7	50	21	2			1			
10	17:45 - 18:00	128	24				1	318	59				3	30	14							
11	18:00 - 18:15	102	20				2	253	27				1	25	8	1						
12	18:15 - 18:30	112	25				1	219	15				4	28	13							
Total Kendaraan		2171	274	3				3851	518				67	672	212	6			0			
Rata - rata		181	23	2				321	43				6	56	18	1			0			
Max		255	34	2				378	59				12	93	28	2			0			
Min		102	8	1				219	15				1	25	8	1			0			

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 6 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 3

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-6.2 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Selatan**

Simpang APILL		Tanggal																		Periode	Sore
ARUS LALU LINTAS		Kota																			
		Lengan																			
		Median																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																			
		Bki						Lurus						Bka						KTB	
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	kend/jam	
1	15:30 - 15:45	128	25					115	21	2			2	78	25					2	
2	15:45 - 16:00	183	38					127	31				1	64	24					1	
3	16:00 - 16:15	174	27					145	33				2	53	13					2	
4	16:15 - 16:30	163	44					171	31	3			2	86	27	2				2	
5	16:30 - 16:45	160	36					178	34				1	91	21					1	
6	16:45 - 17:00	161	27	1				136	26				2	57	14					2	
7	17:00 - 17:15	160	29	1				173	23				3	65	18					3	
8	17:15 - 17:30	146	36	3				183	33					65	23	1				0	
9	17:30 - 17:45	161	30	2				152	29				3	53	21					3	
10	17:45 - 18:00	172	34					175	33				2	64	26	1				2	
11	18:00 - 18:15	128	31	2				157	33				1	50	13					1	
12	18:15 - 18:30	115	28	1				113	13				3	41	34	2				3	
Total Kendaraan		1851	385	10				1825	340	5			22	767	259	6				22	
Rata - rata		154	32	2				152	28	3			2	64	22	2				2	
Max		183	44	3				183	34	3			3	91	34	2				3	
Min		115	25	1				113	13	2			1	41	13	1				0	

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 6 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 3

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-6.3 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Timur**

Simpang APILL		Tanggal	Senin, 23-09-2024																Periode	Sore
ARUS LALU LINTAS		Kota	Cirebon																	
		Lengan	Timur																	
		Median	Ada																	
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		kend/jam
		Bki						Lurus						Bka						
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	
1	15:30 - 15:45	78	13	8			2	335	109	55	3	11		47	14	8			1	3
2	15:45 - 16:00	74	14	6				366	138	50	2	12		53	16	10				
3	16:00 - 16:15	71	17	9			1	351	117	53	4	9		45	19	7				1
4	16:15 - 16:30	93	12	6			1	324	102	61	2	7		39	12	5				1
5	16:30 - 16:45	82	19	15			1	335	115	53	1	7	1	44	17	9			1	3
6	16:45 - 17:00	77	11	7				341	103	71	2	9		50	21	9				
7	17:00 - 17:15	75	15	8			3	371	120	63	3	12		48	13	8				3
8	17:15 - 17:30	86	13	5				359	112	61	4	11		47	10	10				
9	17:30 - 17:45	78	10	6				337	107	68	2	14		51	15	12				
10	17:45 - 18:00	75	9	10				304	99	60	4	15		45	13	7				
11	18:00 - 18:15	71	10	12				218	90	67	4	17		47	13	7				
12	18:15 - 18:30	76	14	12				273	96	65	6	15		58	15	6				
Total Kendaraan		936	157	104				3914	1308	727	37	139	1	574	178	98				11
Rata - rata		78	13	9				326	109	61	3	12	1	48	15	8				2
Max		93	19	15				371	138	71	6	17	1	58	21	12				3
Min		71	9	5				218	90	50	1	7	1	39	10	5				1

