

SURAT KETERANGAN
MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
No. 617/C.02.01/LPPM/X/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Iwan Juwana, S.T., M.EM., Ph.D.
Jabatan : Kepala
Unit Kerja : LPPM-Itenas
JL. P.K.H. Mustafa No.23 Bandung

Menerangkan bahwa,

No.	Nama	NPP/NRP	Jabatan
1	Elkhasnet, Ir., M.T.	930301	Tenaga Ahli
2	Barkah Wahyu W., S.T., M.T.	20140602	Tenaga Ahli
3	Sofyan Triana, S.T., M.T.	20060207	Tenaga Ahli
4	Hariadi Prasetya	22-2016-211	Tenaga Ahli

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Rekomendasi Kebijakan Penanganan Kinerja Simpang Kopo –
Jalan Cibolerang Kota Bandung
Tempat : Kota Bandung
Waktu : 01 Maret – 30 Juni 2021
Sumber Dana : Mandiri

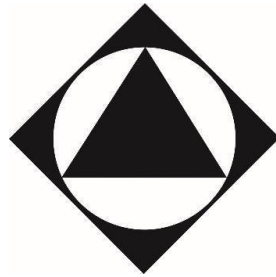
Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 04 Oktober 2021

Lembaga Penelitian dan Pengabdian
kepada Masyarakat (LPPM) Itenas
Kepala,

Iwan Juwana, S.T., M.EM., Ph.D.
NPP. 20010601

LAPORAN KEGIATAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT



REKOMENDASI KEBIJAKAN PENANGANAN KINERJA SIMPANG KOPO – JALAN CIBOLERANG KOTA BANDUNG

Ketua Tim:

Elkhasnet, Ir., M.T.

NIDN . 0424026101

Anggota Tim:

Barkah Wahyu W., S.T., M.T.

NIDN . 0418068703

Sofyan Triana, S.T., M.T.

NIDN. 0408087803

Hariadi Prasetya

NRP . 222016211

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG
TAHUN 2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rekomendasi Kebijakan Penanganan Kinerja
Simpang Kopo – Jalan Cibolerang Kota
Bandung
Nama Mitra : Dinas Perhubungan Kota Bandung

Ketua Tim Pengusul

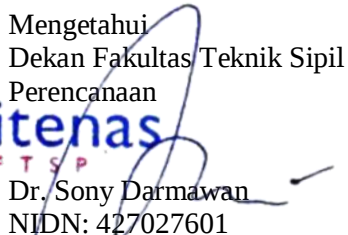
NIDN/NIDK : 424026101
Nama lengkap : Elkhasset, Ir. M.T.
Pangkat/Golongan : Lektor Kepala /IVC
Jenis Kelamin : Perempuan
Program Studi/Fakultas : Teknik Sipil/Teknik Sipil dan Perencanaan
Bidang Keahlian Alamat : Transportasi
Kantor : Jl. PKH. Hasan Mustopa 23 Bandung 40124
Telepon/Faks kantor : +62-22-7272215 I +62 -227202892
Alamat Rumah : Bojong Koneng Raya Atas 60 Bandung
Nomor Hp dan email : 08164872923 dan elkha@itenas.ac.id

Anggota Tim Pengusul

Jumlah Anggota : 3 orang
Nama Anggota I/bidang keahlian : Sofyan Triana ST., MT.. / Transportasi
Nama Anggota I/ bidang keahlian : Barkah Wahyu W., ST., MT. / Transportasi
Mahasiswa yang terlibat : Haryadi Prasetya/Transportasi

Lokasi Kegiatan

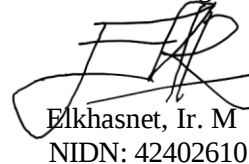
Nama Mitra : Dinas Perhubungan Kota Bandung
Wilayah Mitra : Kota Bandung
Kota/Kabupaten : Kota Bandung
Provinsi : Jawa Barat
Luasan yang dihasilkan : Tidak ada
Waktu Pelaksanaan Total : 4 bulan (1 maret – 30 juni 2021)
Biaya : Rp. 4.500.000 (Empat Juta Lima Ratus)
Sumber pendanaan : Mandiri

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik Sipil
Perencanaan

Dr. Sony Darmawan
NIDN: 427027601

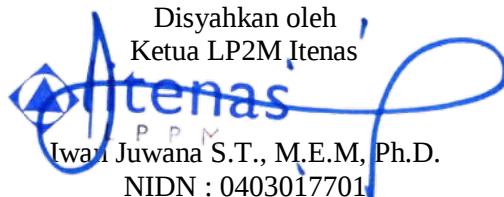


itenas

Bandung, 30 September 2021
Ketua Tim Pengusul


Elkhasset, Ir. M
NIDN: 424026101

Disahkan oleh
Ketua LP2M Itenas


Iwan Juwana S.T., M.E.M., Ph.D.
NIDN : 0403017701

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Lokasi Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II : KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Simpang.....	5
2.2. Jenis Simpang	5
2.3. Konflik Persimpangan	5
2.3.1. Jenis Pertemuan Pergerakan Antar Kendaraan	6
2.3.2. Daerah Konflik Simpang	6
2.4. Prosedur Perhitungan Analisis Simpang	
Tak Bersinyal	8
2.4.1. Data Masukan.....	8
2.4.2. Kapasitas	11
2.4.3. Perilaku Lalu Lintas.....	19
2.5. Tingkat Pelayanan Simpang	23
2.6. Prosedur Perhitungan Simpang APILL	24
2.6.1. Data Masukan.....	24
2.6.2. Penentuan Waktu Sinyal	25

2.6.3. Kapasitas	31
2.6.4. Panjang Antrian.....	32
2.6.5. Kendaraan Terhenti	32
2.6.6. Tundaan.....	33
BAB III : METODE PENELITIAN	
3.1. Bagan Alir Perencanaan	35
3.2. Tahapan Awal Penelitian.....	36
3.3. Pengumpulan Data.....	36
3.3.1. Data Primer.....	36
3.3.2. Data Sekunder	37
3.4. Analisis Data	37
3.5. Hasil Analisis.....	37
3.6. Alternatif Solusi Penanganan Simpang	37
3.7. Simpulan.....	38
BAB IV : ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Lokasi Titik Pengamatan.....	39
4.2. Kondisi Geometrik	39
4.3. Volume Lalu Lintas Kendaraan.....	40
4.3.1. Volume Lalu Lintas Pada Pagi Hari.....	40
4.3.2. Volume Lalu Lintas Pada Sore Hari.....	42
4.3.3. Konversi Volume Lalu Lintas Pada Pagi Hari.	43
4.3.4. Konversi Volume Lalu Lintas Pada Sore Hari.	45
4.3.5. Distribusi Pergerakan Kendaraan.....	46
4.4. Analisis Simpang Tak Bersinyal	49
4.4.1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang.....	49
4.4.2. Kapasitas	49
4.4.3. Perilaku Lalu Lintas	51
4.5. Alternatif Solusi Penanganan Simpang	54
4.5.1. Alternatif 1 Pelarangan Belok Kanan.....	54
4.5.2. Alternatif 2 Upaya Pemasangan APILL.....	57
4.5.3. Alternatif 3 Pelebaran Pendekat Pada Jalan Utama.....	67

4.5.4. Alternatif 4 Upaya Pemasangan APILL dan	
Pelebaran	69
4.6. Pembahasan.....	72
4.7. Analisis Proyeksi Kinerja Sempang Tahun 2025	72
BAB V : REKOMENDASI KEBIJAKAN	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Faktor Ekuivalensi Mobil Penumpang	10
Tabel 2.2 Kelas Ukuran Kota.....	10
Tabel 2.3 Tipe Lingkungan Jalan.....	11
Tabel 2.4 Lebar rata-rata Pada Jumlah Lajur.....	12
Tabel 2.5 Kode Tipe Simpang	13
Tabel 2.6 Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang	14
Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M).....	15
Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})	15
Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan,Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})	16
Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (F_{MI}).....	18
Tabel 2.11 Ekuivalensi Mobil Penumpang.....	24
Tabel 2.12 Nilai Waktu Antar Hijau.....	24
Tabel 2.13 Faktor Ukuran Koreksi Kota.....	27
Tabel 2.14 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	27
Tabel 2.15 Studi Terdahulu.....	34
Tabel 4.1 Data Volume Kendaraan Tiap Ruas Jalan Pagi Hari.....	41
Tabel 4.2 Data Volume Kendaraan Tiap Ruas Jalan Sore Hari.....	42
Tabel 4.3 Data Konversi Volume Kendaraan Ruas Jalan Pagi Hari....	44
Tabel 4.4 Data Konversi Volume Kendaraan Ruas Jalan Sore Hari	45
Tabel 4.5 Persentase Data Volume Kendaraan.....	47
Tabel 4.6 Data Volume Lalu Lintas Kendaraan di Simpang	48
Tabel 4.7 Lebar Pendekat dan Tipe Simpang	53
Tabel 4.8 Kapasitas Simpang Kondisi Eksisting	53
Tabel 4.9 Kinerja Simpang Tak Bersinyal Kondisi Eksisting	53
Tabel 4.10 Volume Kendaraan Alternatif 1.....	55
Tabel 4.11 Kapasitas Simpang Alternatif 1	56
Tabel 4.12 Kinerja Simpang Tak Bersinyal Alternatif 1	56
Tabel 4.13 Geometri Pengaturan Lalu Lintas	58

Tabel 4.14	Ekivalensi Satuan Mobil Penumpang	58
Tabel 4.15	Arus Lalu Lintas	59
Tabel 4.16	Penentuan Waktu Sinyal.....	62
Tabel 4.17	Waktu Siklus Pada Simpang.....	63
Tabel 4.18	Derajat Kejenuhan dan Panjang Antrian	65
Tabel 4.19	Lebar Pendekat dan Tipe Simpang Alternatif 3.....	68
Tabel 4.20	Kapasitas Simpang Alternatif 3	68
Tabel 4.21	Kinerja Simpang Alternatif 3.....	68
Tabel 4.22	Penentuan Waktu Sinyal Alternatif 4	70
Tabel 4.23	Waktu Siklus pada Simpang	70
Tabel 4.24	Kinerja Simpang APILL Alternatif 4	70
Tabel 4.25	Hasil Analisis Jenis Simpang Tak Bersinyal	72
Tabel 4.26	Hasil Analisis Simpang Bersinyal	72
Tabel 4.27	Proyeksi Kendaraan Tahun 2025.....	73
Tabel 4.28	Hasil Analisis Proyeksi Kinerja Simpang Tahun 2025	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1	Lokasi Penelitian Simpang..... 3
Gambar 2.1	Jenis Pegerakan Konflik Kendaraan 6
Gambar 2.2	Aliran Kendaraan di Simpang-3 Lengan 7
Gambar 2.3	Aliran Kendaraan di Simpang-4 Lengan 7
Gambar 2.4	Kondisi Geometrik Pada Simpang-3 Lengan..... 8
Gambar 2.5	Sketsa Arus Lalu Lintas Pada Simpang 9
Gambar 2.6	Jumlah Lajur Lebar Rata-rata Pada Jalan Minor dan Jalan Utama..... 13
Gambar 2.7	Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_W)..... 14
Gambar 2.8	Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT}) 16
Gambar 2.9	Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})..... 17
Gambar 2.10	Faktor Penyesuaian Arus Minor (F_{MI}) 18
Gambar 2.11	Tundaan Lalu Lintas Pada Simpang (DT) 20
Gambar 2.12	Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT_{MA}) 21
Gambar 2.13	Rentang Peluang Antrian Terhadap Derajat Kejenuhan (QP) 23
Gambar 2.14	Tipe Pendekat..... 25
Gambar 2.15	Lebar Pendekat Efektif..... 26
Gambar 2.16	Faktor Penyesuaian Kelandaian 28
Gambar 2.17	Faktor Penyesuaian Parkir 28
Gambar 2.18	Faktor Penyesuaian Belok Kiri 29
Gambar 2.19	Faktor Penyesuaian Belok Kanan 29
Gambar 3.1	Bagan Alir Perencanaan..... 35
Gambar 4.1	Lokasi Titik Pengamatan 39
Gambar 4.2	Geometrik Simpang Jalan Raya Kopo dan Jalan Cibolerang..... 40
Gambar 4.3	Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Senin Pagi 41

Gambar 4.4	Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Rabu Pagi.....	42
Gambar 4.5	Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Senin Sore	43
Gambar 4.6	Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Rabu Sore	43
Gambar 4.7	Jumlah Konversi Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Senin Pagi	44
Gambar 4.8	Jumlah Konversi Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Rabu Pagi	45
Gambar 4.9	Jumlah Konversi Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Senin Sore	46
Gambar 4.10	Jumlah Konversi Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Rabu Sore.....	46
Gambar 4.11	Distribusi Arah Volume Kendaraan.....	47
Gambar 4.12	Alternatif 1 Pelarangan Belok Kanan	54
Gambar 4.13	Alternatif 2 Pemasangan APILL.....	57
Gambar 4.14	Fase 1 Pergerakan Utara	63
Gambar 4.15	Fase 2 Pergerakan Selatan.....	64
Gambar 4.16	Fase 3 Pergerakan Barat.....	64
Gambar 4.17	Panjang Antrian Alternatif 2	66
Gambar 4.18	Alternatif 3 Pelebaran Jalan	67
Gambar 4.19	Alternatif 4 Upaya Pemasangan APILL dan Pelebaran...	69
Gambar 4.20	Panjang Antrian Alternatif 4.....	71
Gambar 4.21	Panjang Antrian Proyeksi Kendaraan Tahun 2025	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kendaraan merupakan suatu sarana angkut yang dibutuhkan oleh manusia untuk mencapai destinasi tertentu. Berdasarkan Undang-undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Umum, kendaraan terdiri dari kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Setiap tahunnya produksi kendaraan bermotor terus meningkat seiring berjalanya waktu. Data Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa jumlah kendaraan bermotor pada tahun 2018 di Indonesia mencapai 146,8 juta unit. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan tersebut, tentu akan menimbulkan dampak pada arus lalu lintas itu sendiri dimana pada suatu ruas jalan akan ada satu titik temu lokasi dengan jumlah volume kendaraan yang melebihi kapasitas jalan yang mengakibatkan terjadinya kemacetan. Kemacetan bisa menimbulkan banyak kerugian kepada setiap orang yang terjebak dalam kondisi tersebut, mulai dari kerugian bahan bakar atau polusi yang dikeluarkan dari kendaraan, belum juga prioritas waktu masing-masing yang terbuang.

Tak sedikit juga pengendara yang tidak mengerti akan tata tertib lalu lintas memicu beragam faktor kemacetan bahkan bisa menimbulkan kecelakaan seperti tidak menyalakan lampu sein ketika ingin berbelok, memarkir di area bahu jalan, tidak menyalakan lampu hazard ketika dalam keadaan darurat dan faktor-faktor lainnya.

Persimpangan merupakan titik temu yang sering dijumpai ketika terjadi adanya kemacetan, sebab pergerakan kendaraan dengan arah yang berlawanan akan bertemu di titik simpang tersebut. Kota Bandung adalah salah satu kota yang mempunyai titik persimpangan yang cukup banyak, salah satu simpang yang sering mengalami kemacetan di Kota Bandung adalah simpang antara Jalan Raya Kopo dan Jalan Cibolerang. Pada Jalan utama yaitu Jalan Raya Kopo dihuni oleh bangunan komersial sedangkan pada Jalan Cibolerang merupakan akses menuju pemukiman serta terdapat juga beberapa bangunan komersial disepanjang ruas jalan

tersebut. Letak simpang tersebut juga berdekatan dengan Gerbang Tol Kopo sehingga ada pengaruhnya juga dalam pergerakan arus lalu lintas yang akan melewati simpang tersebut. Simpang tiga lengan pada Jalan Raya Kopo dan Jalan Cibolerang ini merupakan jenis simpang tak bersinyal sehingga pada saat jam puncak tertentu volume kendaraan yang melewati simpang tersebut melebihi kapasitas yang dimiliki simpang tersebut sehingga menyebabkan kemacetan.

Oleh karena itu, Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini dilakukan berdasarkan hasil analisis mengenai simpang antara Jalan Raya Kopo dan Jalan Cibolerang agar kinerja persimpangan termasuk kedalam kategori persimpangan berdasarkan perhitungan Analisis Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah ditulis, diperoleh rumusan masalah dengan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja persimpangan antara Jalan Raya Kopo–Jalan Cibolerang berdasarkan perhitungan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997?
2. Apabila kinerja persimpangan tersebut sudah tidak layak, bagaimana solusi yang dapat diberikan untuk memperbaiki kinerja persimpangan?

1.3. Ruang Lingkup

Beberapa aspek yang dikaji adalah sebagai berikut:

1. Lokasi titik survei simpang tiga lengan tak bersinyal antara Jalan Kopo dan Cibolerang
2. Data survei kendaraan dilakukan 2 hari pada hari kerja dengan waktu jam sibuk yaitu pagi (06.00-07.00) dan sore hari (16.00-17.00)
3. Kondisi geometrik jalan yaitu jalan utama (Jalan Raya Kopo) dan jalan minor (Jalan Cibolerang)
4. Analisis berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
5. Kondisi Lingkungan yaitu tipe bangunan komersial

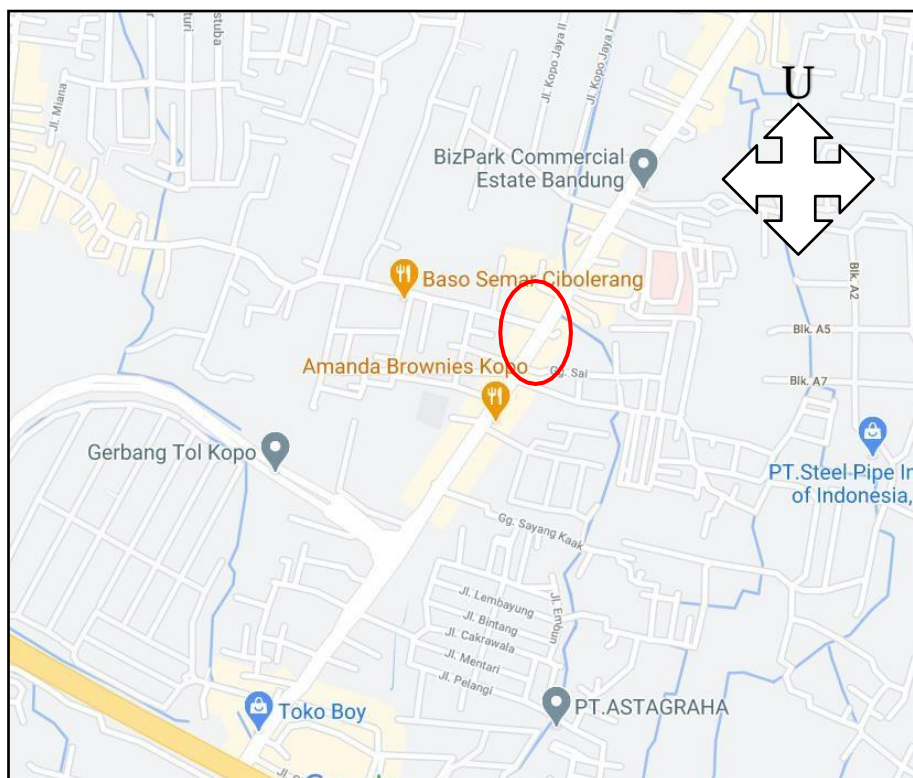
1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai untuk penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menganalisis kinerja persimpangan antara Jalan Raya Kopo dan Jalan Cibolerang berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997
2. Memperbaiki kinerja simpang apabila sudah tidak layak dengan cara seperti upaya rekayasa manajemen lalu lintas, pemasangan APILL dan pelebaran jalan.

1.5. Lokasi Penelitian

Berikut ini adalah lokasi penelitian yang akan dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini yang berada di lokasi persimpangan Jalan Cibolerang dan Jalan Kopo



Sumber: Google Maps, 2020.

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian Simpang

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan Penelitian ini dibagi menjadi lima bab yaitu

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini akan berisi berupa latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian dan sistematika penulisan

BAB II Kajian Pustaka

Pada bab ini akan berisi teori-teori mengenai definisi persimpangan, jenis persimpangan, konflik pergerakan simpang, prosedur perhitungan simpang tak bersinyal menurut MKJI.

BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini akan berisi berupa bagan alir perencanaan, tahapan awal penelitian, pengumpulan data, analisis data, solusi perbaikan kinerja, simpulan

BAB IV Analisis

Pada bab ini akan berisi berupa data volume lalu lintas, penentuan jam puncak, perhitungan simpang tak bersinyal, alternatif solusi penanganan simpang.

BAB V Penutup

Pada bab ini akan berisi berupa kesimpulan dan juga saran mengenai analisis simpang tak bersinyal pada Jalan Raya Kopo dan Jalan Cibolerang

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Persimpangan

Menurut Pignataro (1973), simpang adalah suatu area kritis pada suatu jalan raya yang merupakan titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua arus jalan atau lebih. Menurut Hobbs (1995), Persimpangan jalan adalah merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat dimana arus kendaraan dari beberapa pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan persimpangan. Menurut Hendarto (2001), persimpangan adalah daerah dimana dua jalan atau lebih bergabung/berpotongan.

2.2. Jenis Persimpangan

Menurut Morlok (1991), persimpangan dibedakan menjadi 2 kategori yaitu:

1. Persimpangan Sebidang (*at Grade Intersection*), yaitu dua jalan atau lebih yang mengarahkan kendaraan masuk ke persimpangan menjadi satu kesatuan arus lalu lintas yang saling berlawanan
 - a. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu simpang yang diatur oleh lampu lalu lintas sehingga pergerakan arus lalu lintas dari setiap pendekat hanya bisa melewati ketika isyarat lampu hijau menyala
 - b. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak diatur oleh lampu lalu lintas sehingga pergerakan arus lalu lintas bergerak dengan memprioritaskan kendaraan yang telah mencapai perpotongan simpang tersebut.
2. Persimpangan tak sebidang, yaitu memisahkan lalu lintas bergerak menuju keluar persimpangan sehingga kendaraan tidak berpapasan satu sama lain, seperti jalan layang.

2.3. Konflik Persimpangan

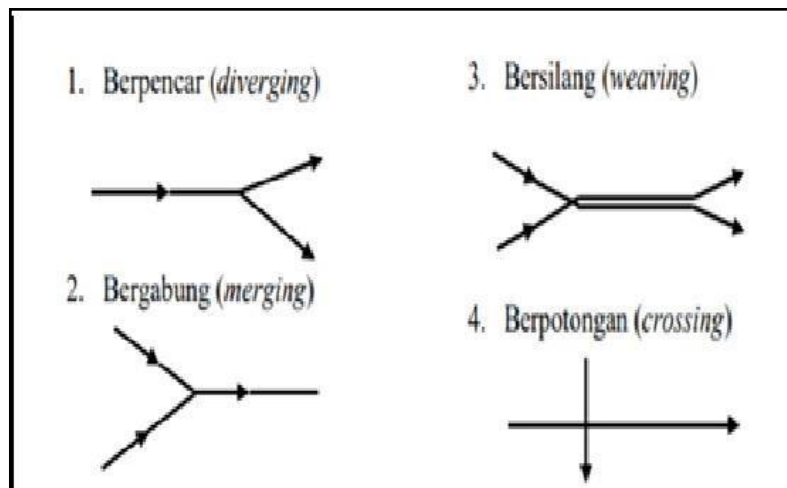
Pada saat berada di persimpangan, kendaraan akan mengalami konflik satu sama lain yang bisa menghambat pergerakan arus lalu lintas itu sendiri bahkan

konflik tersebut bisa menimbulkan potensi kecelakaan jika pergerakan kendaraan yang tidak beraturan. Pada saat pertemuan antar kendaraan itu terjadi akan ada beberapa jenis pertemuan pergerakan antar kendaraan.

