

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG MELALUI
PENGATURAN DAN KOORDINASI DENGAN PEMODELAN
MIKROSIMULASI
(STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN RAYA UJUNG BERUNG)**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH:

KOMANG RAMANDA AGASTYA

2103042

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN**

2024

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG MELALUI
PENGATURAN DAN KOORDINASI DENGAN PEMODELAN
MIKROSIMULASI
(STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN RAYA UJUNG BERUNG)
KERTAS KERJA WAJIB**

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



DISUSUN OLEH:

KOMANG RAMANDA AGASTYA

2103042

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

KERTAS KERJA WAJIB

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG MELALUI
PENGATURAN DAN KOORDINASI DENGAN PEMODELAN
MIKROSIMULASI**

(STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN RAYA UJUNG BERUNG)

Disusun Oleh:

KOMANG RAMANDA AGASTYA

2103042

Disetujui untuk diajukan pada

Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib

Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T.

Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T.(TD).M.A.P.

NIP. 19820530 200912 1 003

NIP. 19900513 201012 1 004

Tanggal: 29 Juli 2024

Tanggal: 29 Juli 2024

Ditetapkan di: Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB
ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG MELALUI
PENGATURAN DAN KOORDINASI DENGAN PEMODELAN
MIKROSIMULASI
(STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN RAYA UJUNG BERUNG)





Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

KOMANG RAMANDA AGASTYA

2103042

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 02 AGUSTUS 2024
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji

 Stefanus Sylvan Ryanto, S.S., M.M. NIP. 19910816 201902 1 002	 Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T. NIP. 19820530 200912 1 003
 Budi Mardikawati, M.Pd. NIP. 19840829 201902 2 001	 Aswin Badarudin Atrajaya, S.S.T.(TD).M.A.P. NIP. 19900513 201012 1 004

Mengetahui,

KETUA PROGRAM STUDI
DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN


Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T.
NIP. 19820530 200912 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, KOMANG RAMANDA AGASTYA, Notar. 2103042, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib dengan judul "ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG MELALUI PENGATURAN DAN KOORDINASI DENGAN PEMODELAN MIKROSIMULASI (STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN RAYA UJUNG BERUNG)" merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau keserjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 02 Agustus 2024

Penulis,



KOMANG RAMANDA AGASTYA

Notar. 2103042

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Ida Sang Hyang Widhi Wasa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-NYA, sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul “ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG MELALUI PENGATURAN DAN KOORDINASI DENGAN PEMODELAN MIKROSIMULASI (STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN RAYA UJUNG BERUNG)” dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang sangat baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan Keluarga yang selalu ada untuk mendukung.
2. Dr. Ir. I Made Suraharta, S.T., S.Si.T., M.T., IPM. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali.
3. Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T. dan Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T.(TD).M.A.P. sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan kertas kerja wajib ini.
4. Dosen-dosen Program Studi Manajemen Transportasi Jalan yang telah memberikan bimbingan selama pendidikan.
5. Rekan Mahasiswa/i Politeknik Transportasi Darat Bali Angkatan II.
6. Mahasiswi Ni Kadek Dilla Pradnya Suari yang selalu memberi dukungan.

Penulis menyadari kertas kerja wajib ini banyak kekurangan, saran dan masukan sangat diharapkan bagi kesempurnaan penulisan. Semoga bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi Darat dan dapat diterapkan untuk membantu pembangunan transportasi di Indonesia pada umumnya serta Kota Bandung pada khususnya.