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

Lampiran 6 Lampiran Data Survei Lalu Lintas Hari Senin Sesi 3

**FORMULIR SURVEI SIMPANG**

**Tabel L-6.4 Data Volume Kendaraan Simpang Ciremai Lengan Barat**

Simpang APILL		Tanggal	Senin, 23-09-2024																	Periode	Sore	
ARUS LALU LINTAS		Kota	Cirebon																			
		Lengan	Barat																			
		Median	Ada																			
NO	Periode Waktu	Jenis Kendaraan (kend/15 menit)																		KTB	kend/jam	
		Bki						Lurus						Bka								
		SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB	SM	MP	KS	BB	TB	KTB			
1	15:30 - 15:45	37	2	3				139	124	71	4	2		55	30							
2	15:45 - 16:00	48	6	5				144	127	49	2	8		76	66	2						
3	16:00 - 16:15	62	4					168	145	68	12	3		71	38	4						
4	16:15 - 16:30	92	5	3				189	171	59	9	2		88	63	4						
5	16:30 - 16:45	86	11	4				165	154	46	13	3		71	68							
6	16:45 - 17:00	68	12	2				142	118	57	14	1		68	42	2						
7	17:00 - 17:15	79	17	1				159	131	61	19	2		85	52	3						
8	17:15 - 17:30	71	11					181	167	72		15		62	67	2						
9	17:30 - 17:45	60	20					210	159	63	1	10		79	61							
10	17:45 - 18:00	52	10					152	173	47		12		51	47	1						
11	18:00 - 18:15	31	12					223	112	7		8		74	21	2						
12	18:15 - 18:30	29	8					189	96	9	10	1		62	17							
Total Kendaraan		715	118	18				2061	1677	609	84	67		842	572	20						
Rata - rata		60	10	3				172	140	51	9	6		70	48	3						
Max		92	20	5				223	173	72	19	15		88	68	4						
Min		29	2	1				139	96	7	1	1		51	17	1						

Keterangan :

SM = Sepeda Motor

KS = Kendaraan Sedang

TB = Truk Berat

MP = Mobil Penumpang

BB = Bus Besar

KTB = Kendaraan Tak Bermotor

# **LAMPIRAN 7**

## Lampiran 7 Data Kecepatan Ruas Jalan

### Tabel L-7. 1 Data Kecepatan Ruas Lengan Utara

Kecepatan																
Lokasi	Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon															
Lengan	Utara															
Tanggal	Senin, 23-09-2024															
Sesi	3															
NO	Panjang Segmen	SM			MP			KS			BB			TB		
		Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)
1	50	5,16	9,69	34,88	7,69	6,50	23,41	7,70	6,49	23,38						
2		4,71	10,62	38,22	6,96	7,18	25,86	4,50	11,11	40,00						
3		4,96	10,08	36,29	6,78	7,37	26,55	5,63	8,88	31,97						
4		5,04	9,92	35,71	8,30	6,02	21,69	5,45	9,17	33,03						
5		7,13	7,01	25,25	10,96	4,56	16,42	6,55	7,63	27,48						
6		4,76	10,50	37,82	7,35	6,80	24,49	5,70	8,77	31,58						
7		3,23	15,48	55,73	5,61	8,91	32,09	9,21	5,43	19,54						
8		7,56	6,61	23,81	9,01	5,55	19,98	6,01	8,32	29,95						
9		6,31	7,92	28,53	8,53	5,86	21,10	5,58	8,96	32,26						
10		5,63	8,88	31,97	6,61	7,56	27,23									
11		6,00	8,33	30,00	5,05	9,90	35,64									
12		7,23	6,92	24,90	5,10	9,80	35,29									
13		4,93	10,14	36,51	5,43	9,21	33,15									
14		7,54	6,63	23,87	7,64	6,54	23,56									
15		7,73	6,47	23,29	6,11	8,18	29,46									
16		6,37	7,85	28,26	6,08	8,22	29,61									
17		4,86	10,29	37,04	9,11	5,49	19,76									
18		5,45	9,17	33,03	11,81	4,23	15,24									
19		6,26	7,99	28,75	14,26	3,51	12,62									
20		6,26	7,99	28,75	6,93	7,22	25,97									
21		5,88	8,50	30,61	5,48	9,12	32,85									
22		5,58	8,96	32,26	6,71	7,45	26,83									
23		5,28	9,47	34,09	6,86	7,29	26,24									
24		7,81	6,40	23,05	6,55	7,63	27,48									
25		4,83	10,35	37,27	6,59	7,59	27,31									
26		4,81	10,40	37,42	8,06	6,20	22,33									
27		4,71	10,62	38,22	7,21	6,93	24,97									
28		5,38	9,29	33,46	6,90	7,25	26,09									
29		4,13	12,11	43,58	6,65	7,52	27,07									
30		5,13	9,75	35,09	6,85	7,30	26,28									