2.3.1. Jenis Pertemuan Pergerakan Antar Kendaraan

Pada saat berada di titik persimpangan, kendaraan akan membentuk satu titik jenis pertemuan pergerakan yang bermacam-macam. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1997) terdapat empat jenis pertemuan pergerakan antar kendaraan yang berada di titik persimpangan:

1. Gerakan memisah (*diverging*), yaitu pergerakan kendaraan berpisah dari jalur utama.
2. Gerakan menyatu (*merging*), yaitu pergerakan kendaraan bergabung menuju jalur utama.
3. Gerakan jalinan/anyaman (*weaving*), yaitu kondisi dua arus saling bersilangan atau perpindahan jalur.
4. Gerakan memotong (*Crossing*), yaitu kondisi dua arus yang saling berpotongan.



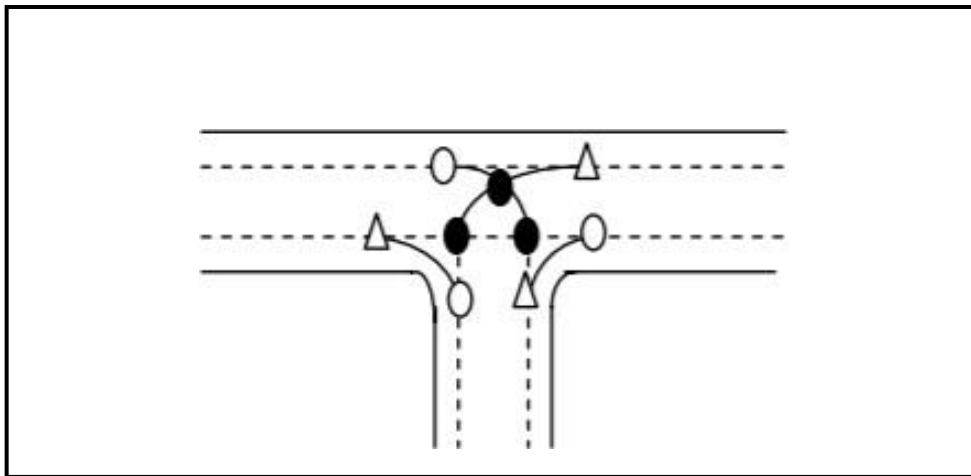
Sumber: Selter, 1974.

Gambar 2.1 Jenis Pergerakan Pada Konflik Persimpangan

2.3.2. Daerah Konflik Simpang

Berikut ini adalah gambaran daerah konflik dimana setiap jenis pergerakan kendaraan mengalami suatu konflik di titik persimpangan.

1. Simpang-3 lengan

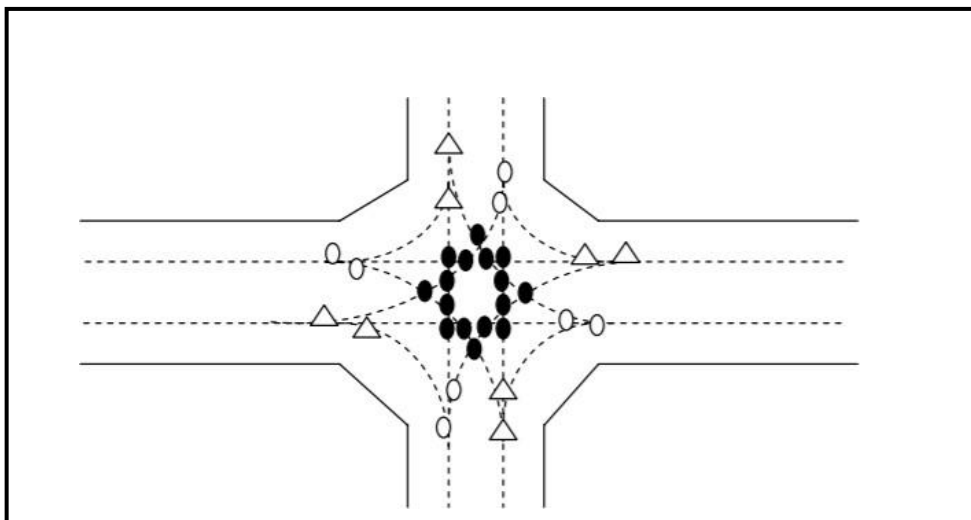


Sumber: Selter, 1974.

Gambar 2.2 Aliran Kendaraan di Simpang-3 Lengan

Keterangan : ● Titik konflik persilangan (3 titik)
 ○ Titik Konflik penggabungan (3 titik)
 △ Titik konflik penyebaran (3 titik)

2. Simpang-4 lengan



Sumber : Selter, 1974.

Gambar 2.3 Aliran Kendaraan di Simpang-4 Lengan

Keterangan ● Titik konflik persilangan (16 titik)
 ○ Titik Konflik penggabungan (8 titik)
 △ Titik konflik penyebaran (8 titik)

2.4. Prosedur Perhitungan Simpang Tak bersinyal

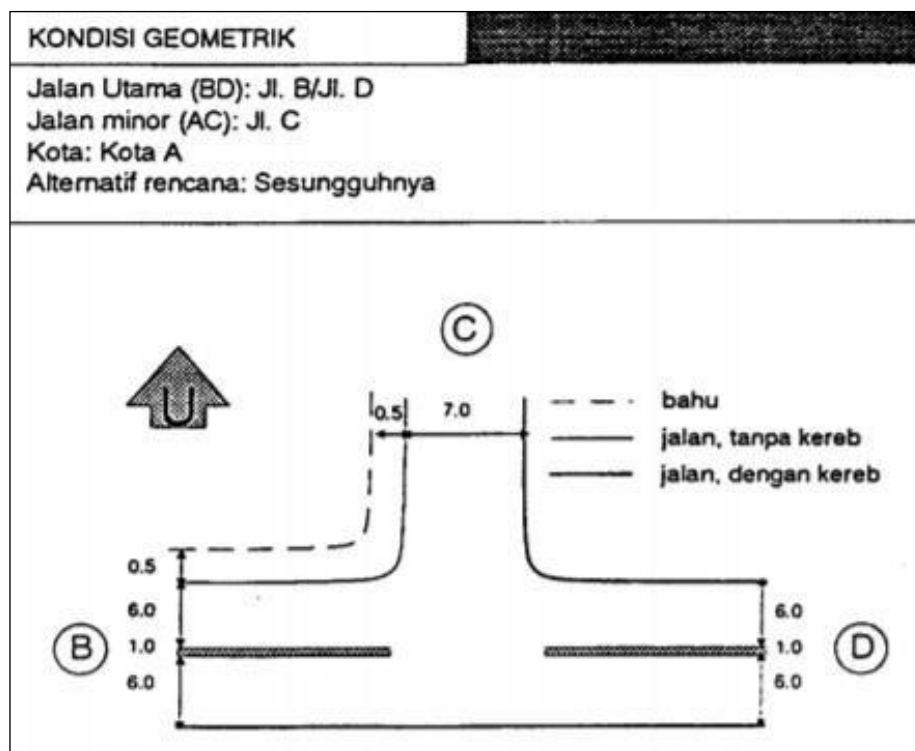
Prosedur perhitungan simpang tak bersinyal memerlukan data lapangan yaitu data survei kendaraan, kondisi geometrik dan kondisi lingkungan. Analisis simpang tak bersinyal dapat dihitung dengan cara dibawah ini berdasarkan analisis MKJI 1997.

2.4.1. Data Masukan

Melakukan survei data umum mengenai jalan dan juga kendaraan yang melintas dengan rincian sebagai berikut:

1. Kondisi Geometrik

Berisi mengenai pengukuran jalan yang ditinjau seperti lebar jalan, median jalan, dan juga bahu jalan. Kondisi geometrik diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu jalan utama dan jalan Minor. Pemberian notasi pada pendekat pada jalan minor diberi nama A dan C sedangkan pada pendekat jalan utama diberi nama B dan D. untuk simpang tiga lengan pada jalan lurus menerus diklasifikasikan menjadi jalan utama.



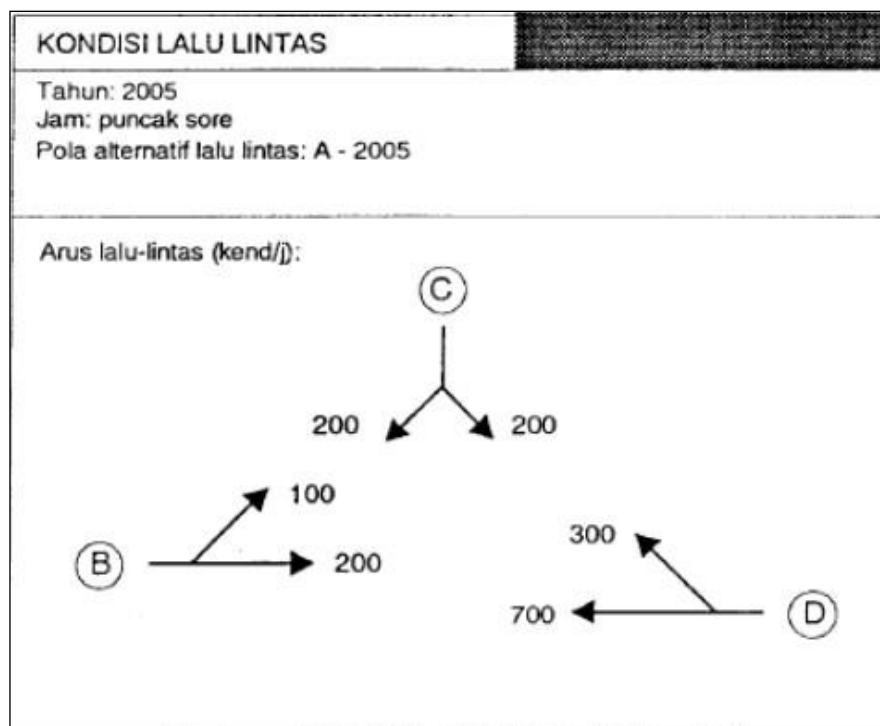
Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.4 Kondisi Geometrik Pada Simpang-3 Lengan

2. Kondisi Lalu Lintas

Berisi berupa arus lalu lintas yang dianalisis pada saat jam puncak dengan melakukan metode *traffic counting*. Komposisi pergerakan arus lalu lintas yang melewati persimpangan dibagi menjadi empat bagian:

- Kendaraan ringan (LV), yaitu kendaraan dengan roda empat berjarak 2-3 m seperti mobil penumpang, pick up
- Kendaraan berat (HV), yaitu kendaraan dengan roda yang memiliki lebih dari roda empat seperti truk dan bus besar
- Sepeda motor (MC), yaitu kendaraan beroda dua seperti sepeda motor pada umumnya
- Kendaraan tak bermotor (UM), yaitu kendaraan yang digerakan oleh orang atau hewan seperti beca, kereta kuda, sepeda.



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.5 Sketsa Arus Lalu Lintas Pada Simpang

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap pergerakan kendaraan yang ingin berbelok ke kanan (QRT), lurus (SRT), kiri (QLT) dinyatakan sebagai satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan mengubah satuan kendaraan per jam menggunakan faktor ekivalen mobil penumpang (emp).

Tabel 2.1 Faktor Ekivalensi Mobil Penumpang Pada Simpang Tak Bersinyal

Tipe kendaraan	emp
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3
Sepeda motor (MC)	0,5

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Sehingga untuk mendapatkan Volume Lalu Lintas (Q) yang ingin dikonversi dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = QLV + (QHV \times empHV) + (QMC \times empMC) \quad \dots (2.1)$$

Keterangan:

Q = volume lalu lintas (smp/jam)

QLV = volume kendaraan ringan (kend/jam)

QHV = volume kendaraan berat (kend/jam)

empHV= faktor ekivalensi mobil penumpang kendaraan berat

QMC = volume sepeda motor (kend/jam)

empMC= faktor ekivalensi mobil penumpang sepeda motor

3. Kondisi Lingkungan

Berisi berupa mengenai data lingkungan pada persimpangan yang ditinjau dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Kelas Ukuran Kota

Perkiraan besarnya jumlah populasi penduduk dalam suatu perkotaan seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Kelas Ukuran Kota

Ukuran kota	Jumlah penduduk (juta)
Sangat kecil	<0,1
Kecil	0,1-0,5
Sedang	0,5-1,0
Besar	1,0-3,0
Sangat besar	>3,0

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

b. Tipe Lingkungan Jalan

Mengenai daerah ataupun kondisi bangunan yang dibangun di sekitar simpang yang ditinjau yang ditunjukkan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Tipe Lingkungan Jalan

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan
Akses Terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena ada penghalang fisik, jalan samping dsb.)

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

c. Kelas Hambatan Samping

Hambatan samping adalah aktivitas di samping segmen jalan yang menimbulkan masalah di sepanjang jalan dengan menghambat kinerja lalu lintas untuk berfungsi secara maksimal (Tamin, 2000). Hambatan samping di tentukan secara kualitatif dengan pertimbangan teknik lalu lintas dalam ukuran tinggi, sedang dan rendah.

2.4.2. Kapasitas

Menghitung kapasitas dengan hasil perkalian antara faktor-faktor penyesuaian (F) dengan kapasitas dasar (C_0) dinyatakan menjadi satuan smp/jam. Berdasarkan MKJI 1997 rumus menghitung kapasitas dinyatakan menjadi:

$$C = C_0 \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad \dots (2.2)$$

Keterangan:

C = Kapasitas aktual

C_0 = Kapasitas dasar

F_w = Faktor penyesuaian lebar masuk

F_M = Faktor penyesuaian median jalan utama

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

- F_{LT} = Faktor penyesuaian-% belok kiri
 F_{RT} = Faktor penyesuaian-% belok kanan
 F_{MI} = Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor

1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

a. Lebar rata-rata pendekat

Mencari lebar rata-rata pada jalan minor dan juga jalan utama dinyatakan dengan notasi W_{AC} dan W_{BD} dan lebar rata-rata pendekat dinyatakan dalam W_1 . Berdasarkan MKJI 1997 perhitungan lebar rata-rata pendekata pada jalan minor dan jalan utama diketahui sebagai berikut:

$$W_{AC} = \frac{(W_A + W_C)}{2}; W_{BD} = \frac{W_B + W_D}{2} \quad \dots (2.3)$$

Sedangkan untuk mencari lebar rata-rata pendekat W_1

$$W_1 = \frac{W_A + W_C + W_B + W_D}{\text{Jumlah lengan simpang}} \quad \dots (2.4)$$

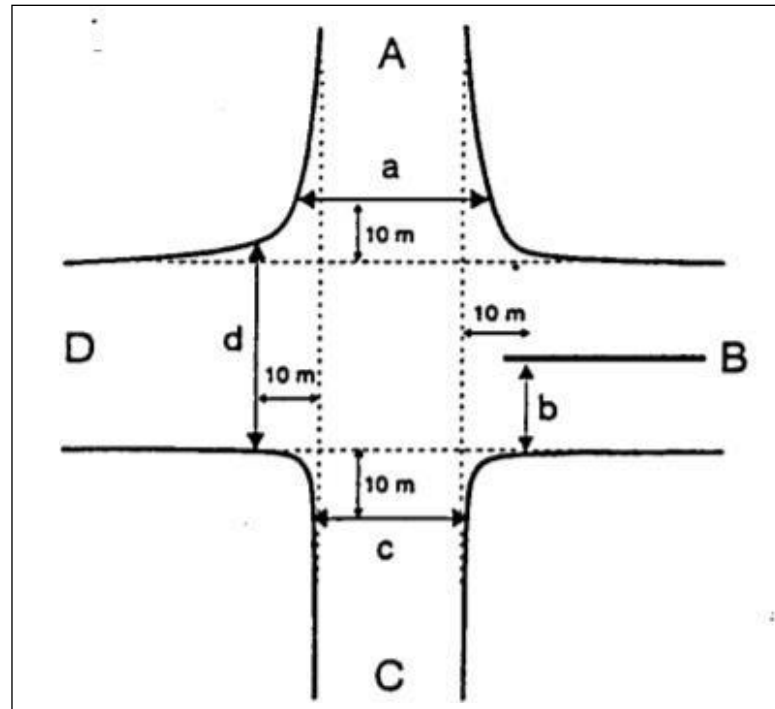
b. Jumlah Lajur

Jumlah lajur yang digunakan untuk keperluan perhitungan ditentukan dari lebar rata-rata pendekat jalan minor dan jalan utama pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4 Lebar Rata-rata Pada Jumlah Lajur

Lebar rata-rata pendekat minor dan utama W_{AC} dan W_{BD} (m)		Jumlah lajur (total kedua arah)
$W_{BD} = (b+d/2)/2$	<5,5	2
	$\geq 5,5$	4
$W_{AC} = (a/2+c/2)/2$	<5,5	2
	$\geq 5,5$	4

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.6 Jumlah Lajur Lebar Rata-rata Pada Jalan Minor dan Jalan Utama

c. Tipe Simpang

Tipe simpang menentukan jumlah lengan simpang dan jumlah lajur pada jalan utama dan minor diklasifikasikan menjadi 5 bagian kode yang ditunjukkan pada **Tabel 2.5**

Tabel 2.5 Kode Tipe Simpang

Kode Tipe Simpang	Jumlah Lengan Simpang	Jumlah Lajur Jalan Minor	Jumlah Lajur Jalan Utama
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

2. Kapasitas Dasar (C_0)

Nilai kapasitas dasar ditentukan berdasarkan tipe simpang yang ditinjau seperti pada **Tabel 2.5**. Berikut ini nilai kapasitas dasar pada setiap tipe simpang yang ditunjukkan pada **Tabel 2.6**.

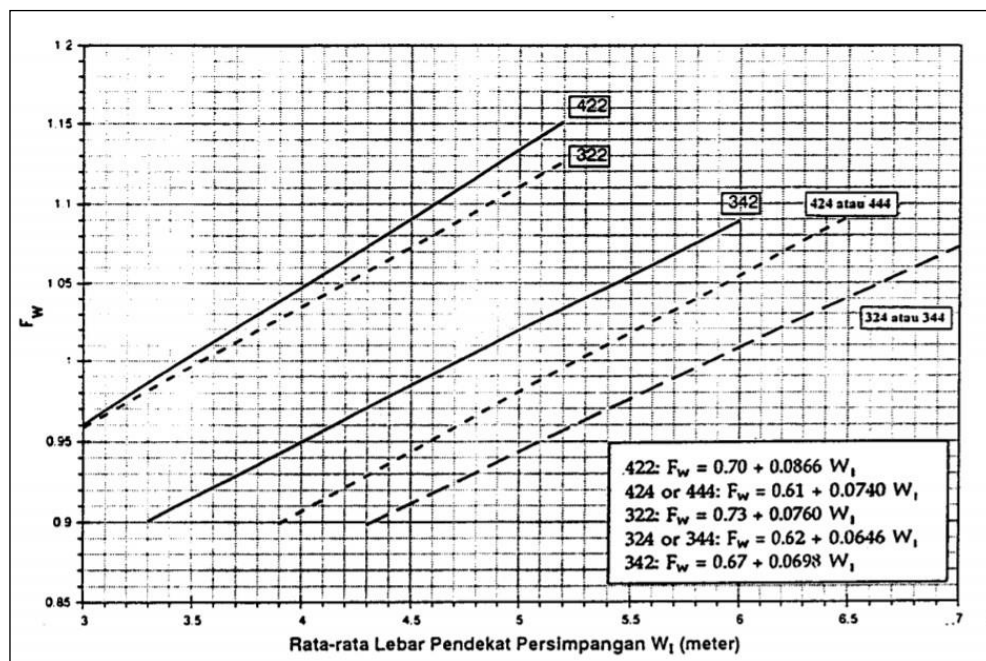
Tabel 2.6 Kapasitas Dasar Menurut Tipe Simpang

Tipe simpang	Kapasitas dasar (smp/jam)
322	2.700
342	2.900
324 atau 344	3.200
422	2.900
424 atau 444	3.400

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

3. Faktor Penyesuai Lebar Pendekat (F_w)

Untuk mendapatkan nilai Faktor Penyesuai Lebar Pendekat (F_w) perlu mendapatkan data perhitungan lebar rata-rata semua pendekat (W_1) terlebih dahulu, apabila sudah menghitung nilai lebar rata-rata tersebut bisa diplotkan kedalam grafik ataupun dimasukan kedalam rumus seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.7**.



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.7 Faktor Penyesuai Lebar Pendekat (F_w)

4. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Ada atau tidaknya median masuk kedalam perhitungan untuk menentukan faktor penyesuaian pada jalan utama seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.7**.