Tabanan, 02 Agustus 2024

Penulis,



KOMANG RAMANDA AGASTYA

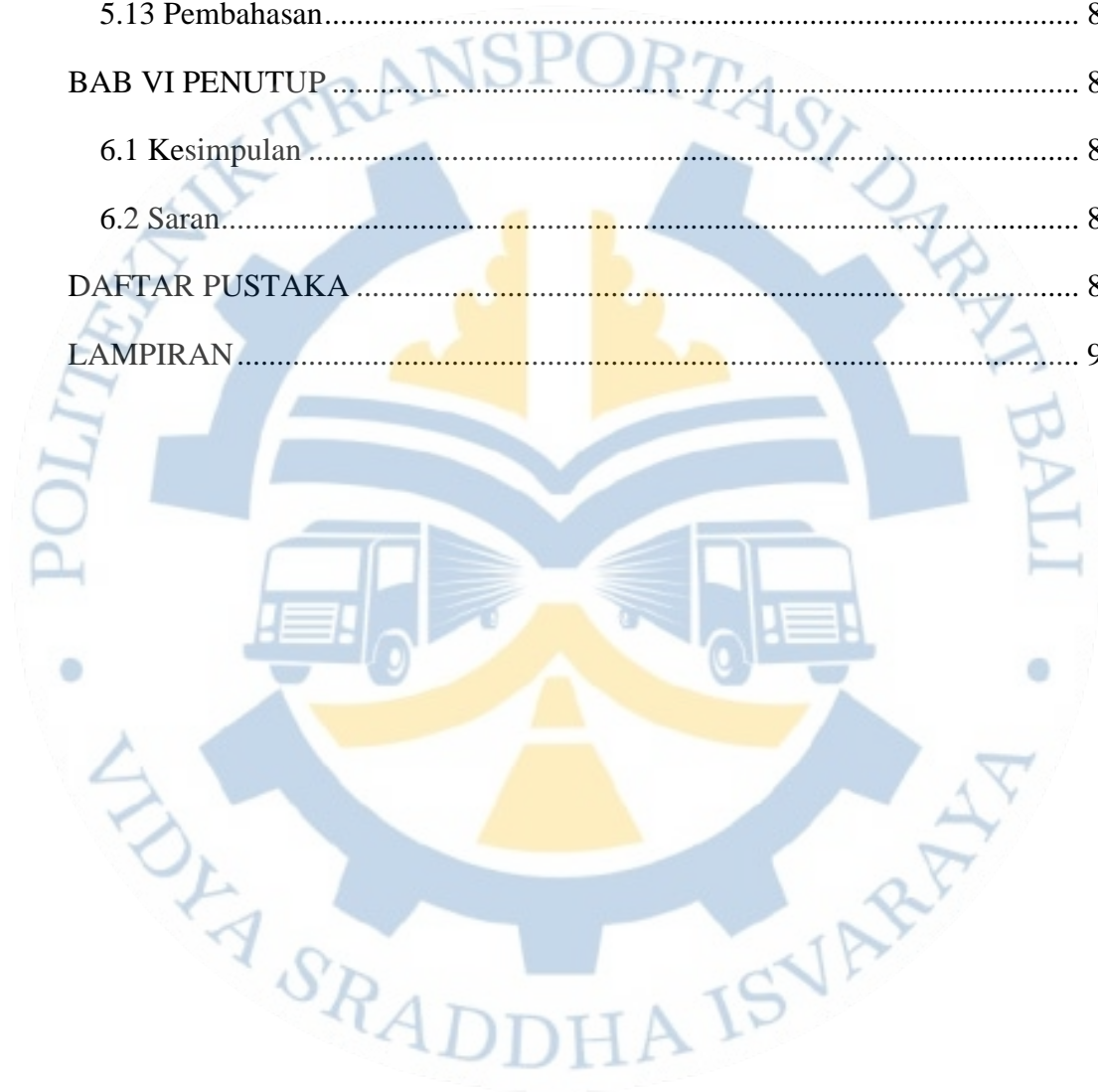
Notar. 2103042

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II GAMBARAN UMUM.....	5
2.1 Kondisi Wilayah.....	5
2.2 Kondisi Objek	6
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	10
3.1 Persimpangan.....	10
3.2 Pengendalian Simpang Ber APILL.....	10
3.3 Tingkat Pelayanan Persimpangan	11
3.4 Koordinasi Simpang Bersinyal	12
3.5 Syarat Koordinasi Simpang Bersinyal	12
3.6 Bandwith dan Offset	13
3.7 Kapasitas Simpang Tidak Bersinyal	13

3.8 Kinerja Simpang Tidak Bersinyal.....	18
3.9 Perencanaan Simpang Bersinyal.....	22
3.10 Kinerja Simpang Bersinyal.....	23
3.11 Simulasi Pemodelan.....	31
3.12 Membangun Model Eksisting VISSIM.....	31
3.13 Kalibrasi VISSIM.....	32
3.14 Validasi Model Simulasi.....	32
3.15 <i>Evaluation</i>	33
3.16 Penelitian Terdahulu.....	33
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	36
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	36
4.2 Metode Analisis Data.....	38
4.3 Bagan Alir Penelitian.....	44
4.4 Timeline Kegiatan.....	46
BAB V HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	47
5.1 Kondisi Geometri Simpang.....	47
5.2 Data Siklus APILL.....	48
5.3 Data Lalu Lintas Simpang.....	49
5.4 Data Kecepatan.....	52
5.5 Kinerja Eksisting Simpang Dengan PKJI.....	55
5.6 Pembuatan Model Simulasi Vissim Pada Kondisi Eksisting.....	58
5.7 Kalibrasi dan Validasi Model Vissim.....	63
5.8 Kinerja Simpang Kondisi Eksisting Dengan Vissim.....	64
5.9 Perencanaan Rekayasa Simpang Bersinyal.....	67