## Lampiran 7 Data Kecepatan Ruas Jalan

### Tabel L-7.2 Data Kecepatan Ruas Lengan Selatan

Kecepatan																
Lokasi	Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon															
Lengan	Selatan															
Tanggal	Senin, 23-09-2024															
Sesi	3															
NO	Panjang Segmen	SM			MP			KS			BB			TB		
		Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)
1	50	6,20	8,06	29,03	7,50	6,67	24,00	13,62	3,67	13,22						
2		6,02	8,31	29,93	7,89	6,34	22,83	10,83	4,62	16,62						
3		7,28	6,87	24,73	9,40	5,32	19,15	14,46	3,46	12,45						
4		7,47	6,69	24,10	9,47	5,28	19,01	11,1	4,50	16,22						
5		6,63	7,54	27,15	6,72	7,44	26,79	11,52	4,34	15,63						
6		5,83	8,58	30,87	8,71	5,74	20,68	10,36	4,83	17,37						
7		6,21	8,06	29,01	8,95	5,59	20,12	12,28	4,07	14,66						
8		7,26	6,89	24,79	8,21	6,09	21,94	11,71	4,27	15,37						
9		7,70	6,50	23,39	7,96	6,29	22,63	10,83	4,62	16,62						
10		5,21	9,61	34,58	9,62	5,20	18,72	14,09	3,55	12,78						
11		4,66	10,74	38,67	8,75	5,72	20,58	11,96	4,18	15,05						
12		5,66	8,84	31,83	9,41	5,32	19,14	11,72	4,27	15,36						
13		6,23	8,03	28,89	8,47	5,91	21,26	13,24	3,78	13,60						
14		5,18	9,66	34,78	6,61	7,57	27,25	9,17	5,45	19,63						
15		4,16	12,02	43,27	6,21	8,06	29,01	11,62	4,30	15,49						
16		6,16	8,12	29,22	6,27	7,98	28,73	12,3	4,07	14,63						
17		5,71	8,76	31,55	7,16	6,99	25,16	9,86	5,07	18,26						
18		8,16	6,13	22,07	7,49	6,68	24,05	10,14	4,93	17,75						
19		5,81	8,61	31,01	8,22	6,09	21,91	13,28	3,77	13,55						
20		8,07	6,20	22,32	5,66	8,83	31,80	12,06	4,15	14,93						
21		5,16	9,70	34,92	6,16	8,12	29,24	13,41	3,73	13,42						
22		4,47	11,20	40,31	8,66	5,77	20,79									
23		7,51	6,66	23,98	9,46	5,29	19,04									
24		8,16	6,13	22,07	7,71	6,49	23,36									
25		5,71	8,76	31,55	9,66	5,18	18,63									
26		6,08	8,23	29,63	9,36	5,34	19,24									
27		7,11	7,04	25,33	6,61	7,57	27,25									
28		5,19	9,64	34,72	6,66	7,51	27,05									
29		6,75	7,41	26,69	5,46	9,17	33,00									
30		9,74	5,14	18,49	7,86	6,37	22,92									