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Jalan Median Utama (F_M)

Uraian	Tipe	Faktor Penyesuaian median
Tidak ada median	Tidak ada	1
Ada median jalan utama, lebar < 3 m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar > 3 m	Lebar	1,2

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

5. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Perbedaan jumlah populasi penduduk pada setiap kota mempunyai tolak ukur dalam pertimbangan faktor penyesuaian ukuran kota yang ditentukan berdasarkan **Tabel 2.8**

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Ukuran kota	Penduduk(juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1
Sangat besar	>3,0	1,05

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

6. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Pada pemilihan faktor F_{RSU} dipertimbangkan berdasarkan pada pemilihan faktor sebelumnya seperti pada pemilihan faktor tipe lingkungan **Tabel 2.3** dan faktor hambatan samping yang ditentukan secara kualitatif sedangkan untuk rasio kendaraan tak bermotor bisa didapatkan pada rumus sebagai berikut:

$$P_{UM} = \frac{Q_{UM}}{Q_{MV}} \quad \dots (2.5)$$

Keterangan:

P_{UM} = Rasio kendaraan tak bermotor

Q_{UM} = Volume total kendaraan tak bermotor (kend/jam)

Q_{MV} = Volume lalu lintas total (kend/jam)

Tabel 2.9 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Kelas tipe lingkungan	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor P _{um}					
		0	0,05	0,1	0,15	0,2	>0,25
Komersial	tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,7
	sedang	0,94	0,89	0,85	0,8	0,75	0,7
	rendah	0,95	0,9	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	tinggi/sedang/rendah	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

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

Variabel yang dimasukan adalah Rasio belok kiri (P_{LT}) dengan rumus sebagai berikut:

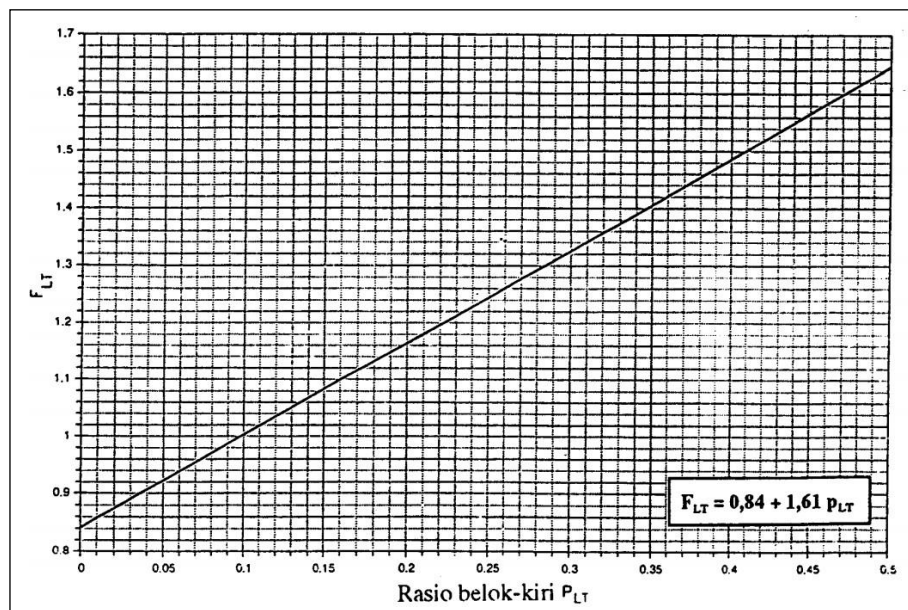
$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q_{Tot}} \quad \dots (2.6)$$

Keterangan:

P_{LT} = Rasio belok kiri

Q_{LT} = Volume total belok kiri (smp/jam)

Q_{TOT} = Volume lalu lintas total (smp/jam)



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

8. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Variabel yang dimasukan adalah rasio belok kanan (P_{RT}) dengan rumus sebagai berikut:

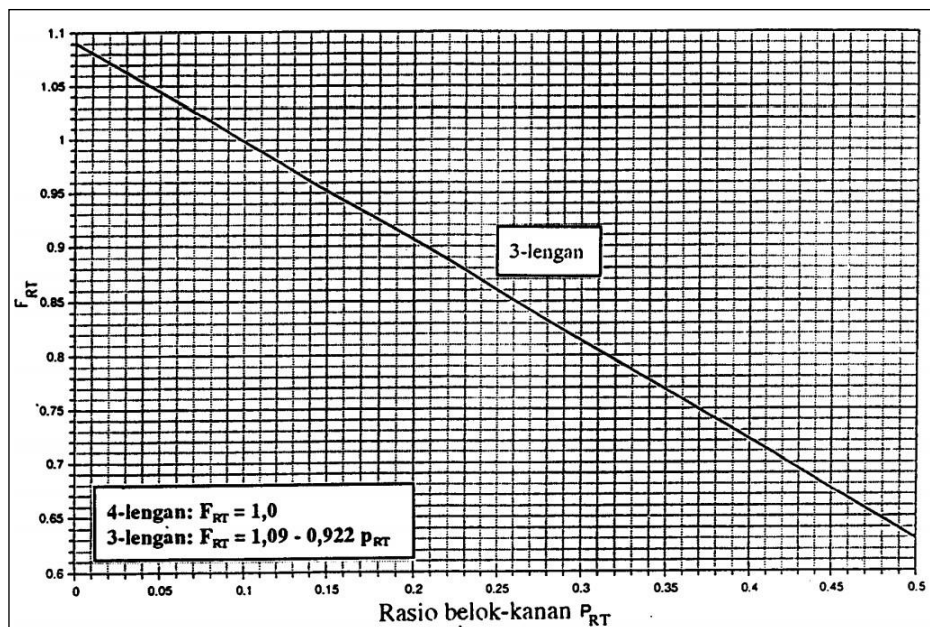
$$P_{RT} = \frac{Q_{RT}}{Q_{Tot}} \quad \dots (2.7)$$

Keterangan:

P_{RT} = Rasio belok kanan

Q_{RT} = Volume lalu lintas belok kanan (smp/jam)

Q_{TOT} = Volume lalu lintas total (smp/jam)



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.9 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

9. Faktor penyesuaian Arus Jalan Minor (P_{MI})

Variabel yang perlu dimasukan adalah Rasio arus jalan minor (P_{MI}) dengan rumus sebagai berikut:

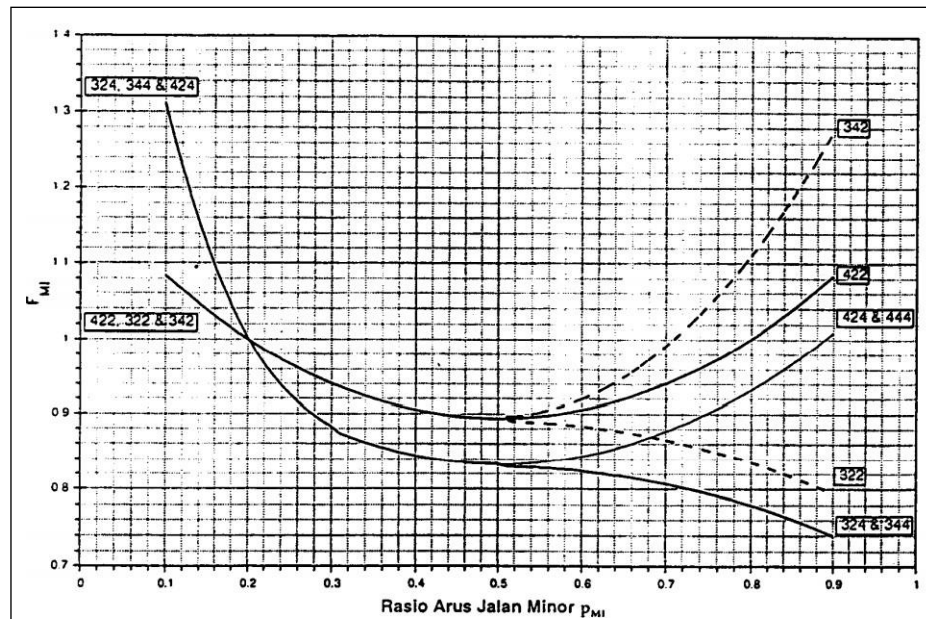
$$P_{MI} = \frac{Q_{MI}}{Q_{Tot}} \quad \dots (2.8)$$

Keterangan:

P_{MI} = Rasio arus jalan minor

Q_{MI} = Volume lalu lintas total jalan minor (smp/jam)

Q_{TOT} = Volume lalu lintas total (smp/jam)



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.10 Faktor Penyesuaian Arus Minor (F_{MI})

Berdasarkan **Gambar 2.10** diuraikan rumus kedalam bentuk tabel seperti pada **Tabel 2.10**

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor Berdasarkan IT

IT	F_{MI}	P_{MI}
422	$1,19P_{MI}^2 - 1,19P_{MI} + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,6P_{MI}^4 - 33,3P_{MI}^3 + 25,3P_{MI}^2 - 8,6P_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
444	$1,11P_{MI}^2 - 1,11P_{MI} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19P_{MI}^2 - 1,19P_{MI} + 1,19$	0,1-0,5
	$-0,595P_{MI}^2 + 0,595P_{MI}^3 + 0,74$	0,5-0,9
342	$1,19P_{MI}^2 - 1,19P_{MI} + 1,19$	0,1-0,5
	$2,38P_{MI}^2 - 2,38P_{MI} + 1,49$	0,5-0,9
324	$16,6P_{MI}^4 - 33,3P_{MI}^3 + 25,3P_{MI}^2 - 8,6P_{MI} + 1,95$	0,1-0,3
344	$1,11P_{MI}^2 - 1,11P_{MI} + 1,11$	0,3-0,5
	$-0,555P_{MI}^2 + 0,555P_{MI} + 0,69$	0,5-0,9

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

2.4.3. Perilaku Lalu Lintas

1. Derajat Kejenuhan

Setelah menghitung kapasitas dengan menggunakan rumus 2.2, langkah selanjutnya adalah menghitung derajat kejenuhan. Derajat kejenuhan digunakan sebagai faktor utama dalam kinerja persimpangan sebab berdasarkan MKJI 1997, batasan normal untuk besarnya derajat kejenuhan kinerja suatu persimpangan memiliki nilai tidak melebihi dari 0,85 yang dihitung berdasarkan rasio antara arus lalu lintas dengan kapasitas jalan.

$$D_s = \frac{Q_{tot}}{C} \quad \dots (2.9)$$

Keterangan:

Q_{tot} = Volume lalu lintas total (smp/jam)

C = Kapasitas(smp/jam)

2. Tundaan

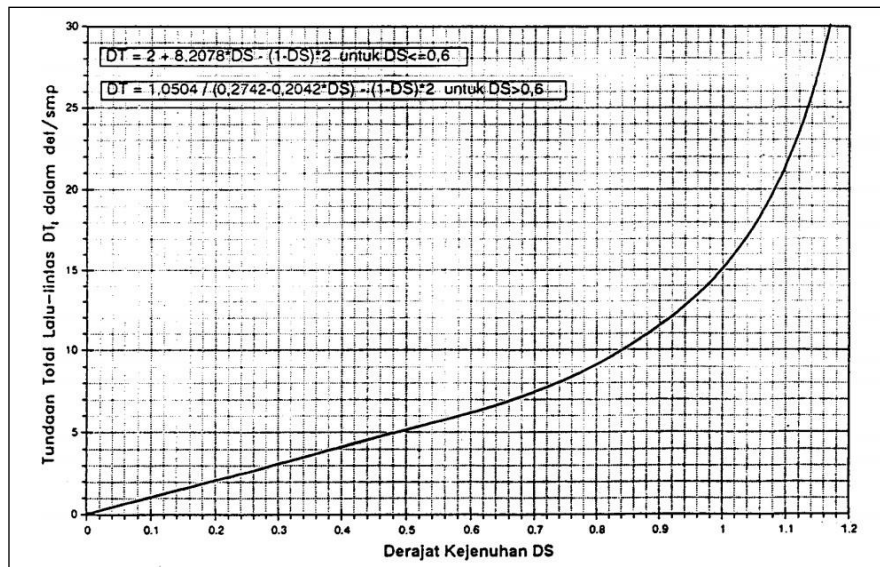
Tundaan adalah waktu yang hilang akibat adanya gangguan lalu-lintas yang berada diluar kemampuan pengemudi untuk mengontrolnya (Pignataro, 1973). Berdasarkan MKJI 1997 tundaan pada simpang dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

- a. Tundaan lalu lintas (DT), yaitu akibat interaksi lalu lintas dengan gerakan lain dalam simpang
- b. Tundaan Geometrik (DG), yaitu akibat perlambatan dan percepatan kendaraan terganggu dan kendaraan tak terganggu.

1) Tundaan Lalu lintas Simpang (DT_1)

Variabel yang dibutuhkan untuk menghitung tundaan lalu lintas simpang yaitu Derajat Kejenuhan seperti yang ditunjukkan pada

Gambar 2.11



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.11 Tundaan Lalu Lintas Pada Simpang (DT)

Selain menggunakan **Gambar 2.11**, alternatif lain mencari nilai DT_1 bisa juga menggunakan rumus sebagai berikut:

Untuk $DS \leq 0,6$ bisa menggunakan rumus

$$DT = 2 + 8,7208 \times DS - (1 - DS) \times 2 \quad \dots (2.10)$$

Untuk $DS > 0,6$ bisa menggunakan rumus

$$DT = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DS)} - (1 - DS) \times 2 \quad \dots (2.11)$$

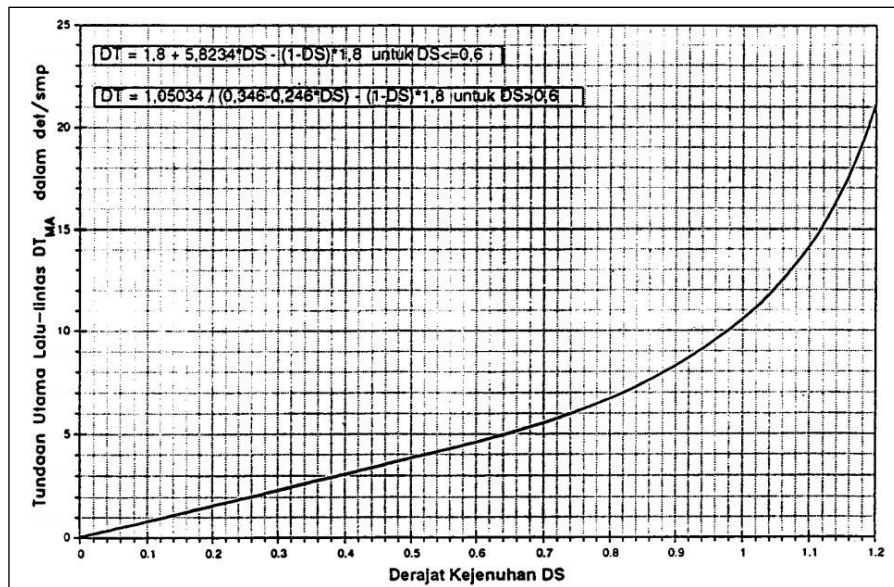
Keterangan:

DT = Tundaan Lalu Lintas Simpang (det/smp)

DS = Derajat Kejenuhan

2) Tundaan lalu lintas Jalan Utama (DT_{MA})

Variabel yang dibutuhkan sama seperti tundaan lalu lintas yaitu Derajat kejenuhan (DS) hanya saja besarnya nilai pengali berbeda. berikut ini adalah kurva antara DT_{MA} dengan DS yang ditunjukkan pada **Gambar 2.12**



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.12 Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT_{MA})

Selain menggunakan **Gambar 2.12**, alternatif lain mencari nilai DT_{MA} bisa juga menggunakan rumus sebagai berikut:

Untuk $DS \leq 0,6$ menggunakan rumus:

$$DT = 2 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8 \quad \dots (2.12)$$

Untuk $DS > 0,6$ menggunakan rumus:

$$DT = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times DS)} - (1 - DS) \times 1,8 \quad \dots (2.13)$$

3) Tundaan Lalu lintas Jalan minor (DT_{MI})

Variabel yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai tundaan lalu lintas jalan minor adalah arus total (Q_{TOT}), Arus jalan utama (Q_{MA}), arus jalan minor (Q_{MI}), tundaan lalu lintas simpang (DT) dan juga tundaan lalu lintas jalan utama (DT_{MA}) yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut.

$$DT_{MI} = \frac{(Q_{TOT} \times DT - Q_{MA} \times DT_{MA})}{Q_{MI}} \quad \dots (2.14)$$

Keterangan:

Q_{tot} = Volume lalu lintas total(smp/jam)

Q_{MA} = Volume lalu lintas jalan utama (smp/jam)

Q_{MI} = Volume lalu lintas jalan minor (smp/jam)

DT_{MA} = Tundaan lalu lintas jalan utama (det/smp)

DT_1 = tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

4) Tundaan Geometrik (DG)

Variabel ratio belok total dipertimbangkan untuk mendapatkan nilai tundaan geometrik yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

Dengan ketentuan syarat untuk nilai $DS < 1,0$:

$$DG = (1 - DS)(P_T \times 6 + (1 - P_T) \times 3) + DS \times 4 \quad \dots (2.15)$$

Sedangkan untuk nilai $DS \geq 1,0$; $DG = 4$

Keterangan:

DG = Tundaan geometrik (det/smp)

DS = Derajat kejenuhan

P_T = Rasio belok total

5) Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = DG + DT_1 \quad \dots (2.16)$$

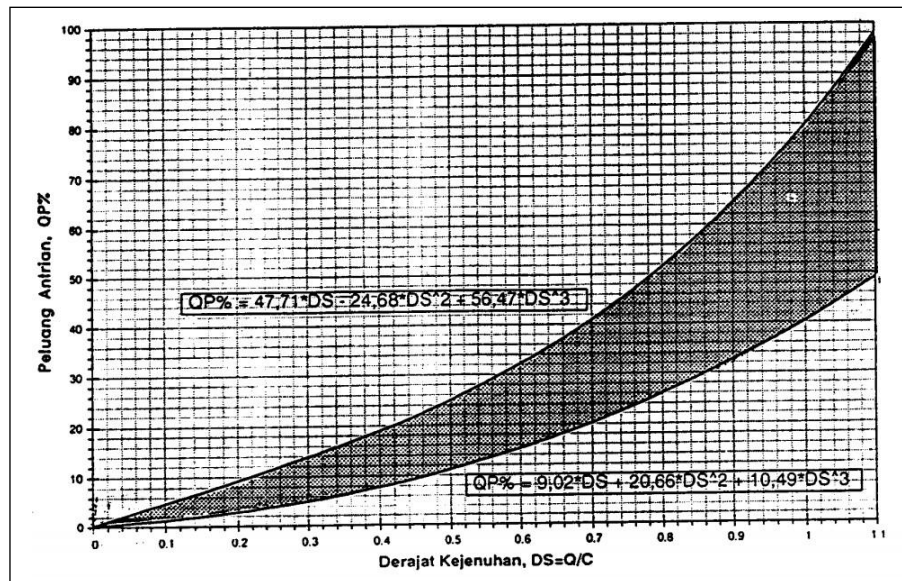
Keterangan:

DG = Tundaan geometrik (det/smp)

DT_1 = Tundaan lalu lintas simpang (det/smp)

3. Peluang Antrian ($Q_p\%$)

Peluang antrian adalah kemungkinan terjadinya antrian kendaraan pada suatu simpang yang dinyatakan dalam suatu persen berdasarkan ratio antara derajat kejenuhan (DS) dengan peluang antrian (Q_p) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.13**



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.13 Rentang Peluang Antrian Terhadap Derajat Kejenuhan

2.5. Tingkat Pelayanan

Pada persimpangan tundaan simpang yang telah dihitung mempunyai tingkat pelayanan yang berbeda-beda. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas tingkat pelayanan pada simpang dapat dikategorikan menjadi 6 macam:

1. Tingkat Pelayanan A, yaitu dengan nilai kondisi tundaan kurang dari 5 detik
2. Tingkat Pelayanan B, yaitu dengan nilai kondisi tundaan simpang lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan
3. Tingkat Pelayanan C, yaitu dengan nilai kondisi tundaan simpang antara lebih dari 15 detik sampai 25 detik.
4. Tingkat Pelayanan D, yaitu dengan nilai kondisi tundaan simpang antara lebih dari 25 detik sampai 40 detik.
5. Tingkat Pelayanan E, yaitu dengan nilai kondisi tundaan simpang antara lebih dari 40 detik sampai 60 detik
6. Tingkat Pelayanan F, yaitu dengan nilai kondisi tundaan simpang lebih dari 60 detik.

2.6. Prosedur Simpang APILL

Data survei yang telah diukur dan dihitung pada sebelumnya, langkah selanjutnya yaitu menganalisis kinerja simpang berdasarkan PKJI 2014. Analisis kinerja simpang bersinyal akan dilakukan pada cara dibawah ini.

2.6.1. Data Masukan

Penggunaan formulir SIG-I berisi mengenai data umum, geometrik jalan kondisi lingkungan, ada atau tidaknya median, apakah direncanakan belok kiri langsung ataupun tidak.

1. Kondisi Geometrik

Masukan lebar bagian yang diperkeras (W_A) dari masing-masing pendekat, lebar belok kiri langsung ($W_{L\text{TOR}}$ bila diperlukan), lebar bagian masuk persimpangan (W_{masuk}) dan lebar keluar persimpangan (W_{keluar}).

2. Kondisi Lalu Lintas

Menghitung arus lalu lintas menjadi satuan smp/jam pada kondisi terlindung ataupun terlawan dengan menggunakan tabel ekivalensi sebagai berikut

Tabel 2.11 Ekivalensi Mobil Penumpang

Tipe Kendaraan	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
KR	1	1
KB	1,3	1,3
SM	0,2	0,4

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2014.

3. Penentuan Fase dan Waktu Hilang

Menentukan fase sinyal dan juga waktu hilang ini sebagai jumlah dari waktu antar hijau persiklus dimana waktu antar hijau dapat diperoleh berdasarkan tabel berikut:

Tabel 2.12 Nilai Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata-rata (m)	Nilai Waktu Antar Hijau (Detik/fase)
Kecil	6-10	4
Sedang	10-15	5
Besar	> 15	6

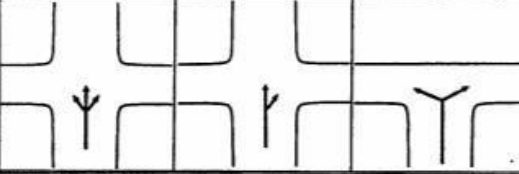
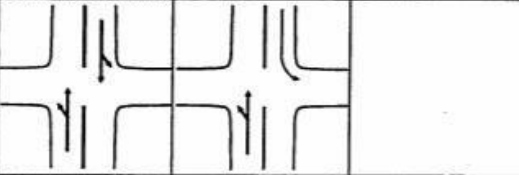
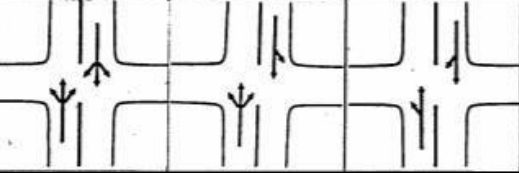
Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2014.

Waktu Hilang Total (LTI) = $\sum$ (Merah semua+ kuning), Waktu kuning biasa diambil 3 detik.

2.6.2 Penentuan Waktu Sinyal

1. Tipe Pendekat

Menentukan tipe pendekat terlindung atau terlawan berdasarkan fase sinyal yang dipilih.

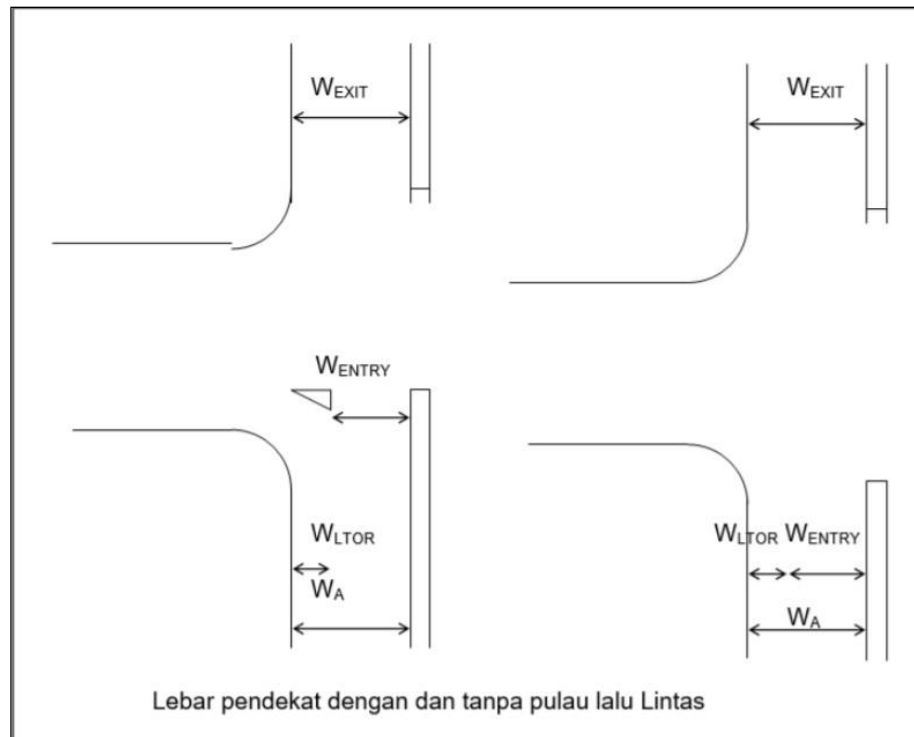
Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekat
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu arah: Jalan satu arah Simpang T
		
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas
		
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah
		
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.
		

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.

Gambar 2.14 Tipe Pendekat

2. Lebar Pendekat Efektif

Menentukan lebar efektif pada pendekat berdasarkan lebar pendekat (W_A), lebar masuk (W_{masuk}) dan lebar keluar (W_{keluar}) yang bisa dilihat pada gambar berikut



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2014.