5.10 Kinerja Simpang Setelah Pengaturan Simpang Bersinyal Dengan Vissim	71
5.11 Analisis Pengaturan Koordinasi Sinyal.....	75
5.12 Kinerja Simpang Setelah Pengaturan Koordinasi Dengan Vissim	79
5.13 Pembahasan.....	82
BAB VI PENUTUP	85
6.1 Kesimpulan	85
6.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	91



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kapsitas Dasar.....	14
Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Median	14
Tabel 3. 3 Faktor Koreksi Ukuran Kota.....	15
Tabel 3. 4 Faktor Koreksi Hambatan Samping.....	15
Tabel 3. 5 Faktor Koreksi Arus Jalan Minor.....	17
Tabel 3. 6 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang.....	18
Tabel 3. 7 Nilai Normal Waktu Antar Hijau.....	23
Tabel 3. 8 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK).....	24
Tabel 3. 9 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping.....	25
Tabel 3. 10 Waktu Siklus (s) Yang Layak.....	31
Tabel 3. 11 Perbandingan Penelitian Terdahulu	33
Tabel 4. 1 Timeline Kegiatan.....	46
Tabel 5. 1 Hasil Survei MCO dari Titik A-B.....	55
Tabel 5. 2 Kinerja Eksisting Simpang Ujung Berung-Cigending.....	55
Tabel 5. 3 Kinerja Eksisting SP. Ujung Berung Rumah Sakit Siklus 1.....	56
Tabel 5. 4 Kinerja Eksisting SP. Ujung Berung Rumah Sakit Siklus 2.....	57
Tabel 5. 5 Kinerja Eksisting SP. Ujung Berung Rumah Sakit Siklus 3.....	57
Tabel 5. 6 Setingan Driving Behavior Model.....	63
Tabel 5. 7 Hasil Uji Validasi GEH.....	63
Tabel 5. 8 Output Eksisting Vissim Siklus Rencana 1	66
Tabel 5. 9 Output Eksisting Vissim Siklus Rencana 2	66
Tabel 5. 10 Output Eksisting Vissim Siklus Rencana 3.....	66
Tabel 5. 11 Volume Simpang Ujung Berung-Cigending Selama 8 Jam.....	67
Tabel 5. 12 Output Perencanaan APILLVissim Siklus Rencana 1	73
Tabel 5. 13 Output Perencanaan APILLVissim Siklus Rencana 2.....	73
Tabel 5. 14 Output Perencanaan APILLVissim Siklus Rencana 3.....	74
Tabel 5. 15 Waktu Siklus Rencana Koordinasi	76
Tabel 5. 16 Output Koordinasi Siklus 1.....	80
Tabel 5. 17 Output Koordinasi Siklus 2.....	81

Tabel 5. 18 Output Koordinasi Siklus 3.....	81
Tabel 5. 19 Perbandingan Output Vissim Siklus 1	82
Tabel 5. 20 Perbandingan Output Vissim Siklus 2	83
Tabel 5. 21 Perbandingan Output Vissim Siklus 3	84



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Tata Guna Lahan Eksisting Tahun 2024	6
Gambar 2. Visualisasi Tampak Atas Lokasi Kajian	7
Gambar 3. Tampak Atas Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit	8
Gambar 4. Waktu Siklus Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit	8
Gambar 5. Tampak Atas Simpang Ujung Berung-Cigending	9
Gambar 6. Prinsip Koordinasi Sinyal Simpang dan Green Wave	12
Gambar 7. Faktor Koreksi Arus Belok Kiri	16
Gambar 8. Faktor Koreksi Rasio Belok Kanan.....	16
Gambar 9. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor.....	17
Gambar 10. Tundaan Lalu Lintas Simpang	20
Gambar 11. Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor.....	21
Gambar 12. Peluang Antrian Pada Simpang.....	22
Gambar 13. Faktor Koreksi Untuk Kelandaian.....	25
Gambar 14. Faktor Koreksi Untuk Pengaruh parkir	26
Gambar 15. Diagram Alir Penelitian	44
Gambar 16. Inventarisasi Simpang Ujung Berung Rumah sakit	47
Gambar 17. Inventarisasi Simpang Ujung Berung Cigending.....	48
Gambar 18. Siklus Eksisting Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit.....	48
Gambar 19. Fluktuasi Per 1 Jam SP. Ujung Berung-Rumah Sakit.....	49
Gambar 20. Flow Diagram Arus SP. Ujung Berung-Rumah Sakit.....	50
Gambar 21. Fluktuasi Per 1 Jam SP. Ujung Berung-Cigending.....	51
Gambar 22. Flow Diagram Arus SP. Ujung Berung-Cigending.....	52
Gambar 23. Desire Speed Sepeda Motor Pendekat Timur	53
Gambar 24. Desire Speed Mobil Penumpang Pendekat Timur	53
Gambar 25. Desire Speed Kendaraan Sedang Pendekat Timur.....	54
Gambar 26. Pembuatan Model Jaringan Jalan.....	59
Gambar 27. Pengaturan Waktu Siklus dan Fase	61
Gambar 28. Pengaturan Configuration dan Evaluation	62
Gambar 29. Kinerja Eksisting Vissim Siklus 1	64