## Lampiran 7 Data Kecepatan Ruas Jalan

### Tabel L-7.3 Data Kecepatan Ruas Lengan Timur

Kecepatan																
Lokasi	Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon															
Lengan	Timur															
Tanggal	Senin, 23-09-2024															
Sesi	3															
NO	Panjang Segmen	SM			MP			KS			BB			TB		
		Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)
1	50	3,15	15,90	57,23	4,72	10,60	38,18	7,81	6,40	23,05	10,37	4,82	17,36	7,27	6,88	24,76
2		3,77	13,26	47,75	4,09	12,24	44,06	6,42	7,79	28,04	8,21	6,09	21,92	8,86	5,64	20,32
3		3,81	13,12	47,24	4,96	10,09	36,33	7,31	6,84	24,62	8,84	5,66	20,36	10,16	4,92	17,72
4		3,41	14,68	52,86	5,41	9,24	33,27	7,68	6,51	23,44	9,19	5,44	19,59	7,2	6,94	25,00
5		4,16	12,03	43,32	4,36	11,48	41,33	5,92	8,45	30,41	10,6	4,72	16,98	9,39	5,32	19,17
6		3,37	14,86	53,49	6,47	7,73	27,84	8,75	5,71	20,57	7,76	6,44	23,20	8,13	6,15	22,14
7		3,59	13,93	50,14	4,99	10,02	36,07	8,48	5,90	21,23	7,41	6,75	24,29	8,23	6,08	21,87
8		3,24	15,46	55,64	5,76	8,69	31,28	6,12	8,17	29,41	9,23	5,42	19,50	7,97	6,27	22,58
9		4,01	12,47	44,89	5,62	8,90	32,03	5,87	8,52	30,66	8,37	5,97	21,51	7,71	6,49	23,35
10		3,67	13,62	49,05	4,19	11,95	43,01	6,28	7,96	28,66	7,67	6,52	23,47	10,21	4,90	17,63
11		4,56	10,96	39,47	5,10	9,80	35,29	8,06	6,20	22,33	9,53	5,25	18,89	9,06	5,52	19,87
12		3,87	12,92	46,51	4,87	10,28	37,00	8,73	5,73	20,62	7,17	6,97	25,10	9,81	5,10	18,35
13		5,09	9,83	35,40	6,32	7,91	28,48	7,83	6,39	22,99	8,97	5,57	20,07	10,32	4,84	17,44
14		3,92	12,77	45,98	5,76	8,68	31,25	6,35	7,87	28,35	8,23	6,08	21,87	7,48	6,68	24,06
15		3,13	16,00	57,60	5,52	9,07	32,64	7,29	6,86	24,69	8,09	6,18	22,25	8,64	5,79	20,83
16		5,06	9,89	35,61	5,11	9,79	35,26	9,09	5,50	19,80				8,91	5,61	20,20
17		3,96	12,63	45,45	6,13	8,16	29,39	7,87	6,35	22,87				7,42	6,74	24,26
18		3,44	14,56	52,40	4,87	10,28	37,00	7,12	7,02	25,28				8,13	6,15	22,14
19		4,61	10,86	39,09	5,72	8,75	31,50	6,98	7,16	25,79				7,61	6,57	23,65
20		3,39	14,75	53,10	4,43	11,29	40,63	5,91	8,46	30,46				9,86	5,07	18,26
21		3,47	14,41	51,87	4,29	11,66	41,96	4,22	11,85	42,65				10,53	4,75	17,09
22		4,17	12,00	43,22	4,60	10,87	39,13	4,39	11,39	41,00				7,92	6,31	22,73
23		3,82	13,11	47,18	5,81	8,61	31,01	6,43	7,78	27,99				8,55	5,85	21,05
24		4,60	10,87	39,13	4,20	11,92	42,91	4,39	11,39	41,00				9,61	5,20	18,73
25		3,91	12,80	46,09	5,24	9,55	34,38	7,07	7,07	25,46				8,39	5,96	21,45
26		3,99	12,53	45,11	6,32	7,92	28,50	7,26	6,89	24,79				7,86	6,36	22,90
27		5,02	9,96	35,86	4,93	10,15	36,55	6,86	7,29	26,24				9,12	5,48	19,74
28		4,26	11,74	42,25	6,53	7,66	27,57	8,24	6,07	21,84				9,74	5,13	18,48
29		3,61	13,85	49,86	5,57	8,98	32,32	7,66	6,53	23,50				8,94	5,59	20,13
30		3,74	13,37	48,13	5,15	9,72	34,99	6,47	7,73	27,82				10,06	4,97	17,89