Gambar 2.15 Lebar Pendekat Efektif

- Jika $W_{L\text{TOR}} > 2 \text{ m}$, yang artinya kendaraan boleh melakukan pergerakan belok kiri langsung

Maka $Q = Q_{\text{ST}} + Q_{\text{RT}}$

$$W_e = W_A - W_{L\text{TOR}} \text{ atau } W_e = W_{\text{Masuk}} \quad \dots (2.17)$$

- Jika $W_{L\text{TOR}} < 2 \text{ m}$, yang artinya kendaraan boleh melakukan pergerakan belok kiri langsung

Maka $Q = Q_{\text{ST}} + Q_{\text{RT}} + Q_{\text{LT}}$

$$W_e = W_A \text{ atau } W_e = W_{\text{Masuk}} - W_{L\text{TOR}} \quad \dots (2.18)$$

3. Arus Jenuh Dasar (S_0)

Parameter yang dibutuhkan yaitu lebar efektif (W_e) dengan rumus sebagai berikut:

$$S_0 = 600 \times W_e \quad \dots (2.19)$$

4. Faktor Penyesuaian

Menentukan faktor-faktor penyesuaian untuk kedua tipe pendekat terlindung atau terlawan

a. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

Tabel 2.13 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
>3,0	1,05
1,0-3,0	1
0,5-1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber: Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2014.

b. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Mengenai kondisi lingkungan pada setiap pendekat dan kelas hambatan samping

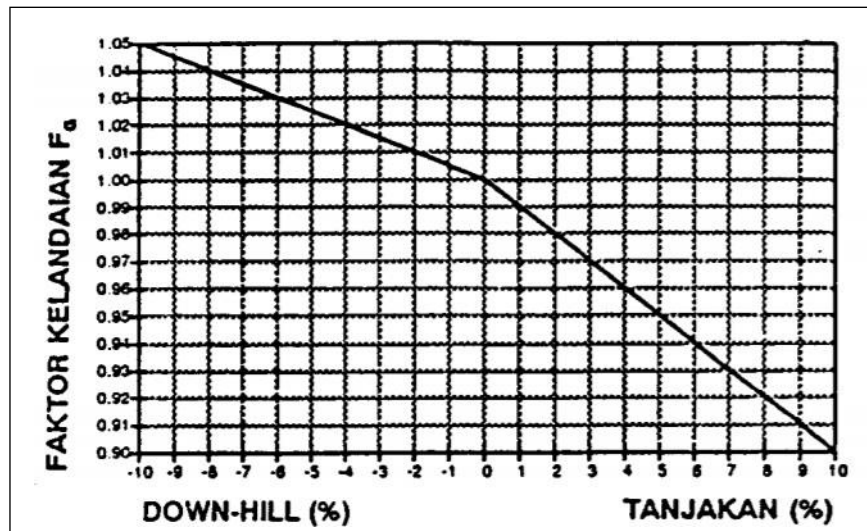
Tabel 2.14 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

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

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2014.

c. Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Mengenai adanya kelandaian pada setiap pendekat yang dapat dilihat pada gambar berikut

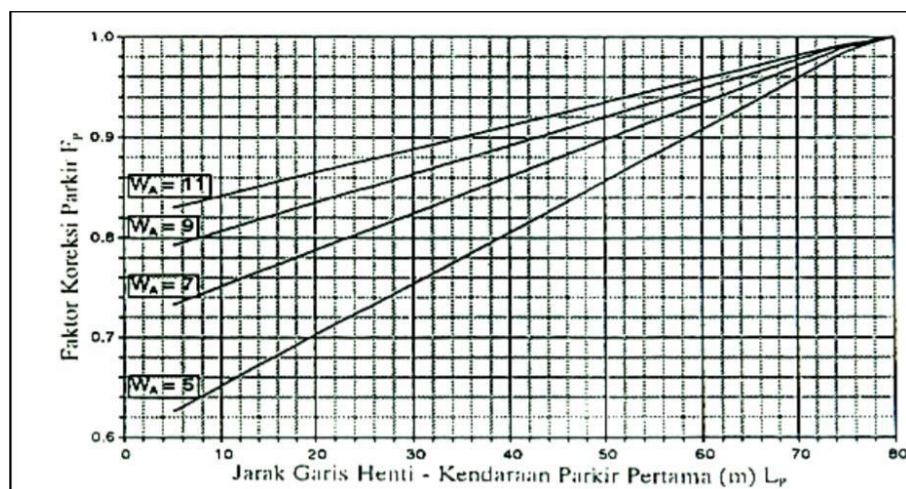


Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2014.

Gambar 2.16 Faktor Penyesuaian Kelandaian

d. Faktor Penyesuaian Parkir (F_p)

Mengenai faktor parkir dapat digunakan dengan menggunakan **Gambar 2.17**.



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2014.

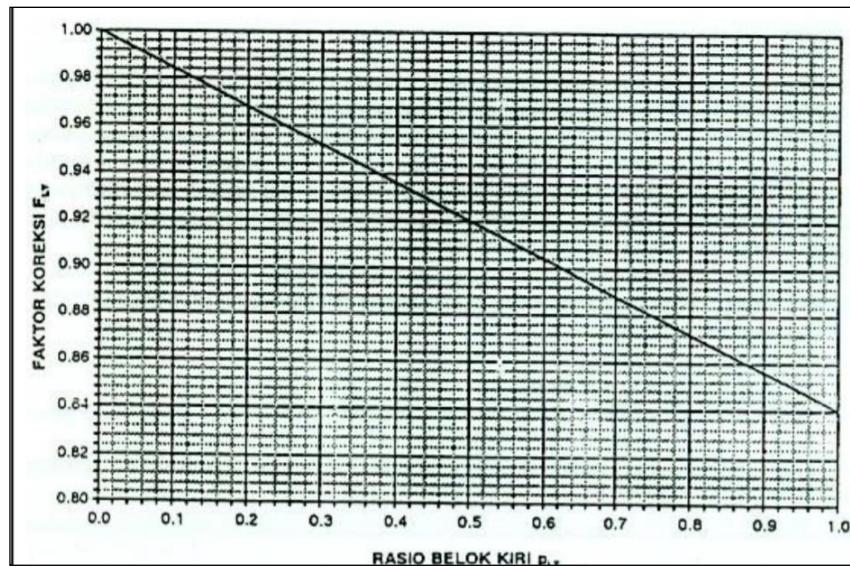
Gambar 2.17 Faktor Penyesuaian Parkir

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

Parameter utama yang digunakan yaitu rasio belok kiri (P_{LT}) pada setiap pendekat

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16 \quad \dots (2.20)$$

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q_{Tot}} \quad \dots (2.21)$$



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2014.

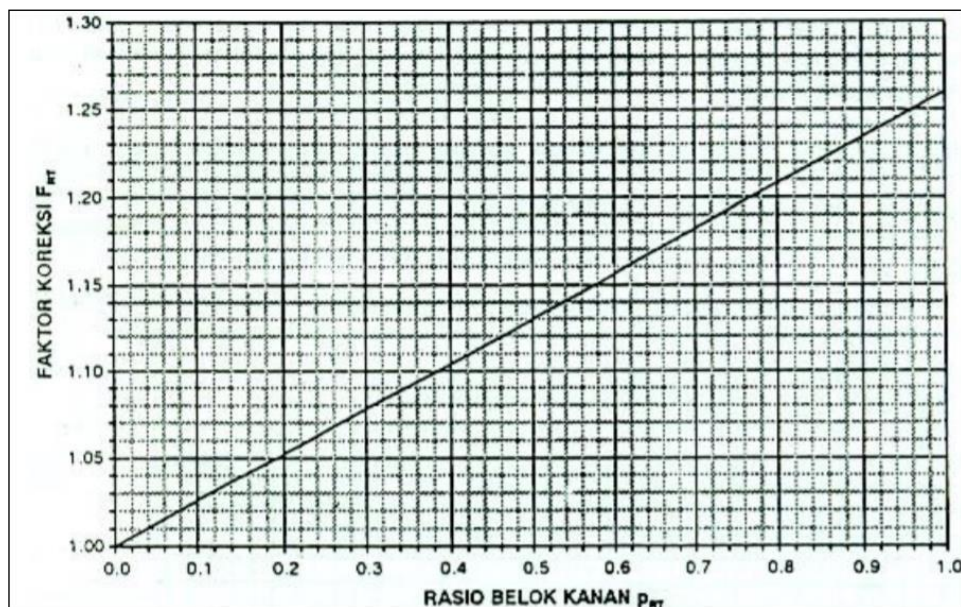
Gambar 2.18 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Parameter utama yaitu rasio kendaraan belok kanan (P_{RT}) pada setiap pendekat.

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \quad \dots (2.22)$$

$$P_{RT} = \frac{Q_{RT}}{Q_{Tot}} \quad \dots (2.23)$$



Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 2014.

Gambar 2.19 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

g. Arus Jenuh

Setelah diperoleh faktor-faktor penyesuaian maka dapat menghasilkan nilai arus jenuh dengan rumus sebagai berikut:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_P \times F_G \times F_{LT} \times F_{RT} \quad \dots (2.24)$$

Keterangan:

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam)

F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

F_P = Faktor penyesuaian parkir

F_G = Faktor penyesuaian kelandaian

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok Kanan

5. Rasio Arus

Rasio antara arus lalu lintas (Q) pada setiap pendekat dengan arus jenuh yang sudah disesuaikan dengan faktor penyesuaian.

$$FR = \frac{Q}{S} \quad \dots (2.25)$$

Keterangan

FR = Rasio Arus

Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

S = Arus Jenuh (smp/jam)

Menghitung arus rasio simpang sebagai jumlah dari nilai FRcrit

$$IFR = \sum FR_{crit}$$

Menghitung rasio fase (PR) pada masing-masing fase yang digunakan

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR} \quad \dots (2.26)$$

Keterangan

PR = Rasio fase

FRcrit = Rasio arus pendekat

IFR = Rasio arus simpang

6. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

- a. Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua)

Menghitung waktu siklus dengan rumus sebagai berikut:

$$Cua = \frac{1,5 \times LT + 5}{1 - IFR} \quad \dots (2.27)$$

Keterangan:

Cua = waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total (det)

IFR = Rasio arus simpang

- b. Waktu hijau (g)

Menghitung waktu hijau dengan rumus sebagai berikut:

$$gi = (Cua - LTI) \times PRi \quad \dots (2.28)$$

Keterangan

gi = tampilan waktu hijau pada fase i (det)

Cua = Waktu siklus (det)

LTI = Waktu hilang total (det)

PRi = Rasio fase

2.6.3. Kapasitas

Kapasitas yang dihitung dari merupakan kapasitas dari masing-masing pendekat. Kapasitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = S \times g / c \quad \dots (2.29)$$

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

Setelah menghitung kapasitas pada masing-masing pendekat maka selanjutnya menghitung derajat kejenuhan sebagai indikator utama bahwa jalan tersebut mengalami kemacetan atau tidak.

$$DS = \frac{Q}{C} \quad \dots (2.30)$$

Keterangan:

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

2.6.4. Panjang Antrian

Menghitung jumlah panjang antrian dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad \dots (2.31)$$

$$QL = \frac{NQ \times 20}{W_{entry}} \quad \dots (2.32)$$

1. Untuk $DS > 0,5$

$$NQ1 = 0,25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8x(DS - 0,5)}{C}}] \quad \dots (2.33)$$

Keterangan:

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

C = Kapasitas (smp/jam)

2. Untuk $DS < 0,5$, $NQ1 = 0$

$$NQ2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad \dots (2.34)$$

Keterangan:

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (detik)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

2.6.5. Kendaraan Terhenti

Menghitung angka henti dari masing-masing pendekat sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp.

1. Laju Henti

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \quad \dots (2.35)$$

Keterangan

c = waktu siklus (Detik)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

2. Jumlah kendaraan terhenti

$$NSv = Q \times NS \quad \dots (2.36)$$

2.6.6. Tundaan

Menghitung nilai tundaan akibat arus lalu lintas yang dibagi oleh beberapa bagian. Tundaan dapat diperoleh dengan cara dibawah ini.

1. Tundaan lalu lintas (DT)

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \quad \dots (2.37)$$

Keterangan:

c = kapasitas (smp/jam)

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$$

DS = derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

2. Tundaan geometri (DG)

Menghitung tundaan geometri rata-rata dari masing-masing pendekat akibat percepatan dan perlambatan ketika menunggu giliran.

$$DG = (1 - Psv) \times P_T \times 6 + (Psv \times 4) \quad \dots (2.38)$$

Keterangan:

Psv = rasio kendaraan terhenti pada pendekat

P_T = rasio belok pada pendekat

3. Tundaan rata-rata

Menghitung tundaan rata-rata dari masing-masing pendekat yang telah dihitung sebelumnya

$$D = \frac{D \times Q}{3600} \quad \dots (2.39)$$

Keterangan:

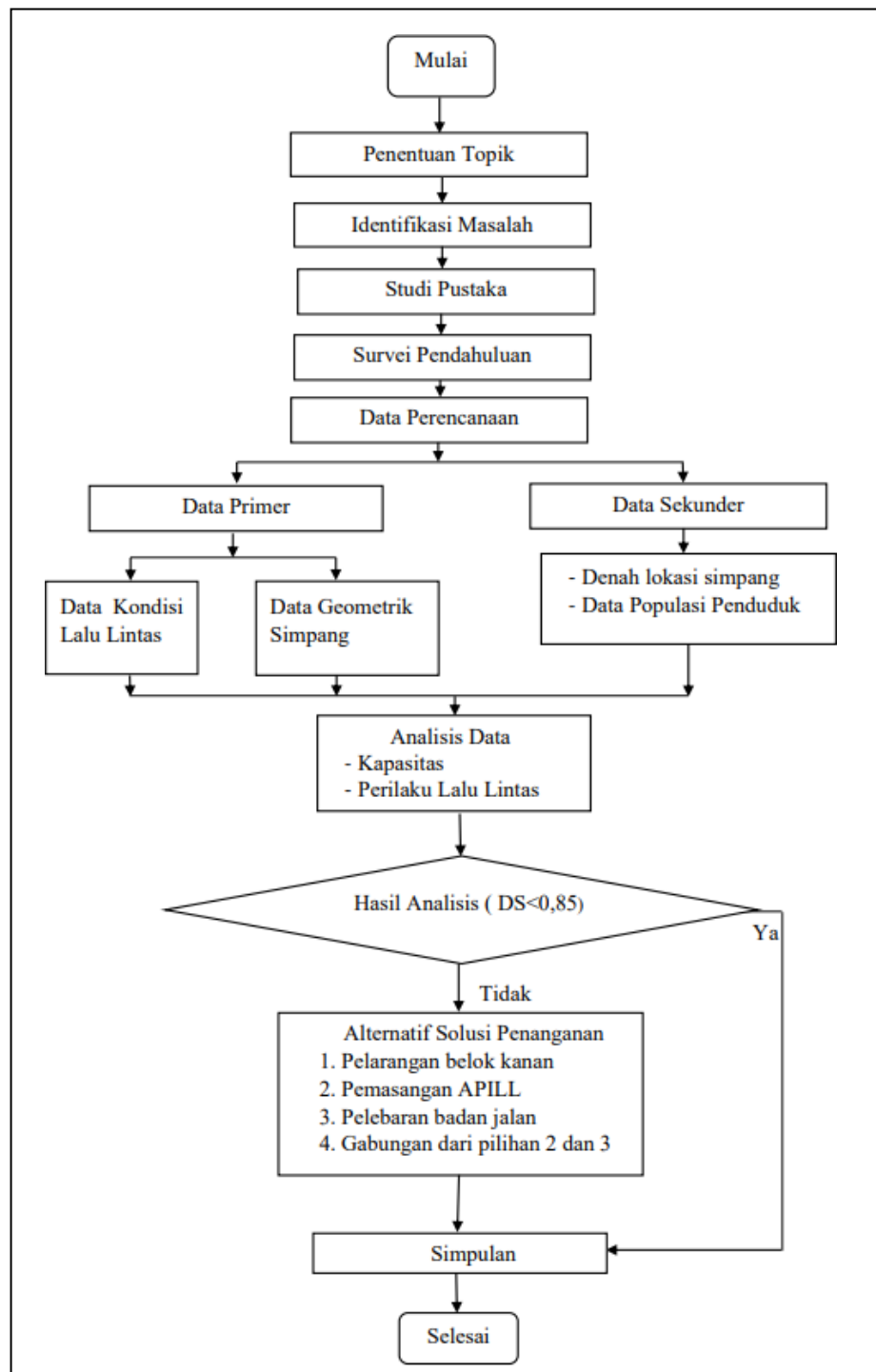
D = Tundaan total simpang (det/smp)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Perencanaan



Gambar 3.1 Bagan Alir Perencanaan

3.2. Tahapan Awal Penelitian

Tahapan awal penelitian biasanya dimulai dari penentuan topik dimana peneliti ingin menentukan topik seperti apa lalu dilanjut dengan identifikasi masalah yang didapat dari suatu latar belakang yang akan diteliti. Ketika mengidentifikasi masalah perlu landasan atau pedoman yang valid untuk memperkuat bahwa masalah yang diteliti berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya sehingga perlu adanya studi literatur. Dalam penelitian, studi lapangan perlu dilakukan oleh peneliti sebab data-data yang akan diperoleh akan diolah kembali ke tahap selanjutnya sehingga perlu adanya survei pendahuluan seperti mengamati titik lokasi yang akan diteliti dan menentukan waktu penelitian. Dengan melakukan studi lapangan sehingga akan diperoleh pengumpulan data seperti data primer dan juga sekunder.

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dengan berdasarkan survei pendahuluan dimana terdapat 2 data yang akan diperoleh yaitu data primer dan data sekunder. Kedua data tersebut diperlukan untuk keperluan analisis kinerja pada simpang dengan cara dibawah ini.

3.3.1. Data Primer

Data primer yang didapatkan dari studi lapangan ini bisa berupa

1. Kondisi Lalu lintas

Mengenai arus lalu lintas yang akan melewati simpang dengan kategori jenis kendaraan bermotor ataupun kendaraan tak bermotor dilakukan selama 2 hari pada jam sibuk dengan waktu pelaksanaan pagi hari (06.00-07.00) dan sore hari (16.00-17.00).

2. Kondisi Geometrik Jalan

Mengukur lebar pada setiap pendekatan dan menentukan jalan utama, jalan minor pada simpang dan juga menentukan ada atau tidaknya median.

3. Kondisi Lingkungan

Menentukan tipe lingkungan dengan melihat kondisi bangunan yang berada di area simpang seperti pemukiman, komersial ataupun akses terbatas.

3.3.2. Data Sekunder

Data sekunder yang dimaksud data yang diperoleh dari internet seperti jumlah populasi penduduk yang bisa didapat dari data Badan Pusat Statistik dan juga denah lokasi simpang yang bisa didapat dari *google maps*.

3.4. Analisis Data

Setelah data primer dan data sekunder diperoleh, maka data tersebut diolah untuk dianalisis bagaimana kinerja persimpangan antara Jalan Kopo dan Jalan Cibolerang dengan parameter sebagai berikut:

1. Kapasitas

Nilai kapasitas yang dihitung akan mempengaruhi kinerja persimpangan dengan faktor-faktor penyesuaian yang telah dipertimbangkan.

2. Perilaku Lalu Lintas

Berupa nilai-nilai kinerja persimpangan seperti derajat kejenuhan (DS), Peluang Antrian (QP), Tundaan (D).

3.5. Hasil Analisis

Pada poin ini berupa hasil yang telah dianalisis berdasarkan perhitungan MKJI 1997 dengan output yang didapat yaitu berupa kinerja persimpangan itu sendiri dimana terdapat derajat kejenuhan sebagai parameter utama dalam menentukan kinerja persimpangan itu termasuk kedalam kategori yang lancar ataupun macet.

3.6. Alternatif Solusi Simpang

Pada poin ini, hasil analisis yang diperoleh pada kondisi eksisting tidak memenuhi syarat yang disarankan sehingga adanya upaya perbaikan kinerja dengan cara memberikan beberapa pilihan mengenai perbaikan kinerja seperti upaya

rekayasa manajemen lalu lintas yaitu pelarangan belok kanan, pemasangan APILL, pelebaran jalan, serta gabungan dari pelebaran dan pemasangan APILL.

3.7 Simpulan

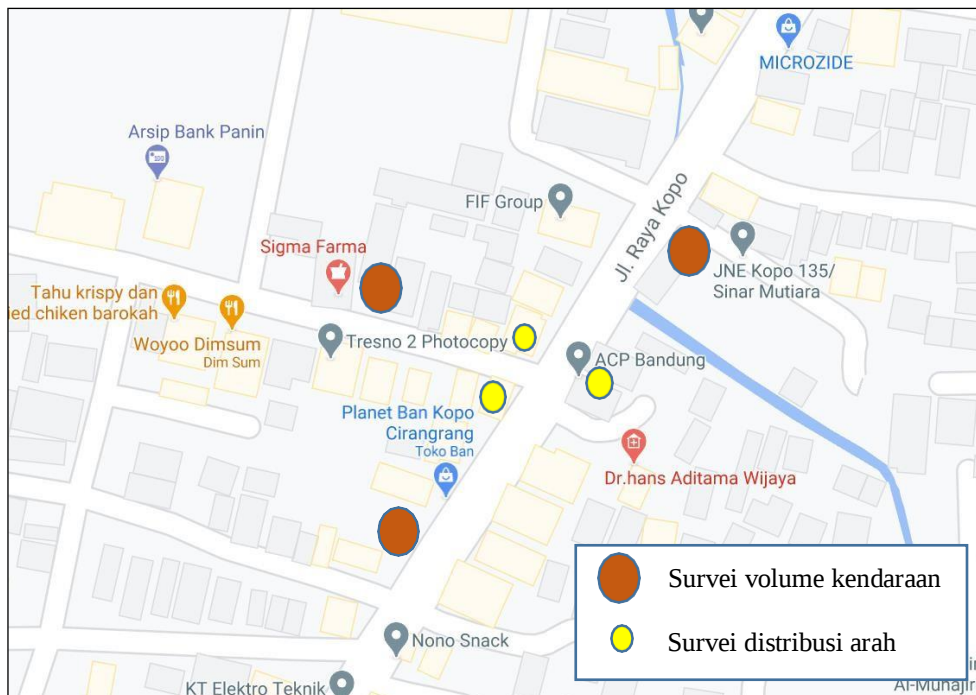
Upaya perbaikan kinerja pada simpang menghasilkan hasil analisis yang berbeda-beda sehingga dari keempat pilihan solusi yang telah dianalisis menentukan upaya perbaikan kinerja simpang berdasarkan penilaian kinerja simpang yang paling terbaik.

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Titik Pengamatan

Lokasi titik pengamatan dilakukan untuk mencatat arus lalu lintas kendaraan yang akan melewati simpang pada setiap lengan simpang Jalan Raya Kopo–Jalan Cibolerang.