Gambar 30. Kinerja Eksisting Vissim Siklus 2.....	65
Gambar 31. Kinerja Eksisting Vissim Siklus 3.....	65
Gambar 32. Desain Simpang Bersinyal Ujung Berung-Cigending	68
Gambar 33. Rencana Fase Simpang Ujung Berung-Cigending.....	69
Gambar 34. Perencanaan Siklus 1 SP. Ujung Berung-Cigending	70
Gambar 35. Perencanaan Siklus 2 SP. Ujung Berung-Cigending	70
Gambar 36. Perencanaan Siklus 3 SP. Ujung Berung-Cigending	70
Gambar 37. Kinerja Vissim Setelah Pemasangan APILL Siklus 1	71
Gambar 38. Kinerja Vissim Setelah Pemasangan APILL Siklus 2	72
Gambar 39. Kinerja Vissim Setelah Pemasangan APILL Siklus 3	72
Gambar 40. Diagram Siklus Perencanaan 1	76
Gambar 41. Diagram Siklus Perencanaan 2.....	77
Gambar 42. Diagram Siklus Perencanaan 3.....	77
Gambar 43. Diagram Koordinasi Siklus1	78
Gambar 44. Diagram Koordinasi Siklus 2	78
Gambar 45. Diagram Koordinasi Siklus 3	78
Gambar 46. Kinerja Simpang Koordinasi Siklus 1	79
Gambar 47. Kinerja Simpang Koordinasi Siklus 2.....	79
Gambar 48. Kinerja Simpang Koordinasi Siklus 3.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Permohonan Untuk Dilakukan Penelitian.....	91
Lampiran 2 Daftar Penelitian.....	92
Lampiran 3 Hasil Survei MCO Pagi A-B.....	93
Lampiran 4 Hasil Survei MCO Pagi B-A.....	93
Lampiran 5 Hasil Survei MCO Siang A-B.....	93
Lampiran 6 Hasil Survei MCO Siang B-A.....	94
Lampiran 7 Hasil MCO Sore A-B.....	94
Lampiran 8 Hasil Survei MCO Sore B-A.....	94
Lampiran 9 Hasil Survei Spot Speed SP. Ujung Berung-Rumah Sakit.....	95
Lampiran 10 Hasil Survei Spot Speed SP Ujung Berung-Cigending.....	96
Lampiran 11 Hasil Survei CTMC 18 Jam SP. Ujung Berung-Rumah Sakit.....	98
Lampiran 12 Hasil Survei CTMC 18 Jam SP. Ujung Berung-Cigending.....	109
Lampiran 13 Dokumentasi Pelaksanaan Survei dan Pengolahan Data.....	122
Lampiran 14 Asistensi Bimbingan.....	123

INTISARI

ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG MELALUI PENGATURAN DAN KOORDINASI DENGAN PEMODELAN MIKROSIMULASI (STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN RAYA UJUNG BERUNG)