## Lampiran 7 Data Kecepatan Ruas Jalan

### Tabel L-7.4 Data Kecepatan Ruas Lengan Barat

Kecepatan																
Lokasi	Simpang Ciremai Raya, Kota Cirebon															
Lengan	Barat															
Tanggal	Senin, 23-09-2024															
Sesi	3															
NO	Panjang Segmen	SM			MP			KS			BB			TB		
		Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)	Waktu Tempuh (det)	Kecepatan (m/det)	Kecepatan (km/jam)
1	50	4,57	10,95	39,43	7,29	6,86	24,69	4,99	10,02	36,07	8,78	5,69	20,50	8,09	6,18	22,25
2		3,59	13,93	50,14	5,16	9,70	34,92	6,17	8,10	29,17	9,37	5,34	19,21	10,48	4,77	17,18
3		4,45	11,25	40,49	6,27	7,97	28,71	7,11	7,03	25,32	6,10	8,20	29,51	10,61	4,71	16,97
4		4,77	10,48	37,74	7,88	6,35	22,86	5,86	8,53	30,72	6,77	7,39	26,59	9,88	5,06	18,22
5		4,16	12,03	43,32	5,57	8,98	32,35	5,71	8,76	31,52	7,44	6,72	24,19	8,75	5,71	20,57
6		5,01	9,98	35,93	8,15	6,14	22,10	5,53	9,04	32,55	7,75	6,45	23,23	9,17	5,45	19,63
7		3,53	14,16	50,99	4,31	11,61	41,81	6,10	8,20	29,51	6,59	7,59	27,31	9,93	5,04	18,13
8		3,48	14,39	51,80	4,63	10,80	38,88	4,83	10,35	37,27	9,14	5,47	19,69	10,22	4,89	17,61
9		3,38	14,79	53,25	5,41	9,25	33,30	5,57	8,98	32,32	7,05	7,09	25,53	9,38	5,33	19,19
10		4,66	10,74	38,67	7,87	6,36	22,89	7,64	6,54	23,56	8,16	6,13	22,06	8,73	5,73	20,62
11		4,16	12,02	43,27	8,75	5,72	20,58	6,98	7,16	25,79	6,28	7,96	28,66	9,95	5,03	18,09
12		5,18	9,66	34,78	9,46	5,29	19,04	7,85	6,37	22,93	7,75	6,45	23,23	9,54	5,24	18,87
13		4,74	10,56	38,01	8,47	5,91	21,26	4,58	10,92	39,30	6,62	7,55	27,19	7,81	6,40	23,05
14		4,22	11,86	42,70	6,61	7,57	27,25	6,41	7,80	28,08	6,87	7,28	26,20	8,56	5,84	21,03
15		5,17	9,67	34,82	6,21	8,06	29,01	5,53	9,04	32,55	9,71	5,15	18,54	8,32	6,01	21,63
16		4,19	11,95	43,01	7,89	6,34	22,83	5,61	8,91	32,09	7,55	6,62	23,84	6,98	7,16	25,79
17		3,74	13,39	48,19	9,40	5,32	19,15	7,37	6,78	24,42	7,31	6,84	24,62	8,75	5,71	20,57
18		4,71	10,63	38,26	6,72	7,44	26,79	5,71	8,76	31,52	8,05	6,21	22,36	7,44	6,72	24,19
19		3,83	13,05	47,00	6,27	7,98	28,73	5,76	8,68	31,25	8,33	6,00	21,61	9,17	5,45	19,63
20		4,47	11,19	40,27	7,16	6,99	25,16	4,86	10,29	37,04	9,43	5,30	19,09	7,98	6,27	22,56
21		4,52	11,07	39,87	7,46	6,70	24,13	6,97	7,17	25,82	7,28	6,87	24,73	10,25	4,88	17,56
22		5,20	9,62	34,62	8,22	6,09	21,91	6,88	7,27	26,16	8,50	5,88	21,18	8,69	5,75	20,71
23		5,78	8,65	31,14	5,66	8,83	31,80	6,69	7,47	26,91	9,23	5,42	19,50	9,88	5,06	18,22
24		4,18	11,98	43,11	6,16	8,12	29,24	4,95	10,10	36,36	10,25	4,88	17,56	9,62	5,20	18,71
25		4,32	11,59	41,71	8,66	5,77	20,79	6,03	8,29	29,85	10,05	4,98	17,91	10,23	4,89	17,60
26		2,87	17,45	62,83	9,46	5,29	19,04	4,75	10,53	37,89	9,91	5,05	18,16	9,10	5,49	19,78
27		3,54	14,12	50,85	7,71	6,49	23,36	5,71	8,76	31,52	8,95	5,59	20,11	9,51	5,26	18,93
28		3,58	13,99	50,35	9,66	5,18	18,63	4,88	10,25	36,89	9,60	5,21	18,75	8,85	5,65	20,34
29		4,20	11,92	42,91	9,36	5,34	19,24	5,17	9,67	34,82	7,45	6,71	24,16	10,12	4,94	17,79
30		5,73	8,73	31,41	7,86	6,37	22,92	4,55	10,99	39,56	8,78	5,69	20,50	9,71	5,15	18,54