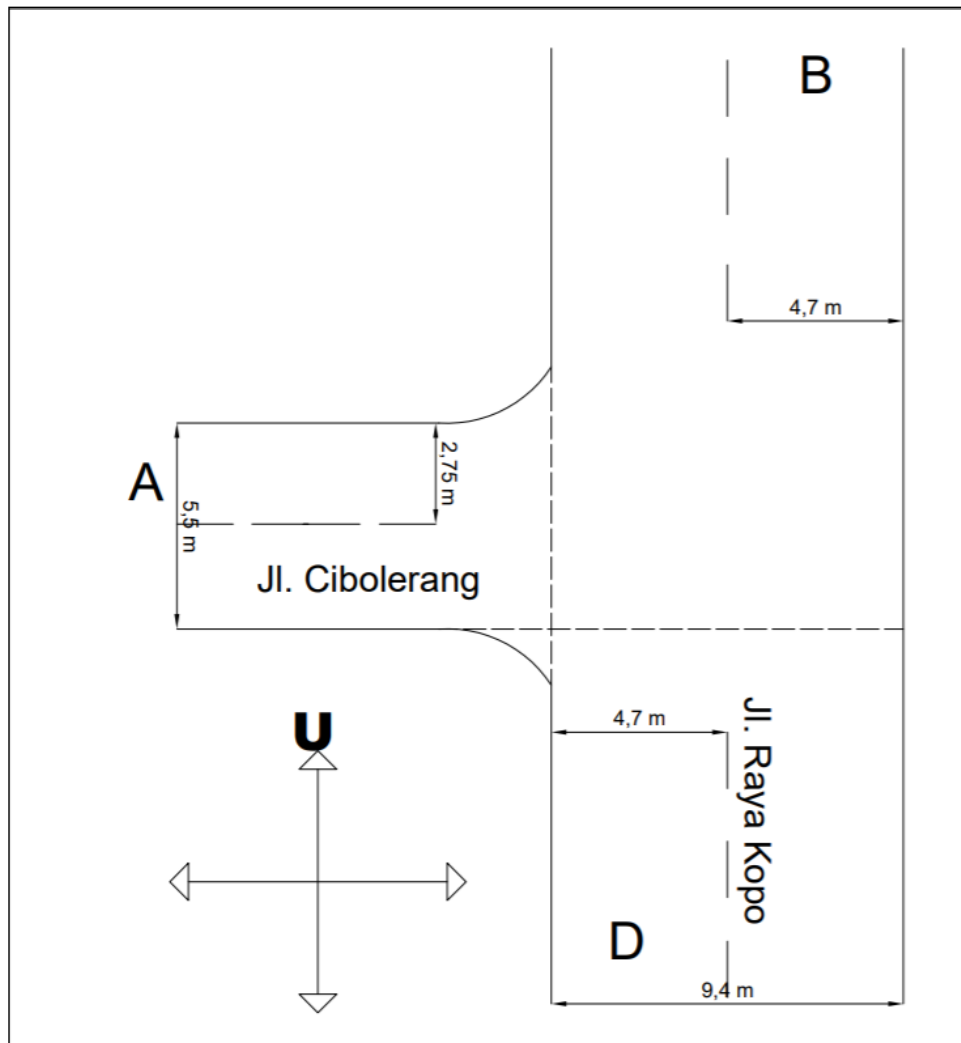


Sumber: Google Maps, 2020.

Gambar 4.1 Lokasi Titik Pengamatan

4.2. Kondisi Geometrik

Pengukuran lebar jalan ini dilakukan dengan alat meter dorongan dengan penentuan jalan utama yaitu Jalan Raya Kopo dan jalan minor yaitu Jalan Cibolerang.



Gambar 4.2 Geometrik Simpang Jalan Raya Kopo dan Jalan Cibolerang

4.3. Volume Lalu Lintas Kendaraan

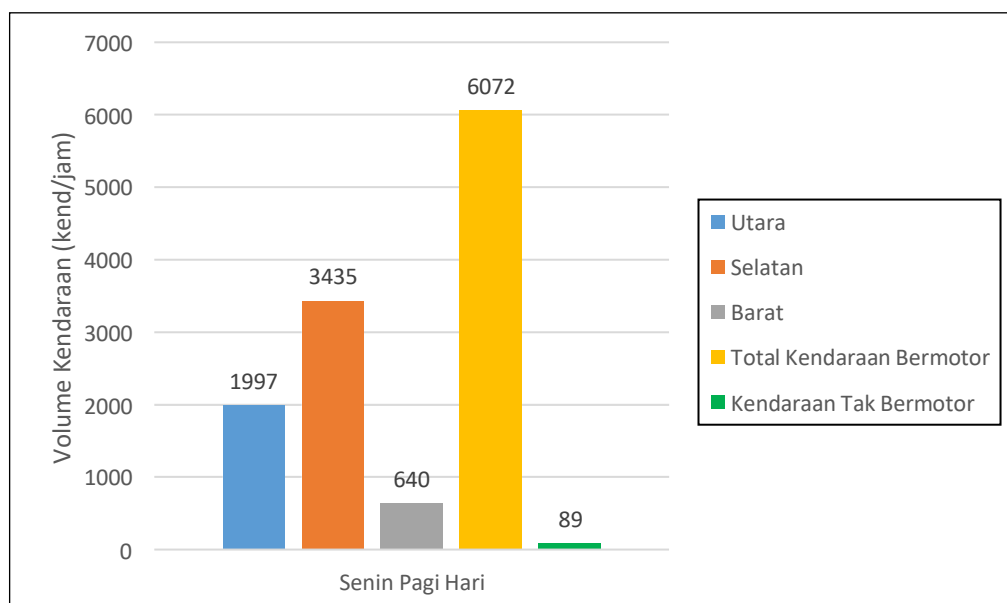
Data arus lalu lintas dari setiap ruas jalan berdasarkan hasil survei selama 2 hari dengan waktu pelaksanaan pagi hari (06.00-07.00) dan sore hari (16.00-17.00). Berikut ini data volume kendaraan pada setiap ruas jalan.

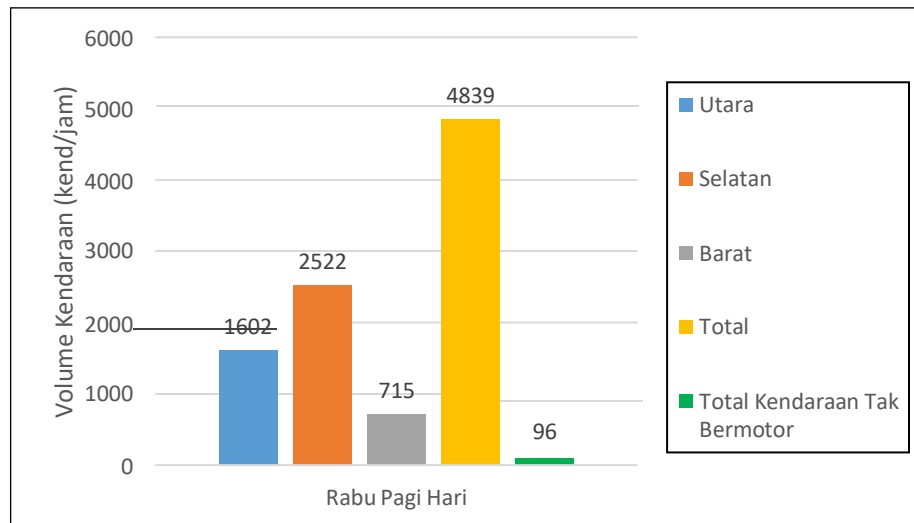
4.3.1. Volume Lalu Lintas Pada Pagi Hari

Data volume lalu lintas pada pagi pukul 06.00-07.00 pada hari senin dan rabu pada setiap ruas jalan dapat dilihat pada **Tabel 4.1** dan **Gambar 4.3**, **Gambar 4.4**.

Tabel 4.1 Data Volume Kendaraan Tiap Ruas Jalan Pagi Hari

		Volume Kendaraan (Kend/jam)				
Pagi Hari		MC (Sepeda Motor)	LV (Kendaraan Ringan)	HV (Kendaraan Berat)	UM	Total Kendaraan Bermotor
Senin	Jalan Raya Kopo (Utara)	1.637	322	38	16	1.997
	Jalan Raya Kopo (Selatan)	2.936	450	49	59	3.435
	Jalan Cibolerang	549	87	4	14	640
Total						6.072
Rabu	Jalan Raya Kopo (Utara)	1.338	249	15	42	1.602
	Jalan Raya Kopo (Selatan)	2.176	301	45	42	2.522
	Jalan Cibolerang	622	90	3	12	715
Total						4.839



Gambar 4.3 Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Senin Pagi**Gambar 4.4** Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Rabu Pagi

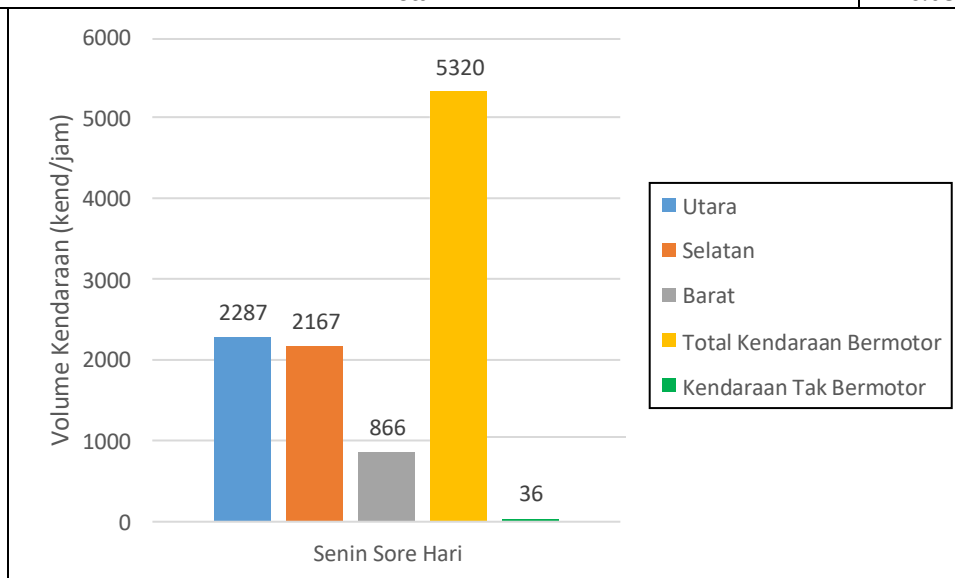
4.3.2. Volume Lalu Lintas Pada Sore Hari

Data volume lalu lintas pada pagi pukul 06.00-07.00 pada hari senin dan rabu pada setiap ruas jalan dapat dilihat pada **Tabel 4.2** dan untuk grafik dapat dilihat pada **Gambar 4.5**, **Gambar 4.6**.

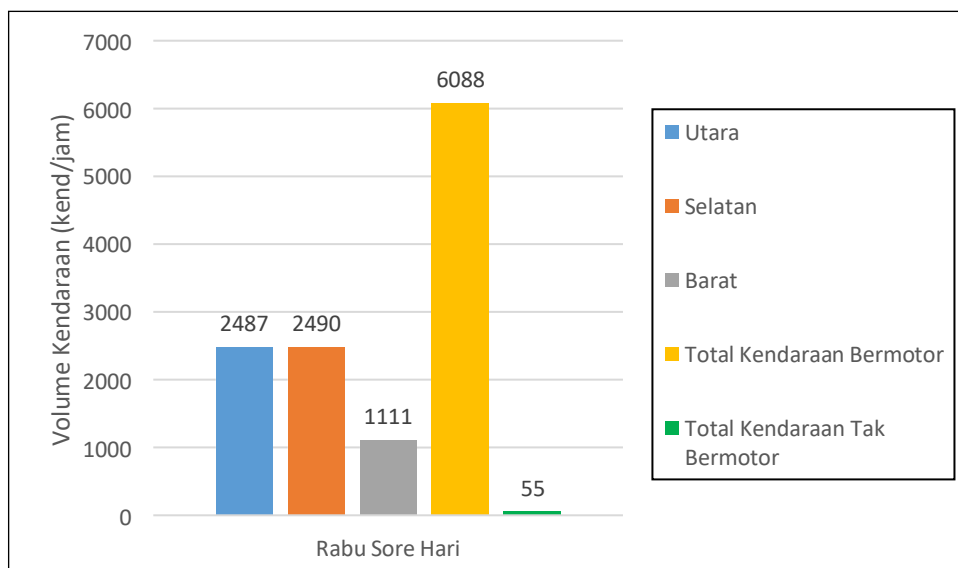
Tabel 4.2 Data Volume Kendaraan Tiap Ruas Jalan Sore

		Volume Kendaraan (Kend/jam)				
Sore Hari		MC (Sepeda Motor)	LV (Kendaraan Ringan)	HV (Kendaraan Berat)	UM	Total Kendaraan Bermotor
Senin	Jalan Raya Kopo (Utara)	1.801	453	33	19	2.287
	Jalan Raya Kopo (Selatan)	1.669	424	74	13	2.167
	Jalan Cibolerang	654	196	16	4	866
Total						5.320
Rabu		2.203	242	42	19	2.487

	Jalan Raya Kopo (Utara)					
	Jalan Raya Kopo (Selatan)	2.080	337	73	27	2.490
	Jalan Cibolerang	968	131	12	9	1.111
Total						6.088



Gambar 4.5 Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Senin Sore



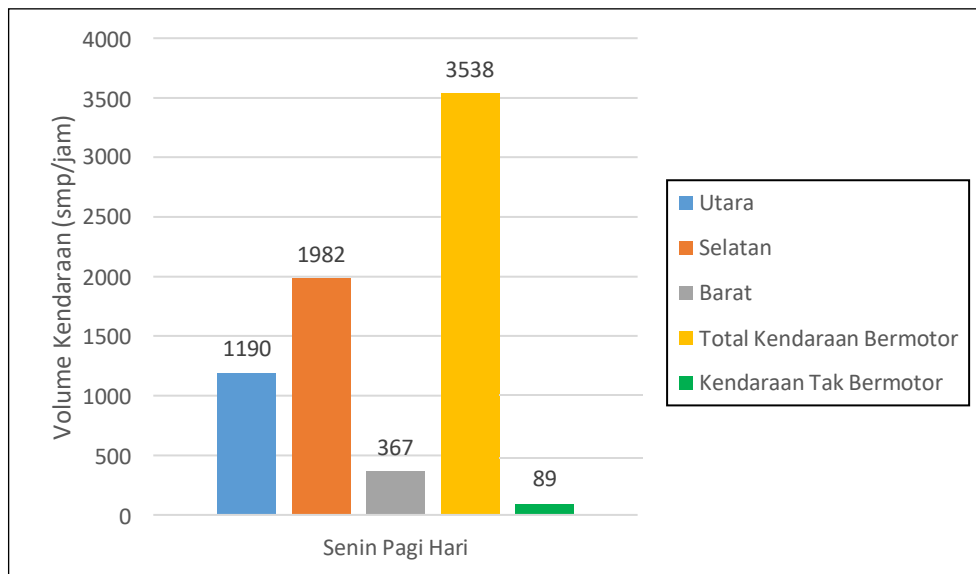
Gambar 4.6 Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Rabu Sore

4.3.3. Konversi Volume Lalu Lintas Pada Pagi Hari

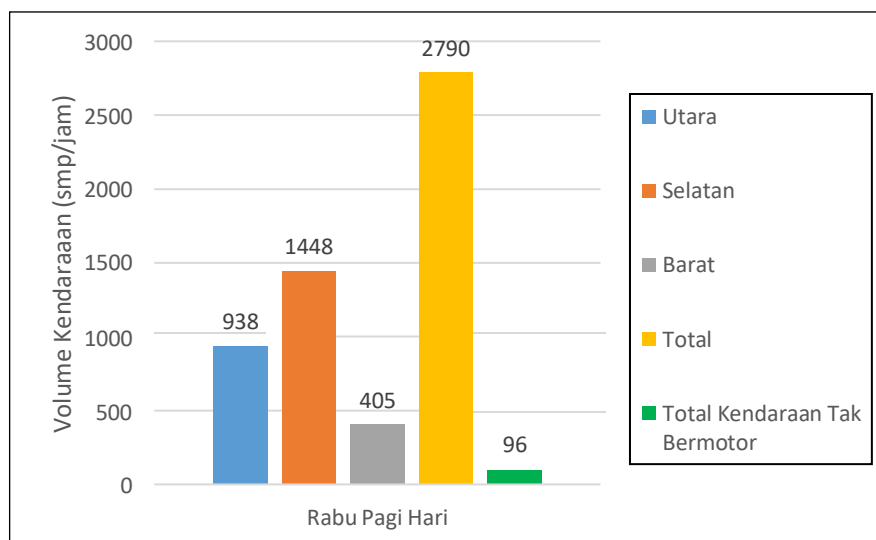
Data volume lalu lintas yang sudah dikonversi menggunakan **Tabel 2.1** pada pagi pukul 06.00-07.00 pada hari senin dan rabu pada setiap ruas jalan dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dan untuk grafik dapat dilihat pada **Gambar 4.7, Gambar 4.8.**

Tabel 4.3 Data Konversi Volume Kendaraan Ruas Jalan Pagi Hari

Pagi Hari		Volume kendaraan (smp/jam)			(Smp/jam)	
		MC (Sepeda Motor)	LV (Kendaraan Ringan)	HV (Kendaraan Berat)	UM	Total Kendaraan Bermotor
Senin	Jalan Raya Kopo (Utara)	818	322	49	16	1.189
	Jalan Raya Kopo (Selatan)	1.468	450	64	59	1.982
	Jalan Cibolerang	275	87	5	14	367
Total						3.538
Rabu	Jalan Raya Kopo (Utara)	669	249	20	42	938
	Jalan Raya Kopo (Selatan)	1.088	301	59	42	1.448
	Jalan Cibolerang	311	90	4	12	405
Total						2.790



Gambar 4.7 Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Senin Pagi



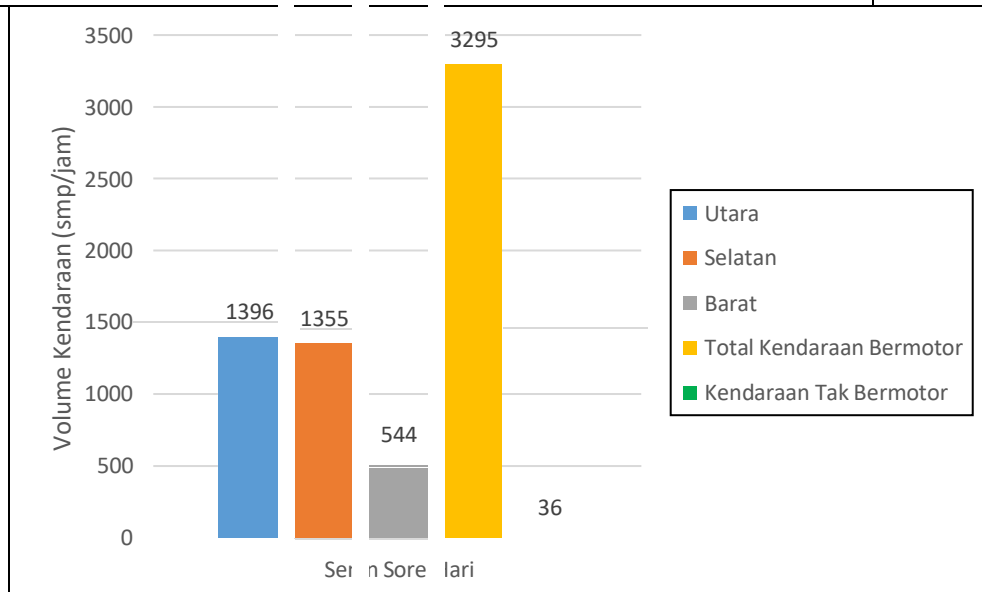
Gambar 4.8 Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Rabu Pagi

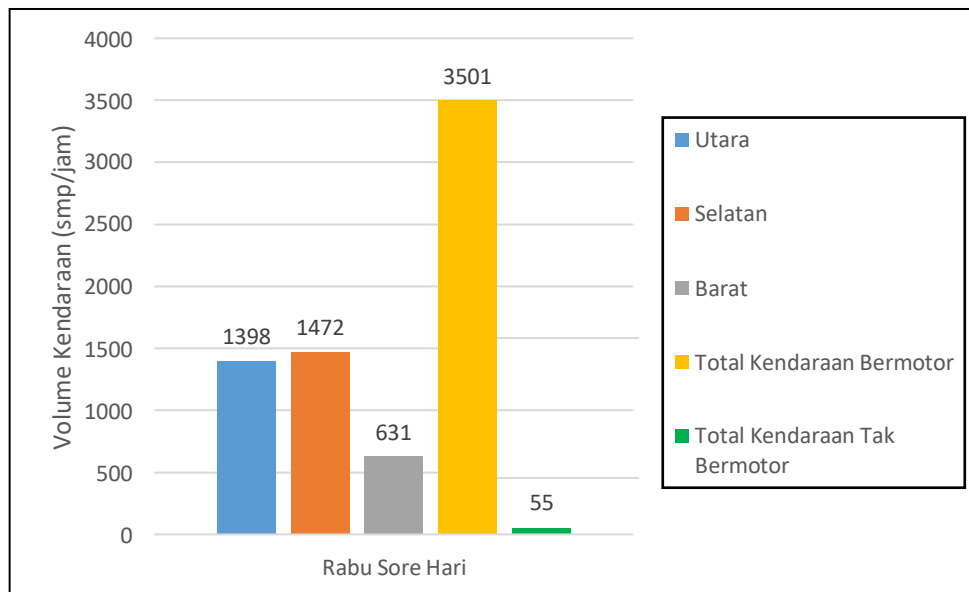
4.3.4. Konversi Volume Lalu Lintas Pada Sore Hari

Data volume lalu lintas yang sudah dikonversi menggunakan **Tabel 2.1** pada pagi pukul 06.00-07.00 pada hari Senin dan Rabu pada setiap ruas jalan dapat dilihat pada **Tabel 4.4** dan untuk grafik dapat dilihat pada **Gambar 4.9**, **Gambar 4.10**.

Tabel 4.4 Data Konversi Volume Kendaraan Ruas Jalan Sore Hari

Sore Hari		Volume kendaraan (smp/jam)			(Smp/jam)	
		IC (Sepeda Motor)	LV (Kendaraan Ringan)	HV (Kendaraan Berat)	UM	Total Kendaraan Bermotor
Senin	Jalan Raya Kopo (Utara)	0	453	43	19	1.396
	Jalan Raya Kopo (Selatan)	5	424	96	13	1.355
	Jalan Cibolerang	7	196	21	3	544
		Total				3.295
Rabu	Jalan Raya Kopo (Utara)	1 101	242	55	19	1.398
	Jalan Raya Kopo (Selatan)	1 340	337	95	27	1.472
	Jalan Cibolerang	4	131	16	9	631
		Total				3.501

**Gambar 4.9** Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Senin Sore



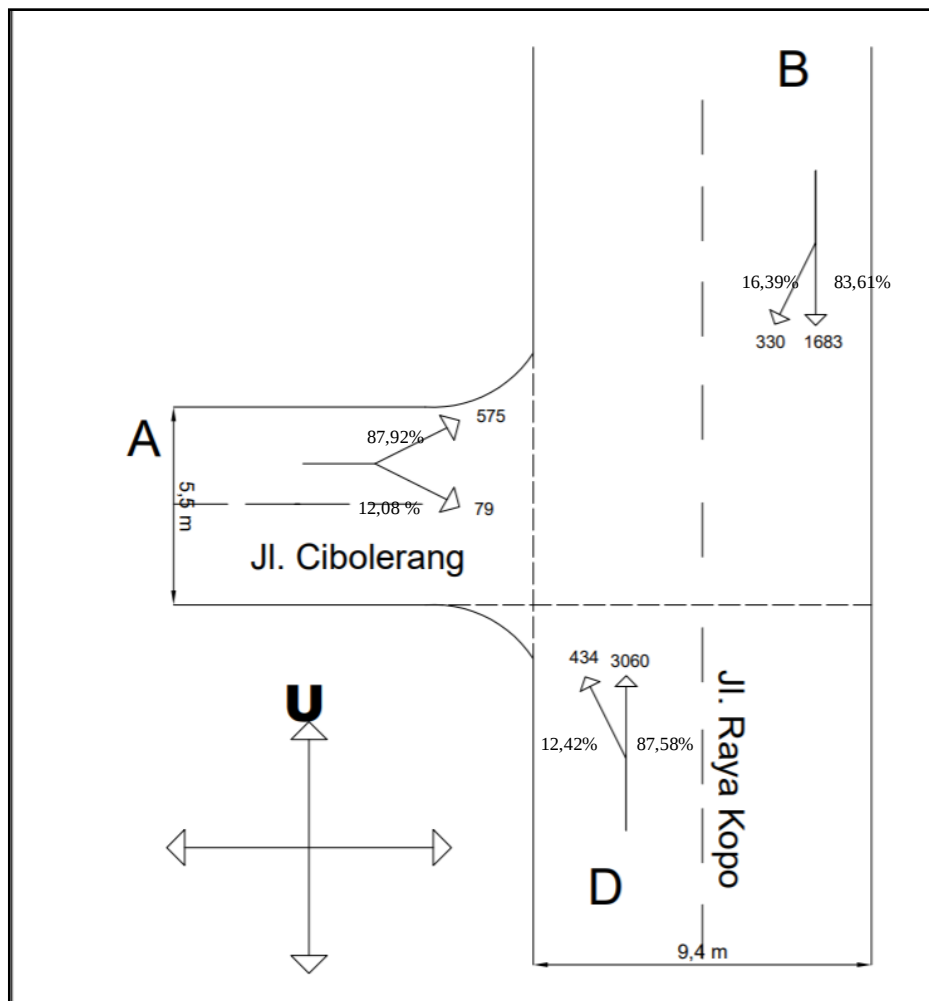
Gambar 4.10 Jumlah Volume Kendaraan Setiap Ruas Jalan Hari Rabu Sore

4.3.5. Distribusi Pergerakan Kendaraan

Dari grafik data volume kendaraan yang sudah di konvers diatas, maka dapat diketahui bahwa volume lalu lintas pada hari senin pagi (06.00-07.00) merupakan jam puncak atau volume tertinggi sehingga data tersebut yang akan digunakan untuk perhitungan prosedur Analisis MKJI 1997.