# LAMPIRAN 8

## Lampiran 8 Data Survei Driving Behaviour

Tabel L-8.1 Data Survei *Driving Behaviour* Lengan Utara

NO	Sesi	Kendaraan Henti	
		Depan - Belakang (m)	Samping (m)
1	3	1,60	0,80
2		0,50	0,40
3		1,35	0,40
4		0,95	0,60
5		1,60	0,70
6		1,60	0,55
7		0,30	0,50
8		0,95	0,80
9		0,70	0,70
10		0,60	0,40

Lampiran 8 Data Survei *Driving Behaviour*

Tabel L-8.2 Data Survei *Driving Behaviour* Lengan Selatan

NO	Sesi	Kendaraan Henti	
		Depan - Belakang (m)	Samping (m)
1	3	1,35	1,20
2		0,60	1,45
3		0,35	1,70
4		1,10	1,50
5		2,05	1,75
6		1,50	1,30
7		2,10	0,30
8		1,20	0,50
9		1,50	1,30
10		0,70	1,50

Lampiran 8 Data Survei *Driving Behaviour*

Tabel L.-8.3 Data Survei *Driving Behaviour* Lengan Timur

NO	Sesi	Kendaraan Henti	
		Depan - Belakang (m)	Samping (m)
1	3	1,30	0,50
2		0,50	0,40
3		0,70	0,90
4		1,80	1,30
5		1,00	0,80
6		0,20	0,50
7		0,40	0,70
8		0,90	1,70
9		0,50	1,50
10		0,30	1,10

Lampiran 8 Data Survei *Driving Behaviour*

Tabel L-8.4 Data Survei *Driving Behaviour* Lengan Barat

NO	Sesi	Kendaraan Henti	
		Depan - Belakang (m)	Samping (m)
1	3	1,60	0,80
2		0,70	1,00
3		1,40	1,20
4		2,00	0,60
5		0,80	0,60
6		1,00	3,40
7		2,10	1,20
8		1,30	1,10
9		0,50	0,90
10		1,80	1,30

# LAMPIRAN 9

Lampiran 9 Data Panjang Antrean

Tabel L-9.1 Data Panjang Antrean Hari Senin

Sesi	Waktu	Panjang Antrean			
		Lengan Utara	Lengan Selatan	Lengan Timur	Lengan Barat
		Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)	Panjang Antrean (m)
Pagi	05:30 - 05:45	13	42	53	93
	05:45 - 06:00	24	40	74	105
	06:00 - 06:15	34	64	71	95
	06:15 - 06:30	42	82	72	105
	06:30 - 06:45	41	100	115	120
	06:45 - 07:00	44	98	110	105
	07:00 - 07:15	40	65	92	93
	07:15 - 07:30	43	60	101	78
	07:30 - 07:45	38	100	120	92
	07:45 - 08:00	36	82	110	98
	08:00 - 08:15	31	68	125	105
	08:15 - 08:30	32	66	105	90
	10:45 - 11:00	26	60	115	115
Siang	11:00 - 11:15	42	62	120	120
	11:15 - 11:30	58	48	102	102
	11:30 - 11:45	38	55	108	105
	11:45 - 12:00	36	52	108	120
	12:00 - 12:15	43	58	112	93
	12:15 - 12:30	54	60	103	105
	12:30 - 12:45	37	64	108	95
	12:45 - 13:00	35	58	109	105
	13:00 - 13:15	41	65	107	105
	13:15 - 13:30	42	60	110	120
	13:30 - 13:45	37	50	98	80
	15:30 - 15:45	51	42	112	120
	15:45 - 16:00	41	55	115	130
Sore	16:00 - 16:15	44	48	98	120
	16:15 - 16:30	58	47	102	130
	16:30 - 16:45	52	90	105	103
	16:45 - 17:00	36	45	107	136
	17:00 - 17:15	52	54	123	105
	17:15 - 17:30	61	56	109	121
	17:30 - 17:45	50	70	103	130
	17:45 - 18:00	40	72	102	110
	18:00 - 18:15	34	50	81	81
	18:15 - 18:30	31	42	87	86

# **LAMPIRAN 10**

## Lampiran 10 Dokumentasi Survei