Tabel 4.5 Persentase Data Distribusi Kendaraan

Pendekat	Arah	Kend/jam				Total Seluruh Kendaraan	Persentase Pergerakan
		Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Tak Bermotor		
Jalan Cibolerang	LT	486	75	3	11	575	87,92%
	ST						
	RT	63	12	1	3	79	12,08%
	Total	549	87	4	14	654	
Jalan Raya Kopo (Selatan)	LT	384	33	7	10	434	12,42%
	ST	2.552	417	42	49	3.060	87,58%
	RT						
	Total	2.936	450	49	59	3.494	
Jalan Raya Kopo (Utara)	LT						
	ST	1.371	262	36	14	1.683	83,61%
	RT	266	60	2	2	330	16,39%
	Total	1.637	322	38	16	2.013	



Gambar 4.11 Distribusi Arah Volume Kendaraan

Tabel 4.6 Data Volume Lalu Lintas Pada Simpang

Pendekat	Arah	Kendaraan Berat (HV)		Kendaraan Ringan (LV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Total		Rasio	UM
		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam		kend/jam
Jalan Cibolerang	LT	3	4	75	75	486	243	564	322		11
	ST										
	RT	1	1	12	12	63	32	76	45		3
	TOTAL	4	5	87	87	549	275	640	367		14
Jalan Raya Kopo (Selatan)	LT	7	9	33	33	384	192	424	234		10
	ST	42	55	417	417	2.552	1.276	3.011	1.748		49
	RT										
	TOTAL	49	64	450	450	2.936	1.468	3.435	1.982		59
Jalan Raya Kopo (Utara)	LT										
	ST	36	47	262	262	1.371	686	1.669	994		14
	RT	2	3	60	60	266	133	328	196		2
	TOTAL	38	49	322	322	1.637	819	1.997	1.190		16
Total Jalan Utama		87	113	772	772	4.573	2.287	5.432	3.172		75
Jalan Utama + Minor	LT	10	13	108	108	870	435	988	556	0,157	21
	ST	78	101	679	679	3.923	1.962	4.680	2.742		63
	RT	3	4	72	72	329	165	404	240	0,068	5
	TOTAL	91	118	859	859	5.122	2561	6.072	3.538	0,225	89
									Rasio Arus Jl. Minor/ Jl. Utama+Minor	0,104	0,015

4.4. Analisis Simpang Tak Bersinyal

Data survei yang telah diukur dan dihitung pada survei dilapangan, langkah selanjutnya yaitu menganalisis kinerja simpang berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997. Analisis kinerja simpang tak bersinyal akan dilakukan pada cara dibawah ini.

4.4.1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

Pengukuran geometri yang telah diperoleh lalu diolah untuk menentukan tipe simpang sebagai berikut:

1. Persimpangan antara Jalan Kopo dan Cibolerang memiliki 3 lengan
2. Lebar rata-rata pendekat pada jalan minor yaitu lebar Jalan Cibolerang

$$W_{AC} = \frac{5,5}{2} = 2,75 \text{ m}$$

3. Lebar rata-rata pendekat pada jalan utama yaitu Jalan Kopo (utara) dan Jalan Kopo (Selatan)

$$W_{BD} = \frac{4,7+4,7}{2} = 4,7 \text{ m}$$

4. Lebar rata-rata semua pendekat W_1

$$W_1 = \frac{4,7+4,7+2.75}{3} = 4,05 \text{ m}$$

5. Jumlah lajur pada persimpangan antara Jalan Kopo dan Jalan Cibolerang adalah memiliki jumlah 2 lajur pada jalan utama dan 2 lajur pada jalan minor sehingga tipe simpang tersebut termasuk kedalam kategori tipe simpang 322.

4.4.2. Kapasitas

Perkalian antara faktor-faktor penyesuaian dengan kapasitas dasar berdasarkan volume lalu lintas dan juga kondisi geometrik. Berikut ini adalah faktor-faktor penyesuaian

1. Kapasitas dasar (C_0)

Berdasarkan tipe simpang yang dapat dilihat pada **Tabel 2.6** bahwa kapasitas dasar tipe simpang 322 adalah 2.700 smp/jam

2. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Parameter yang diperlukan dalam menghitung F_w yaitu tipe simpang 322 dan lebar rata-rata pendekat (W_1) = 4,05 m yang bisa dilihat pada **Gambar 2.7** atau menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_w = 0,73 + 0,076 \times W_1 \quad \dots\dots (4.1)$$

$$F_w = 0,73 + 0,076 \times 4,05$$

$$F_w = 1,0378$$

3. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Pada jalan utama persimpangan antara Jalan Kopo dan Jalan Cibolerang tidak memiliki median sehingga nilai $F_M = 1$ yang bisa dilihat pada **Tabel 2.7**

4. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Simpang yang teliti terletak di Kota Bandung sehingga untuk memperoleh data penduduk didapat berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari internet yaitu berdasarkan data Badan Pusat Statistik bahwa penduduk jumlah kota bandung pada tahun 2018 adalah 2.503.708 juta penduduk. Berdasarkan **Tabel 2.8** termasuk kedalam kategori besar dengan nilai $F_{CS} = 1$.

5. Faktor Hambatan Samping (F_{RSU})

Berdasarkan **Tabel 2.9** tipe lingkungan persimpangan termasuk ke dalam kategori komersial dengan aktivitas hambatan samping sedang dengan nilai rasio kendaraan tak bermotor = 0,015 sehingga didapat nilai F_{RSU} adalah sekitar sebesar 0,93.

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

Parameter yang digunakan berupa rasio belok kiri (P_{LT}) dengan menggunakan **Gambar 2.8** atau menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_{LT} = \frac{Q_{LT}}{Q_{tot}} \quad \dots\dots (4.2)$$

$$P_{LT} = \frac{556}{3.538} = 0,157$$

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 \times P_{LT} \quad \dots\dots (4.3)$$

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 \times 0,157$$

$$F_{LT} = 1,093$$

7. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Parameter yang digunakan berupa rasio belok kanan (P_{RT}) dengan menggunakan **Gambar 2.9** atau menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_{RT} = \frac{240}{3.538} = 0,068$$

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 \times P_{RT} \quad \dots\dots (4.4)$$

$$F_{RT} = 1,09 - 0,922 \times 0,068$$

$$F_{RT} = 1,027$$

8. Faktor Rasio Minor (F_{MI})

Parameter yang digunakan yaitu rasio pada volume lalu lintas jalan minor (P_{MI}). perhitungan dapat dilihat pada **Gambar 2.10** atau menggunakan **Tabel 2.10**.

$$P_{MI} = \frac{366}{3.538} = 0,104$$

$$F_{MI} = 1,19 \times P_{MI}^2 - 1,19 \times P_{MI}^2 + 1,19 \quad \dots\dots (4.5)$$

$$F_{MI} = 1,19 \times 0,104^2 - 1,19 \times 0,104^2 + 1,19$$

$$F_{MI} = 1,079$$

9. Kapasitas

Dihitung menggunakan persamaan 2.2

$$C = 2.700 \times 1,0378 \times 1 \times 1 \times 0,93 \times 1,093 \times 1,027 \times 1,079$$

$$C = 3.157 \text{ smp/jam}$$

4.4.3 Perilaku Lalu Lintas

1. Derajat Kejenuhan (DS)

Perbandingan antara volume lalu lintas total dengan kapasitas yang telah dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$DS = \frac{3.583}{3.157}$$

$$DS = 1,121$$

2. Tundaan Lalu Lintas Jalan Simping (DT_1)

Nilai $DS > 0,6$ maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut

$$DT = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 1,121)} - (1 - 1,121) \times 2$$

$$DT = 23,416 \text{ det/smp}$$

3. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DT_{MA})

Nilai $DS > 0,6$ maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut

$$DT = \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times 1,121)} - (1 - 1,121) \times 1,8$$

$$DT = 15,164 \text{ det/smp}$$

4. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DT_{MI})

Nilai $DS > 0,6$ maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut

$$DT_{MI} = \frac{(3.583 \times 23,416 - 3.172 \times 15,164)}{367}$$

$$DT_{MI} = 94,791 \text{ det/smp}$$

5. Tundaan Geometrik (DG)

Karena nilai $DS > 1$, maka DG yang digunakan yaitu $DG = 4$

6. Tundaan (D)

Tundaan pada simpang dihitung melalui jumlah tundaan lalu lintas dengan tundaan geometrik

$$D = 23,416 + 4$$

$$D = 27,416 \text{ det/smp}$$

7. Peluang Antrian (QP)

Peluang antrian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut dengan batas atas dan batas bawah.

$$QP = 47,71 \times 1,121 - 24,68 \times 1,121^2 + 56,47 \times 1,121^3$$

$$QP = 102,018\% \rightarrow \text{Batas Atas}$$

$$QP = 9,02 \times 1,121 + 20,66 \times 1,121^2 + 10,49 \times 1,121^3$$

$$QP = 50,8508\% \rightarrow \text{Batas Bawah}$$

Tabel 4.7 Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)							Jumlah Lajur		Tipe Simpang
		Jalan Utama			Jalan Utama			Lebar rata-rata Pendekat W_1	Jalan Minor	Jalan Utama	
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}				
Eksisting	3		2,75	2,75	4,7	4,7	4,7	4,050	2	2	322

Tabel 4.8 Kapasitas Simpang Kondisi Eksisting

Pilihan	Kapasitas Dasar C_0 (Smp/jam)	Faktor Penyesuaian							Kapasitas C (Smp/jam)
		Lebar Rata-rata Pendekat (FW)	Median Jalan Utama (FM)	Ukuran Kota (FCS)	Hambatan Samping (FRSU)	Belok Kiri (FLT)	Belok Kanan (FRT)	Rasio Minor/total (FMI)	
Eksisting	2.700	1,038	1	1	0,93	1,093	1,027	1,079	3.157

Tabel 4.9 Kinerja Simpang Tak Bersinyal Kondisi Eksisting

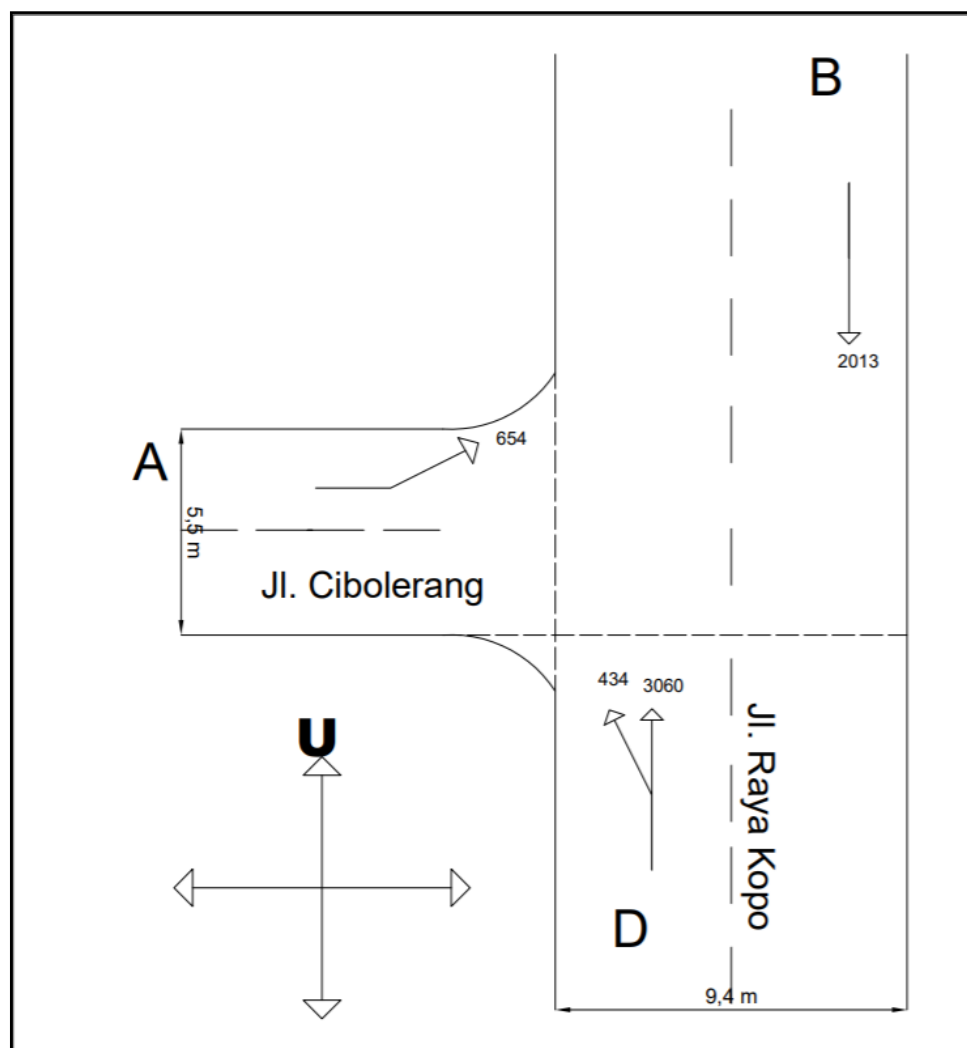
Pilihan	Arus Lalu Lintas Q (Smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT det/smp)	Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama	Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor	Tundaan Geometrik (D)	Tundaan (D det/smp)	Peluang antrian (%)
Eksisting	3.538	1,121	23,416	15,164	94,791	4	27,416	50,85-102,01

4.5 Alternatif Solusi Perbaikan Simpang

Hasil analisis yang telah dihitung ternyata tidak memenuhi yang disarankan oleh MKJI 1997 sehingga perlu menaikkan kapasitas simpang agar nilai DS mengecil dari perhitungan awal. Beberapa alternatif yang diberikan yaitu:

4.5.1 Alternatif 1 Pelarangan Belok Kanan Pada Simpang

Alternatif ini pengaturan pelarangan belok kanan pada simpang dilakukan dengan anggapan bahwa Pergerakan seluruh kendaraan yang berasal dari Jalan Kopo (Utara) akan bergerak lurus dan Pada Jalan Cibolerang belok ke kiri serta perubahan hambatan samping menjadi rendah dengan pemasangan rambu larangan berhenti.



Gambar 4.12 Alternatif 1 Pelarangan Belok Kanan

Tabel 4.10 Volume Lalu Lintas Alternatif 1

Pendekat	Arah	Kendaraan Berat (HV)		Kendaraan Ringan (LV)		Sepeda Motor (MC)		kendaraan total		Rasio	UM
		kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam		kend/jam
Jalan Cibolerang	LT	4	5	87	87	549	275	640	367		14
	ST										
	RT										
	TOTAL	4	5	87	87	549	275	640	367		14
Jalan Raya Kopo (Selatan)	LT	7	9	33	33	384	192	424	234		10
	ST	42	55	417	417	2.552	1.276	3.011	1.748		49
	RT										
	TOTAL	49	64	450	450	2.936	1.468	3.435	1.982		59
Jalan Raya Kopo (Utara)	LT										
	ST	38	49	322	322	1.637	819	1.997	1.190		16
	RT										
	TOTAL	38	49	322	322	1.637	819	1.997	1.190		16
Total Jalan Utama		87	113	772	772	4.573	2.287	5.432	3.172		75
Jalan Utama + Minor	LT	11	14	120	120	933	467	1.064	601	0,170	24
	ST	80	104	739	739	4.189	2.095	5.008	2.938		65
	RT	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0
	TOTAL	91	118	859	859	5122	2.561	6.072	3.538	0,170	89
									Rasio Arus Jl. Minor/ Jl Utama+Minor	0,104	0,015

1. Kapasitas Simpang Pada Alternatif Pelarangan Belok Kanan

Tabel 4.11 Kapasitas Simpang Alternatif 1

Pilihan	Kapasitas Dasar Co (Smp/jam)	Faktor Penyesuaian							Kapasitas C (Smp/jam)
		Lebar Rata-rata Pendekat (F_w)	Median Jalan Utama (F_M)	Ukuran Kota (F_{CS})	Hambatan Samping (F_{RSU})	Belok Kiri (F_{LT})	Belok Kanan (F_{RT})	Rasio Minor/total (F_{MI})	
Eksisting	2.700	1,038	1	1	0,93	1,093	1,027	1,079	3.157
Alternatif-1	2.700	1,038	1	1	0,94	1,114	1,090	1,079	3.450

2. Kinerja Simpang Tak Bersinyal

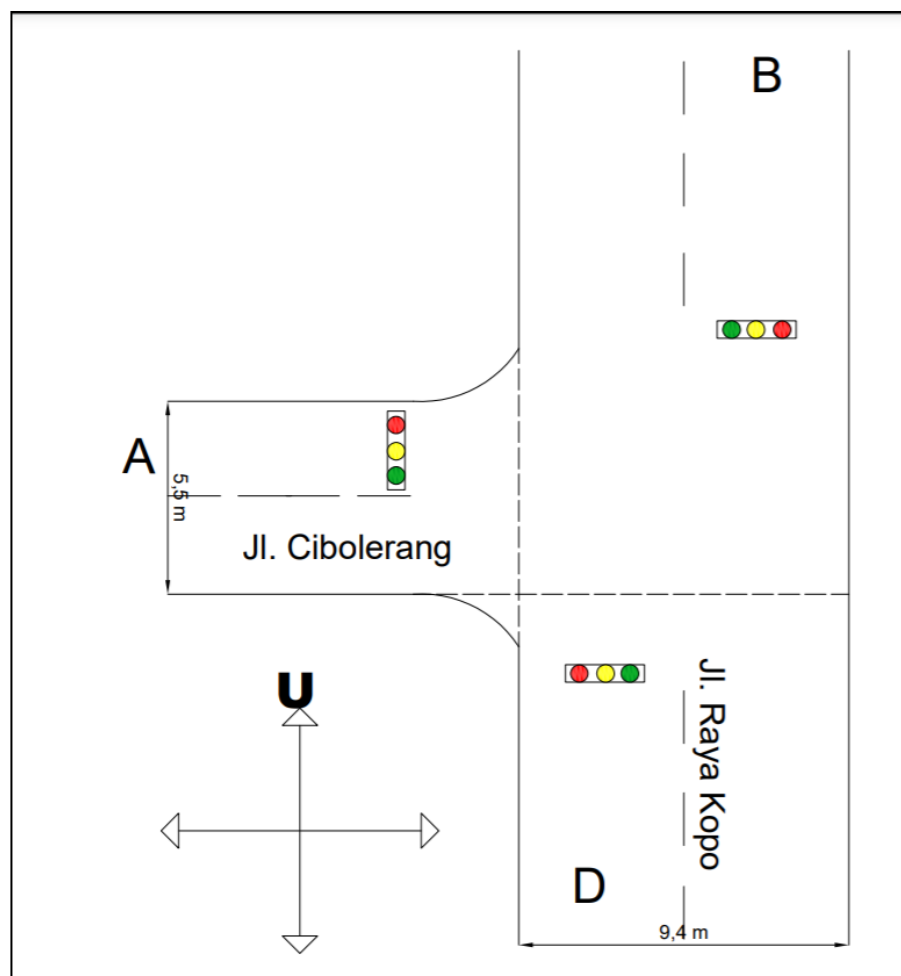
Tabel 4.12 Kinerja Simpang Tak Bersinyal Alternatif 1

Pilihan	Arus Lalu Lintas Q (Smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT)	Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama	Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor	Tundaan Geometrik (D)	Tundaan (D)	Peluang antrian
Eksisting	3.538	1,121	23,416	15,164	94,791	4	27,416	50,85- 102,01 %
Alternatif-1	3.538	1,025	16,262	11,252	59,593	4	20,262	42,24-83,78%

Berdasarkan hasil perhitungan alternatif pada **Tabel 4.10** bahwa pelarangan belok kanan pada simpang mempengaruhi nilai kapasitas simpang sehingga nilainya bertambah besar menjadi 3.450 smp/jam. Kinerja pada simpang didapat nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 1,025, tundaan sebesar 20,274 det/smp dan peluang antrian sebesar 42,24-83,78%. Namun nilai $DS > 0,85$ sehingga belum memenuhi syarat yang telah ditetapkan MKJI 1997.

4.5.2 Alternatif 2 Pemasangan APILL

Pada alternatif yang ke-2 ini dengan cara perencanaan pemasangan Alat Isyarat Pemberi Lalu Lintas (APILL) dengan kondisi eksisting pada simpang. Berikut ini adalah prosedur perhitungan perencanaan APILL berdasarkan PKJI 2014.



Gambar 4.13 Alternatif 2 Pemasangan APILL

1. Penggunaan Formulir SIG-I

Berisi tentang data geometrik jalan dan juga kondisi lingkungan pada simpang yang akan direncanakan.

Tabel 4.13 Geometri Pengaturan Lalu Lintas

Kode Pendekat	Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Median Ya/Tidak	Landai	Belok Kiri Langsung	Jarak Kend. Parkir	W_A	W_{msk}	W_{ltor}	W_{keluar}
U	Kom	S	T		T		4,7	4,7		4,7
S	Kom	S	T		T		4,7	4,7		4,7
B	Kom	S	T		T		2,75	2,75		2,75

2. Penggunaan Formulir SIG-II

Berisi tentang arus lalu lintas dengan mengkonversikan satuan kendaraan menjadi satuan mobil penumpang.

Tabel 4.14 Ekivalensi Satuan Mobil Penumpang

Tipe Kendaraan	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
KR	1	1
KB	1,3	1,3
SM	0,2	0,4

Sumber: PKJI, 2014.

Tabel 4.15 Arus Lalu Lintas

Kode Pendekat	Arah	Kendaraan Ringan			Kendaraan Berat			Sepeda Motor			Kendaraan Bermotor Total			Rasio Berbelok		UM	Rasio UM/MV
		emp terlawan = 1,0 emp terlindung = 1,0			emp terlawan = 1,3 emp terlindung = 1,3			emp terlawan = 0,4 emp terlindung = 0,2									
		Kend/jam	Smp/jam		Kend/jam	smp/jam		Kend/jam	Smp/jam		Kend/jam	Smp/jam		Plt	Prt		
			Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan		Terlindung	Terlawan				
U	LT/LTOR																
	ST	262	262	262	36	47	47	1371	274	548	1669	583	857			14	
	RT	60	60	60	2	3	3	266	53	106	328	116	169		0,17	2	
	TOTAL	322	322	322	38	49	49	1637	327	655	1997	699	1026			16	0,01
S	LT/LTOR	33	33	33	7	9	9	384	77	154	424	119	196	0,11		10	
	ST	417	417	417	42	55	55	2552	510	1021	3011	982	1492			49	
	RT																
	TOTAL	450	450	450	49	64	64	2936	587	1174	3435	1101	1688			59	0,02
B	LT/LTOR	75	75	75	3	4	4	486	97	194	564	176	273	0,87		11	
	ST																
	RT	12	12	12	1	1	1	63	13	25	76	26	39		0,13	3	
	TOTAL	87	87	87	4	5	5	549	110	220	640	202	312			14	0,03

3. Penggunaan Formulir SIG-III

Penentuan waktu hilang dengan direncanakan menggunakan 3 fase.

Lampu lalu lintas ditetapkan waktu antar hijau 4 detik yaitu terdiri atas 3 detik waktu kuning dan 1 detik waktu kuning. Total waktu hilang persiklus adalah:

$$LTI = n \times I$$

$$= 3 \times 4$$

$$= 12 \text{ detik}$$

4. Penggunaan Formulir SIG-IV

Penentuan waktu sinyal dan kapasitas yang diperoleh berdasarkan volume lalu lintas yang digunakan. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk pendekat Jalan Kopo (Utara).

a. Perhitungan Arus Jenuh (S)

Perhitungan arus jenuh dapat digunakan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S = S_O \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad \dots\dots (4.7)$$

1) Arus Jenuh Dasar (S_O)

$$S_O = 600 \times W_e$$

$$S_O = 600 \times 4,7$$

$$S_O = 2.820 \text{ smp/jam}$$

2) Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

$$\text{Jumlah penduduk} = 2.503.708 \text{ Jiwa}$$

$$F_{CS} = 1$$

3) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

$$\text{Tipe pendekat} = \text{terlindung}$$

$$\text{Lingkungan jalan} = \text{Komersial (KOM)}$$

$$\text{Kelas hambatan samping} = \text{sedang}$$

$$\text{Rasio Kendaraan Tak Bermotor} = 0,01$$

$$F_{SF} = 0,93$$

4) Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Kelandaian = 0%

$F_G = 1$

5) Faktor Penyesuaian Koreksi Parkir

Karena tidak ada aktivitas parker maka $F_P = 1$

6) Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Faktor penyesuaian belok kanan tanpa median jalan dua arah yaitu:

$$F_{RT} = 1 + 0,17 \times 0,26$$

$$F_{RT} = 1,043$$

7) Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

$$F_{LT} = 1$$

Maka nilai Arus Jenuh yang didapat sebesar

$$S = 2.820 \times 1 \times 0,93 \times 1 \times 1 \times 0,96 \times 1$$

$$S = 2.736 \text{ smp/jam}$$

b. Arus Q smp/jam

Diperoleh dari penggunaan formulir SIG-II dengan $Q = 699 \text{ smp/jam}$

c. Rasio Arus (FR)

$$FR = \frac{Q}{S}$$

$$FR = \frac{699}{2.736} = 0,255$$

d. Rasio Fase (PR)

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR}$$

$$PR = \frac{0,255}{0,831} = 0,308$$

e. Waktu Siklus sebelum penyesuaian (Cua)

$$Cua = \frac{1,5 \times L + 5}{1 - IFR}$$

$$Cua = \frac{1,5 \times 12 + 5}{1 - 0,831} = 136,09 \text{ detik} \approx 137 \text{ detik}$$

f. Waktu hijau (g)

$$g = (Cua - LT) \times PR$$

$$g = (137 - 12) \times 0,308 = 39 \text{ detik}$$

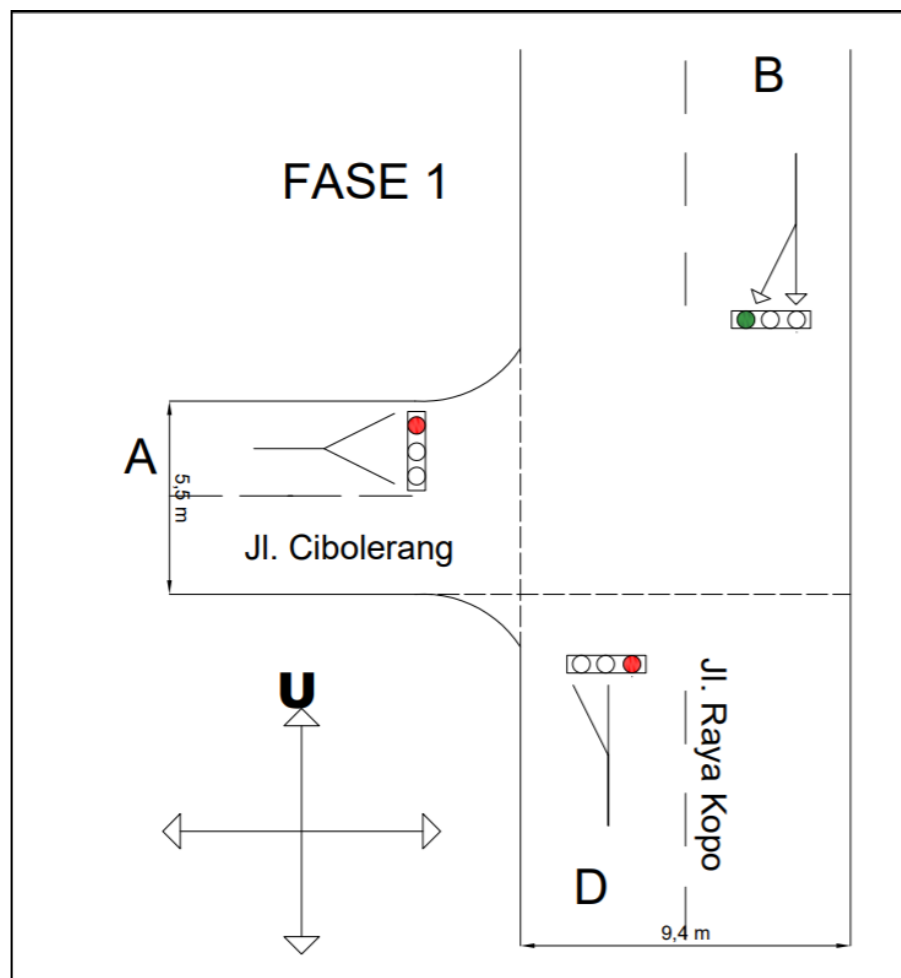
Tabel 4.16 Penentuan Waktu Sinyal

Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase No	P _{ltor}	P _{lt}	P _{RT}	Q _{RT}	Q _{RT0}	W _E	S _O	F _{CS}	F _{SF}	F _G	F _P	F _{RT}	F _{LT}	S Smp/jam	Q Smp/jam	FR	PR = FR _{cr} /IFR	G detik	C=s.g / c	DS= Q/C
U	1			0,17			4,7	2.820	1	0,93	1	1	1,043	1	2.736	699	0,255	0,308	39	779	0,897
S	2		0,11				4,7	2.820	1	0,93	1	1	1	0,983	2.577	1.101	0,427	0,514	64	1.204	0,914
B	3		0,87	0,13			2,75	1.650	1	0,93	1	1	1,033	0,861	1.364	202	0,148	0,178	22	219	0,922
Waktu Hilang Total			12	waktu siklus pra penyesuaian (cua)					136,07							IFR	0,831				
				waktu siklus disesuaikan					137												

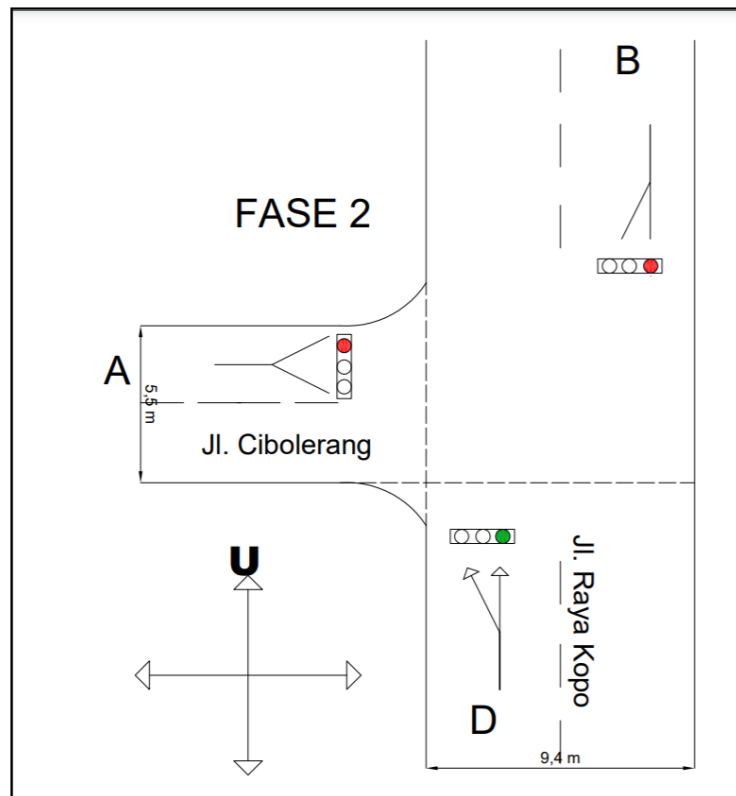
Pada perhitungan waktu penyesuaian siklus yaitu 137 detik dengan 3 fase pergerakan yaitu fase 1 pada lengan utara dengan waktu 39 detik, fase 2 lengan selatan waktu 64 detik dan fase 3 lengan barat waktu 22 detik.

Tabel 4.17 Waktu Siklus Pada Simpang

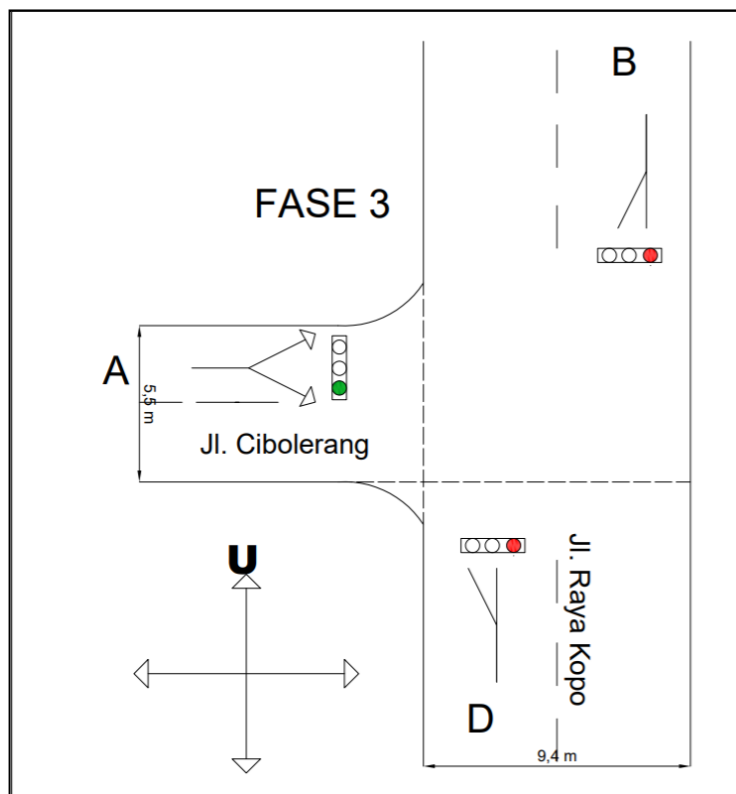
Waktu Siklus				
Fase 1	39	3	1	
Fase 2		64	3	1
Fase 3			22	3 1



Gambar 4.14 Fase 1 Pergerakan Utara



Gambar 4.15 Fase 2 Pergerakan Selatan



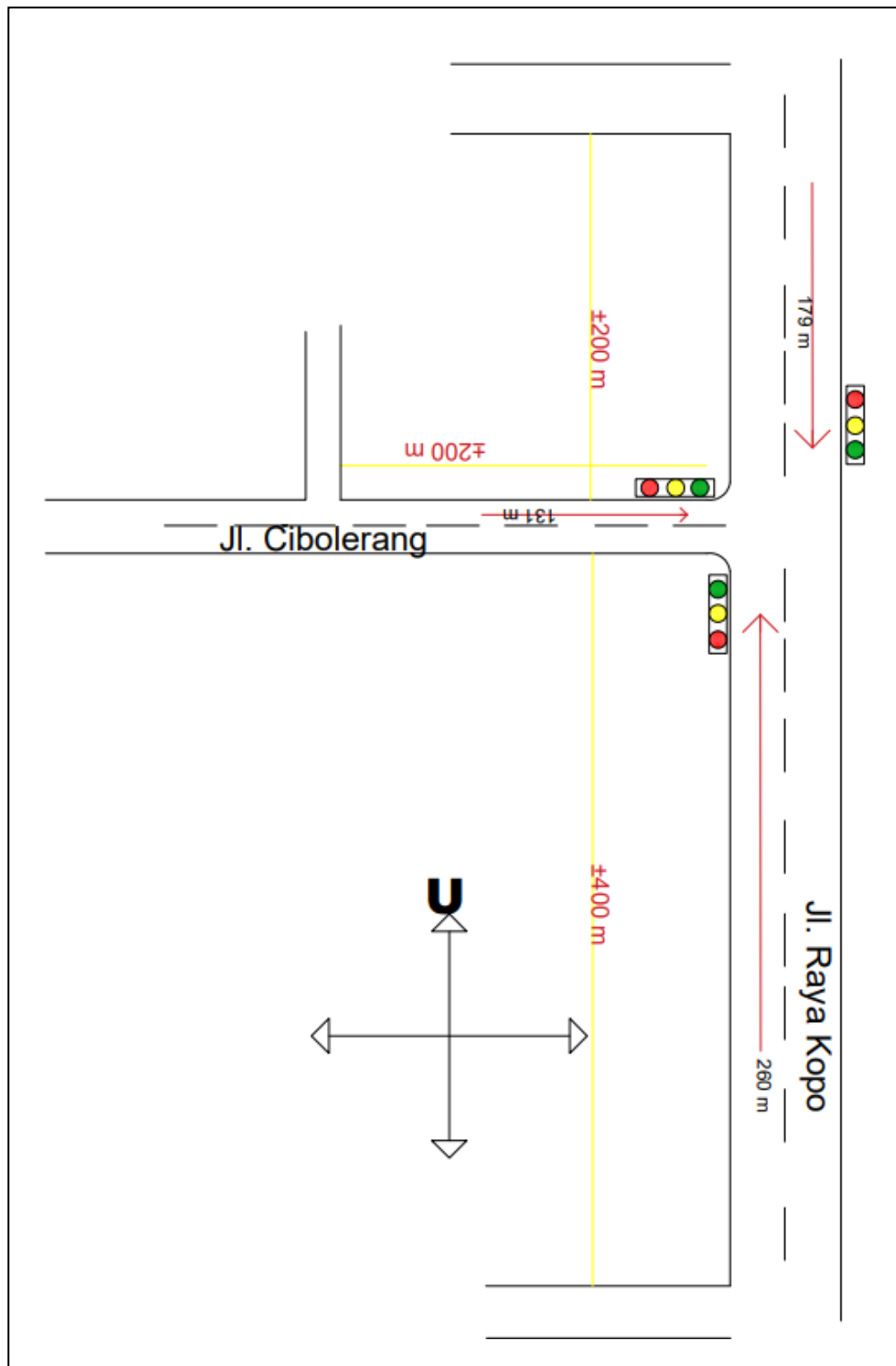
Gambar 4.16 Fase 3 Pergerakan Barat

g. Derajat Kejenuhan dan Panjang Antrian

Tabel 4.18 Derajat Kejenuhan dan Panjang Antrian

Kode Pendekat	Q smp/jam	C	DS	Rasio Hijau GR	NQ1	NQ2	Total NQ	NQmax	Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS (stop/smp)	Jumlah Kendaraan Terhenti NSv (smp/jam)	DT dt/smp	DG dt/smp	D dt/smp	Tundaan Total smp/dt
U	699	779	0,897	0,28	3,96	25,57	29,53	42	179	0,99	692	65,72	3,687	69,407	48.501,61
S	1.101	1.204	0,914	0,47	4,85	38,93	43,78	61	260	0,836	920	48,23	3,648	51,882	57.116,89
B	202	219	0,922	0,16	4,02	7,57	11,59	18	131	0,886	179	122,8	4,210	126,990	25.651,98
Qtot	2.002										1.791			Total	131.270,5
Kend. Terhenti rata-rata stop/smp											0,895	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			65,5795

Berdasarkan Perhitungan **Tabel 4.18** upaya pemasangan APILL menghasilkan nilai derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,911 dengan tundaan simpang rata-rata sebesar 65,5795 det/smp. dimana hasil tersebut masih belum memenuhi syarat yang telah ditetapkan MKJI 1997 ataupun PKJI 2014 yaitu $DS < 0,85$.



Gambar 4.17 Panjang Antrian Alternatif 2

1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang

Tabel 4.19 Lebar Pendekat dan Tipe Simpang Alternatif 3

Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)							Lebar rata-rata Pendekat W_1	Jumlah Lajur		Tipe Simpang
		Jalan Utama			Jalan Utama			Jalan Minor		Jalan Utama		
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}					
Eksisting	3		2,75	2,75	4,7	4,7	4,7	4,050	2	2	322	
Alternatif-1	3		2,75	2,75	4,7	4,7	4,7	4,050	2	2	322	
Alternatif-3	3		2,75	2,75	6,5	6,5	6,5	5,250	2	4	324	

2. Kapasitas Simpang

Tabel 4.20 Kapasitas Simpang Alternatif 3

Pilihan	Kapasitas Dasar C_0 (smp/jam)	Faktor Penyesuaian							Kapasitas C (smp/jam)
		Lebar rata-rata Pendekat (F_w)	Median Jalan Utama (F_M)	Ukuran Kota (F_{CS})	Hambatan Samping (F_{RSU})	Belok Kiri (F_{LT})	Belok Kanan (F_{RT})	Rasio Minor/total (F_{MI})	
Eksisting	2.700	1,038	1	1	0,93	1,093	1,027	1,079	3.157
Alternatif-1	2.700	1,038	1	1	0,94	1,114	1,090	1,079	3.450
Alternatif-3	3.200	0,959	1,05	1	0,94	1,093	1,027	1,277	4.341

3. Kinerja Simpang Tak Bersinyal

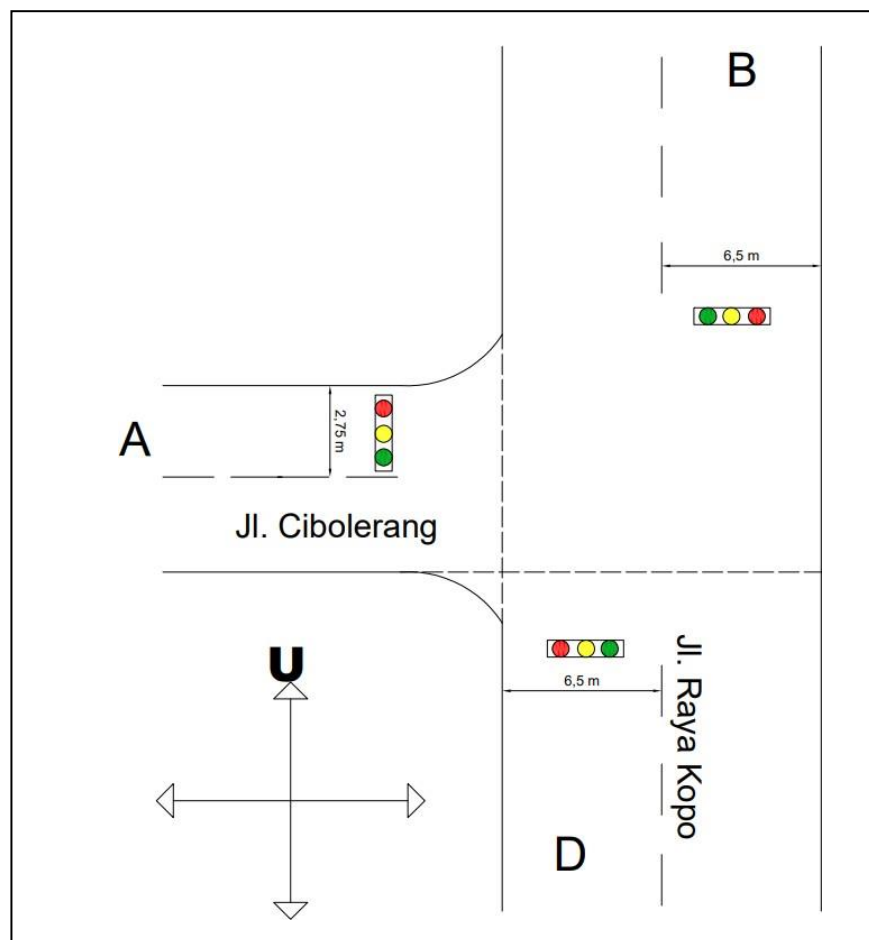
Tabel 4.21 Kinerja Simpang Tak Bersinyal Alternatif 3

Pilihan	Arus Lalu Lintas Q (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)	Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT)	Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama	Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor	Tundaan Geometrik (DG)	Tundaan (D)	Peluang antrian
Eksisting	3.538	1,121	23,416	15,164	94,791	4	27,416	50,85- 102,01 %
Alternatif-1	3.538	1,025	16,262	11,252	59,593	4	20,262	42,24-83,78%
Alternatif-3	3.538	0,815	9,378	6,886	30,924	3,909	13,287	26,75-53,06%

Berdasarkan hasil perhitungan alternatif pada **Tabel 4.21** bahwa upaya pelebaran pendekat pada jalan utama memperbesar kapasitas simpang menjadi 4.341 smp/jam. Sehingga Kinerja pada simpang didapat nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,815, tundaan sebesar 13,287 det/smp dan peluang antrian sebesar 26,75-53,06%. Yang artinya telah memenuhi syarat $DS < 0,85$ berdasarkan MKJI 1997.

4.5.4 Alternatif 4 (Pemasangan APILL dan Pelebaran Jalan Utama)

Upaya ini dilakukan dengan cara menggabungkan alternatif 2 dan 3 yaitu dengan pemasangan APILL dan juga pelebaran pada jalan utama dengan asumsi kondisi awal 4,7 m menjadi 6,5 m. Prosedur perhitungan untuk alternatif ke 4 ini sama halnya dengan cara alternatif ke 2 sehingga untuk hasil analisis dapat dilihat pada **Tabel 4.22**, **Tabel 4.23**, dan **Tabel 4.24**.



Gambar 4.19 Alternatif 4 Upaya Pemasangan APILL dan Pelebaran

Tabel 4.22 Penentuan Waktu Sinyal Alternatif 4

Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase No	P _{LT}	P _{RT}	W _E	S _O	F _{CS}	F _{SF}	F _G	F _P	F _{RT}	F _{LT}	S [smp/jam]	Q [smp/jam]	FR	PR = FR _{cr} / IFR	G [dtk]	C=s.g / c	DS= Q/C
Utara	1		0,17	6,5	3.900	1	0,93	1	1	1,04	1	3.783	699	0,185	0,288	15	873	0,800
Selatan	2	0,11		6,5	3.900	1	0,93	1	1	1,00	0,98	3.564	1.101	0,309	0,481	26	1.426	0,772
Barat	3	0,87	0,13	2,75	1.650	1	0,93	1	1	1,03	0,86	1.364	202	0,148	0,231	12	252	0,802
Waktu hilang total		12	waktu siklus pra penyesuaian			64,24								0,642		53		
			Waktu siklus disesuaikan			65												

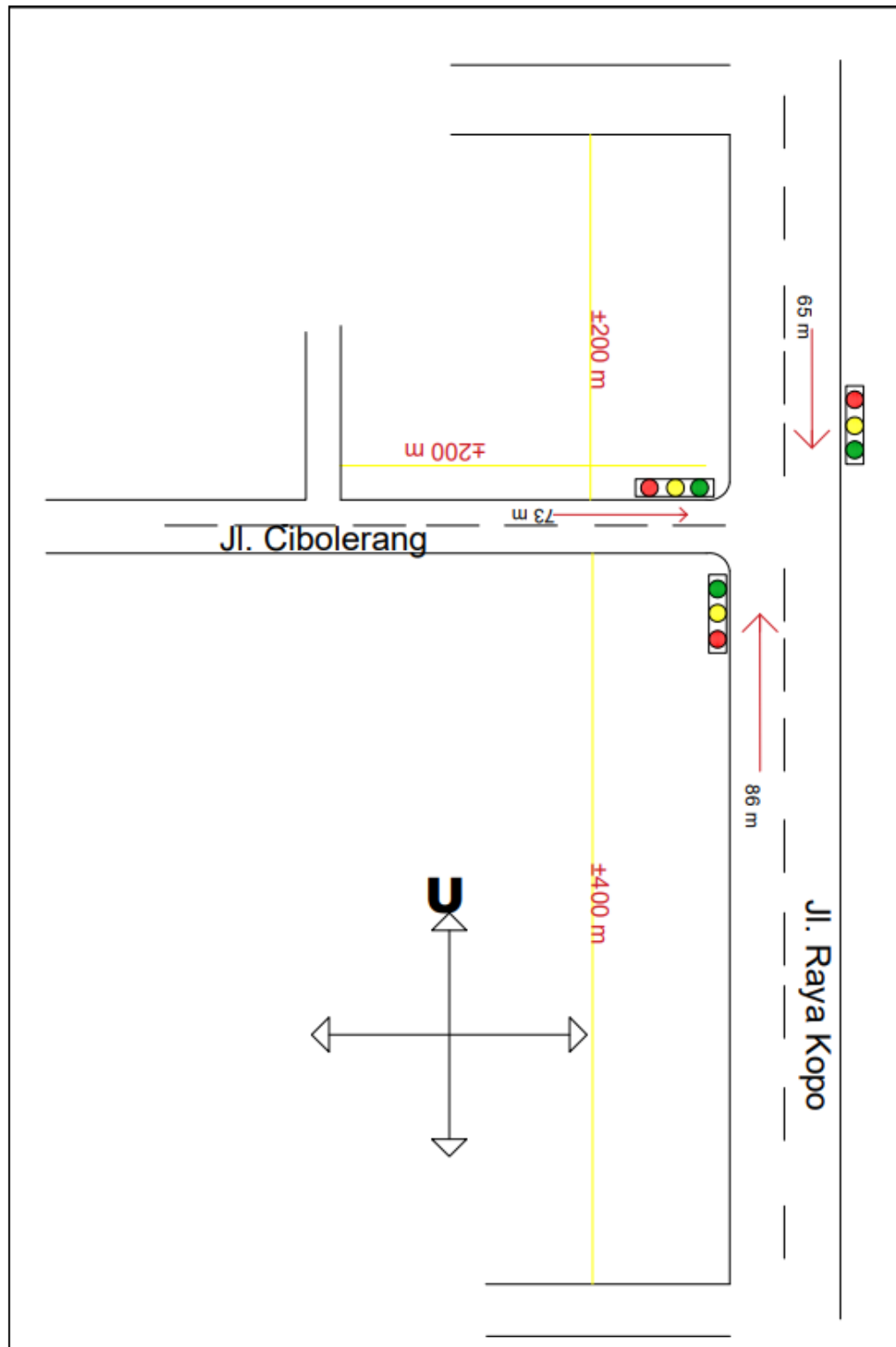
Pada perhitungan waktu penyesuaian siklus yaitu 65 detik dengan 3 fase pergerakan yaitu fase 1 pada lengan Utara dengan waktu 15 detik, fase 2 lengan Selatan waktu 26 detik dan fase 3 lengan Barat waktu 12 detik

Tabel 4.23 Waktu Siklus Pada Simpang

Waktu Siklus							
Fase 1			15	3	1		
Fase 2					25	3	1
Fase 3						12	3

Tabel 4.24 Kinerja Simpang APILL Alternatif 4

Kode Pendekat	Q	C=s.g / c	DS= Q/C	Rasio Hijau GR	NQ1	NQ2	Total NQ	NQmax	Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS (stop/smp)	Jumlah Kendaraan Terhenti NSv (smp/jam)	DT dt/smp	DG dt/smp	D dt/smp	Tundaan Total smp/dt
U	699	873	0,800	0,23	1,48	11,9	13,38	21	65	0,954	667	29,68	3,743	33,423	23.355,992
S	1.101	1.426	0,772	0,40	1,18	17,25	18,43	28	86	0,834	918	19,87	3,710	23,580	25.959,222
B	202	252	0,802	0,18	1,44	3,5	4,94	10	73	1,21	244	46,06	3,810	49,870	10.073,740
Qtot	2.002										1829			Total	59.388,954
Kend. Terhenti rata-rata stop/smp											0,914	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			29,669



Gambar 4.20 Panjang Antrian Alternatif 4

4.6. Pembahasan

Hasil analisis perhitungan kinerja simpang pada Jalan Raya Kopo–Jalan Cibolerang baik kondisi eksisting maupun hasil analisis pada solusi penanganan simpang dapat dilihat pada **Tabel 4.25** untuk jenis simpang tidak bersinyal dan **Tabel 4.26** Untuk jenis simpang bersinyal.

Tabel 4.25 Hasil Analisis Jenis Simpang Tidak Bersinyal

Kondisi	Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Tundaan	Peluang Antrian
	(Q)	(C)	(DS)	(D)	(QP)
	[smp/jam]	[smp/jam]		[det/smp]	[%]
Eksisting	3.538	3.157	1,121	27,416	50,85-102,01
Alternatif 1	3.538	3.450	1,025	20,262	42,24-83,78
Alternatif 3	3.538	4.341	0,815	13,287	26,75-53,06

Tabel 4.26. Hasil Analisis Jenis Simpang Bersinyal

Kondisi		Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Tundaan	Panjang Antrian
		(Q)	(C)	(DS)	(D)	QL
		[smp/jam]	[smp/jam]		[det/smp]	[m]
Alternatif 2	Utara	699	779	0,897	69,54	179
	Selatan	1.101	1.204	0,914	52,03	260
	Barat	202	219	0,922	126,67	131
Alternatif 4	Utara	699	873	0,800	33,423	65
	Selatan	1.101	1426	0,772	23,58	86
	Barat	202	252	0,802	49,87	73

Dari hasil analisis yang disajikan pada **Tabel 4.25** dan **Tabel 4.26** bahwa upaya dalam menangani perbaikan kinerja simpang yaitu dimana terdapat 4 pilihan/alternatif solusi penanganan simpang yang diberikan dengan hasil analisis nilai kinerja simpang paling baik yaitu pada upaya pelebaran jalan utama dan juga pemasangan APILL dimana nilai Derajat Kejenuhan (DS) rata-rata yaitu sebesar 0,791.

4.7. Analisis Proyeksi Kinerja Simpang Tahun 2025

Proyeksi dilakukan pada data kondisi alternatif ke empat dimana untuk menentukan apakah upaya tersebut masih bisa mempertahankan nilai derajat kejenuhan hingga tahun 2025. Proyeksi kendaraan dapat dihitung dengan rumus 2.6.

$$P_n = P_0 \times (1 + i)^n \quad \dots\dots (4.7)$$

Contoh salah satu perhitungan untuk proyeksi kendaraan tipe sepeda motor pada ruas Jalan Cibolerang

$$P_5 = 328 \times (1 + 0,048)^5$$

$$P_5 = 414 \text{ smp/jam}$$

Keterangan: $i = 4,8 \%$ untuk jalan perkotaan

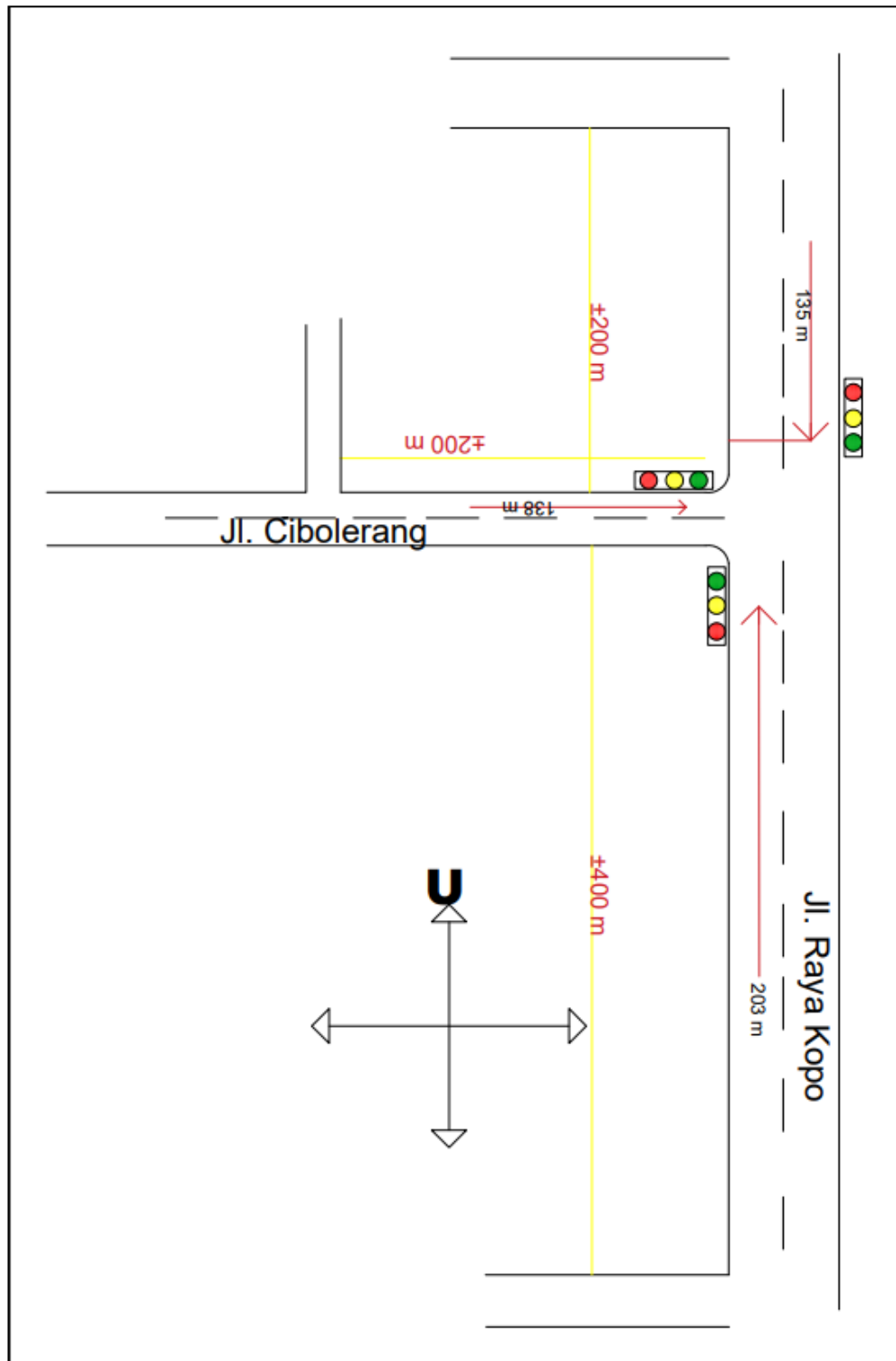
Tabel 4.27 Proyeksi Kendaraan Tahun 2025

Ruas Jalan	Q Tahun 2020				Q Tahun 2025			
	MC	LV	HV	Total Kendaraan Bermotor	MC	LV	HV	Total Kendaraan Bermotor
	smp/jam				smp/jam			
Jalan Raya Kopo (Utara)	328	322	49	699	414	407	62	883
Jalan Raya Kopo (Selatan)	587	450	64	1.101	742	569	81	1.392
Jalan Cibolerang	110	87	5	202	139	110	7	255

Tabel 4.28 Hasil Analisis Proyeksi Kinerja Simbang Tahun 2025

Pendekat	Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Tundaan	Panjang Antrian
	(Q)	(C)	(DS)	(D)	QL
	[smp/jam]	[smp/jam]		[det/smp]	[m]
Utara	883	992	0,890	59,442	135
Selatan	1.392	1.548	0,899	44,82	203
Barat	255	280	0,913	98,55	138

Berdasarkan hasil analisis proyeksi kinerja simbang pada tahun 2025 menghasilkan nilai derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,9 yang artinya upaya pelebaran dan pemasangan APILL pada tahun 2025 mengalami penurunan pada kinerja simbang sehingga upaya tersebut tidak cocok untuk jangka waktu panjang.



Gambar 4.21 Panjang Antrian Proyeksi Kendaraan Tahun 2025

BAB V

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Berdasarkan analisis dalam PKM ini bahwa dapat direkomendasikan kebijakan yaitu:

1. Perbaikan kinerja simpang dilakukan rekomendasi kebijakan dengan cara 4 pilihan diantaranya rekayasa manajemen lalu lintas, pemasangan APILL, pelebaran jalan serta gabungan dari pelebaran dan pemasangan APILL.
2. Dari keempat pilihan tersebut, hasil kinerja simpang yang menunjukkan paling baik yaitu pada upaya pemasangan APILL dan pelebaran jalan menghasilkan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,79. Nilai derajat kejenuhan tersebut kemudian diproyeksikan menuju tahun 2025 dengan hasil derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,9 dimana upaya kinerja tersebut mengalami penurunan,
3. Rekomendasi kebijakan lainnya adalah jalan Cibolerang searah dan hanya boleh belok kiri saja, untuk menghindari konflik. Hal ini berdasarkan Kinerja persimpangan tak bersinyal kondisi eksisting pada Jalan Raya Kopo dan Jalan Cibolerang menunjukkan hasil yang sudah tidak layak dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 1,121 dan tundaan pada simpang 27 det/smp dan memiliki nilai peluang antrian sebesar 50,85-102,01 %. Dari hasil perhitungan tersebut tidak memenuhi syarat yang disarankan oleh MKJI 1997 dengan $DS < 0,85$ sehingga perlu adanya evaluasi atau solusi agar kinerja simpang berubah menjadi lebih baik.

Daftar Pustaka

- Direktorat Jendral Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Gunawan, Muhammad Bagus. (2019). *Kinerja Persimpangan dengan dan Tanpa Lampu Lalu Lintas pada Jalan Sangkuriang– Jalan Kolonel Masturi, Kota Cimahi*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Hendarto, S. (2001). *Dasar-Dasar Transportasi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hobbs, F.D. (1995). *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2009). *Undang-undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta.
- Prasetyanto, Dwi. (2019). *Rekayasa Lalu Lintas dan Keselamatan Jalan*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Picnataro, J.Louis. (1973). *Traffic Engineering Theory and Practice*. US: Prentice, Hall Inc.
- Pratama, Muhammad Daryl Marta. (2019). *Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan A.H. Nasution dan Jalan Cikadut, Kota Bandung*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Prima, J. Romadhona & Moh. Zuhdi Ridwan Hakiki. (2020). *Pengaruh Petugas Tidak Resmi Terhadap Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Persimpangan Jalan Wahid Hasyim-Jalan Selokan Mataram, Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

- Rachmadi, Didik. (2018). *Analisis Simpang Tak Bersinyal Pada Simpang Tiga Jl. Mayjend Sungkono-Jl. Raya Tlogwaru Kota Malang*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Selter. R.J. (1974). *Highway Traffic Analysis And Design*. UK: University of Bradford
- Triono, Juang Akbardin. (2014). *Analisis Pelayanan Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus Gerbang Atas Universitas Pendidikan Jalan Setiabudi Bandung)*. Demak: Universitas Sultan Fatah.
- Morlok, E.K. (1991). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

Kesepakatan Provinsi Jawa Barat dan Insistut Teknologi Nasional Bandung

KESEPAKATAN BERSAMA
ANTARA
PEMERINTAH DAERAH PROVINSI JAWA BARAT
DENGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
TENTANG

KERJASAMA DI BIDANG PENDIDIKAN, PELATIHAN, PENELITIAN, PENGABDIAN PADA
MASYARAKAT DAN PEMBANGUNAN JAWA BARAT

NOMOR : 420/32/Yansos

Pada hari ini, Senin, tanggal tujuh belas bulan Oktober tahun dua ribu enam belas (17-10-2016), bertempat di Bandung, kami yang bertandatangan di bawah ini :

- | | | |
|------------------------------|---|---|
| I. AHMAD HERYAWAN | : | Gubernur Jawa Barat, berkedudukan di Bandung, Jalan Diponegoro Nomor 22, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Barat, selanjutnya disebut PIHAK KESATU. |
| II. DR. Ir. IMAM ASCHURI, MT | : | Rektor Institut Teknologi Nasional, berkedudukan di Bandung, Jalan PHH. Hasan Mustopa Nomor 23, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Institut Teknologi Nasional, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA. |

PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA selanjutnya secara bersama-sama dalam Kesepakatan Bersama ini disebut PARA PIHAK.

Terlebih dahulu PARA PIHAK menerangkan hal-hal sebagai berikut :

1. Dalam mewujudkan Provinsi Jawa Barat sebagai Provinsi Termaju di Indonesia, PIHAK KESATU telah menetapkan kebijakan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Provinsi Jawa Barat Tahun 2005-2025 berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor 9 Tahun 2008 Jo. Nomor 24 Tahun 2010, yang pencapaiannya memerlukan peran serta seluruh pemangku kepentingan (*stakeholders*), termasuk Perguruan Tinggi.
2. PIHAK KEDUA merupakan penyelenggara Pendidikan Tinggi yang menyelenggarakan fungsi Tridharma Perguruan Tinggi, meliputi pendidikan, penelitian dan pengabdian pada masyarakat, yang berkomitmen untuk meningkatkan perannya dalam pelaksanaan pembangunan di Jawa Barat.
3. PARA PIHAK menyadari perlunya optimalisasi Program Tridharma Perguruan Tinggi yang dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA bersinergi dengan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Provinsi Jawa Barat sebagaimana dimaksud pada angka 1 (satu), sehingga memberikan kontribusi yang optimal terhadap pencapaian Visi Jawa Barat.

Berdasarkan hal-hal tersebut, PARA PIHAK sesuai dengan kedudukan dan kewenangan masing-masing, sepakat untuk mengadakan Kesepakatan Bersama tentang Kerjasama di Bidang Pendidikan, Pelatihan, Penelitian, Pengabdian pada Masyarakat dan Pembangunan Jawa Barat (selanjutnya disebut Kesepakatan Bersama), dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut :

Pasal 1 MAKSUD DAN TUJUAN

- (1) Maksud Kesepakatan Bersama ini adalah melaksanakan kerjasama secara terpadu, sinergis, dan berkesinambungan di bidang pendidikan, pelatihan, penelitian, pengabdian pada masyarakat dan pembangunan Jawa Barat.
- (2) Tujuan Kesepakatan Bersama ini adalah untuk meningkatkan peran Perguruan Tinggi dalam pelaksanaan pembangunan di Jawa Barat, sebagai implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi.

Pasal 2 OBJEK

Objek Kesepakatan Bersama ini adalah sinergitas pelaksanaan Program Tri Dharma Perguruan Tinggi dengan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Provinsi Jawa Barat Tahun 2005-2025.

Pasal 3 RUANG LINGKUP

- (1) Ruang lingkup Kesepakatan Bersama ini, meliputi :
 - a. peningkatan kerjasama di bidang pendidikan dan pelatihan;
 - b. pengembangan kegiatan penelitian di berbagai bidang yang dikembangkan oleh PIHAK KEDUA sebagai institusi Perguruan Tinggi;
 - c. peningkatan pengabdian PIHAK KEDUA terhadap masyarakat dan Daerah di berbagai bidang yang dikembangkan oleh PIHAK KEDUA, sesuai Fakultas dan lembaga yang dimiliki PIHAK KEDUA;
 - d. penerapan konsep penelitian dalam pelaksanaan pembangunan Jawa Barat; dan
 - e. peningkatan kerjasama di bidang lainnya yang disepakati, sesuai dengan kebutuhan PARA PIHAK.
- (2) Kegiatan-kegiatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan secara bertahap sesuai dengan prioritas kebutuhan dan kemampuan PARA PIHAK, berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 4 PELAKSANAAN

- (1) PARA PIHAK secara bersama-sama menyusun perencanaan pelaksanaan kerjasama bidang pendidikan, penelitian, pengabdian pada masyarakat dan pembangunan di Jawa Barat, sesuai ruang lingkup kerjasama sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.

- (2) PARA PIHAK dalam pelaksanaan Kesepakatan Bersama ini berpedoman pada keterpaduan perencanaan dalam penyelenggaraan kegiatan, berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (3) Dalam pelaksanaan kerjasama di bidang pendidikan, penelitian, pengabdian pada masyarakat dan pembangunan di Jawa Barat, masing-masing Pihak menunjuk/menugaskan Unit Kerja sebagai *leading sector* dalam melaksanakan kegiatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- (4) Kesepakatan Bersama ini ditindaklanjuti dengan Perjanjian Kerjasama yang lebih teknis dan operasional, sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 5 JANGKA WAKTU

Kesepakatan Bersama ini berlaku untuk jangka waktu 3 (tiga) tahun sejak ditandatangani dan dapat diperpanjang sesuai kesepakatan PARA PIHAK, dengan ketentuan setiap tahun diadakan evaluasi untuk menentukan langkah-langkah tindak lanjut.

Pasal 6 KORESPONDENSI

- (1) Untuk kepentingan surat-menyurat dalam pelaksanaan Kesepakatan Bersama ini, PARA PIHAK menunjuk wakil masing-masing sebagai berikut :

PEMERINTAH DAERAH PROVINSI JAWA BARAT

Tujuan : Biro Pelayanan Sosial Dasar Sekretariat Daerah
Provinsi Jawa Barat
Alamat : Jalan Diponegoro Nomor 22 Bandung
Telepon : (022)-4232448 – 4233347 – 4230963
Faksimili : (022)-4230485
Email : perencanaan.sos@gmail.com

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Tujuan : Rektor Institut Teknologi Nasional
Alamat : Jalan PH. Mustaffa Nomor 23 Bandung
Telepon : (022) - 7272215
Faksimili : (022) - 7202892
Email : humas@itenas.ac.id

- (2) Dalam hal terjadi perubahan alamat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) atau alamat terakhir yang tercatat pada PARA PIHAK, maka perubahan harus diberitahukan secara tertulis kepada Pihak lain, paling lambat 5 (lima) hari kerja sebelum perubahan alamat dimaksud berlaku efektif.
- (3) Dalam hal perubahan alamat sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tidak diberitahukan, maka surat-menyurat atau pemberitahuan dengan pengiriman yang ditujukan kepada alamat di atas atau alamat terakhir yang diketahui/tercatat pada PARA PIHAK sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dianggap telah diberikan sebagaimana mestinya.