Oleh
Komang Ramanda Agastya
2103042

Kemacetan lalu lintas di Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit dan Simpang Ujung Berung-Cigending Kota Bandung, menjadi permasalahan serius akibat volume kendaraan tinggi dan jarak antar simpang yang dekat yaitu 195 meter. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja eksisting dan potensi optimalisasi pada persimpangan Ujung Berung – Rumah Sakit (bersinyal) dan Ujung Berung – Cigending (tidak bersinyal). Melalui pemodelan menggunakan PTV Vissim, akan dievaluasi kinerja kedua simpang sebelum dan setelah dilakukan optimalisasi waktu siklus, kapasitas, dan koordinasi sinyal. Perubahan pengaturan simpang tidak bersinyal menjadi simpang bersinyal perlu dilakukan untuk mengoptimalkan kapasitas tiap pendekatan dan menghindari konflik utama pada simpang, kemudian dilakukan Koordinasi sinyal antar kedua simpang. Metode koordinasi sinyal dilakukan dengan data survei CTMC, Spot Speed dan dilakukanaa perhitungan waktu siklus dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2023, kemudian akan dilanjutkan dengan analisis kinerja eksisting hingga koordinasi sinyal dengan aplikasi Vissim. Optimalisasi dan koordinasi yang dilakukan pada kedua simpang menunjukkan hasil yang beragam pada periode waktu sibuk. Pada jam puncak siklus rencana 1 (pukul 06.00-09.00), terdapat penurunan yang signifikan pada panjang antrian (64,11%) dan tundaan kendaraan (70,56%). Sementara itu, pada siklus rencana 2 (pukul 09.00-16.00 dan 20.00-06.00), panjang antrian dan tundaan kendaraan juga mengalami penurunan, yaitu sebesar 33,04% untuk panjang antrian dan 45,68% untuk tundaan kendaraan. Pada Siklus rencana 3 (pukul 16.00-20.00), terjadi peningkatan pada panjang antrian (64,11%) dan

tundaan kendaraan (120,19%). Maka dari itu pengaturan dan koordinasi simpang efektif menurunkan panjang antrian dan tundaan pada persimpangan di Jalan Raya Ujung Berung.

Kata Kunci: Simpang, Koordinasi Sinyal, Kinerja Simpang



ABSTRACT

ANALYSIS OF INCREASED PERFORMANCE AT INTERSECTIONS THROUGH REGULATION AND COORDINATION WITH MICROSIMULATING MODELING (CASE STUDY: UJUNG BERUNG HIGHWAY INTERSECTION)

By

Komang Ramanda Agastya

2103042

Traffic congestion at the Ujung Berung-Rumah Sakit and Ujung Berung-Cigending intersections in Bandung City has become a serious problem due to high traffic volume and a short distance between intersections of only 195 meters. This study aims to analyze the existing performance and potential optimization of the Ujung Berung-Rumah Sakit (signalized) and Ujung Berung-Cigending (unsignalized) intersections. Through modeling using PTV Vissim, the performance of both intersections will be evaluated before and after optimization of cycle time, capacity, and signal coordination. Changing the unsignalized intersection to a signalized one is necessary to optimize the capacity of each approach and avoid major conflicts at the intersection, followed by signal coordination between the two intersections. The signal coordination method is carried out using CTMC survey data, Spot Speed, and cycle time calculations using the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines. This will be followed by an analysis of existing performance up to signal coordination using the Vissim application. The optimization and coordination carried out at both intersections showed varying results during peak periods. During the first planned cycle (06:00-09:00), there was a significant decrease in queue length (64.11%) and vehicle delay (70.56%). Meanwhile, in the second planned cycle (09:00-16:00 and 20:00-06:00), queue length and vehicle delay also decreased, by 33.04% for queue length and 45.68% for vehicle delay. In the third planned cycle (16:00-20:00), there was an increase in queue length (64.11%) and vehicle delay (120.19%). Therefore,

effective intersection control and coordination reduce queue length and delay at intersections on Jalan Raya Ujung Berung.

Keywords: *Intersection, Signal Coordination, Intersection Performance*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Bandung merupakan Ibu Kota Provinsi Jawa Barat dan menjadi kota dengan penduduk terbesar ke-4 di Indonesia yaitu 2.569.107 jiwa (DISDUKCAPIL Kota Bandung, 2023). Hal ini tidak terlepas dari kebutuhan akan transportasi sebagai urat nadi perekonomian suatu daerah, sehingga dibutuhkan transportasi yang aman, nyaman, tertib, lancar dan selamat dalam kegiatan sehari-hari masyarakat perkotaan. Tingginya kegiatan transportasi dapat menimbulkan berbagai permasalahan yaitu salah satunya adalah kemacetan lalu lintas. Salah satu faktor penyebab terjadinya kemacetan lalu lintas yaitu banyaknya titik temu jaringan jalan ataupun biasa disebut dengan persimpangan pada kota besar seperti Kota Bandung.

Persimpangan pada Jalan Raya Ujung Berung memiliki jarak yang berdekatan, yaitu pada Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit yang merupakan simpang bersinyal dan Simpang Ujung Berung-Cigending yang merupakan simpang tidak bersinyal dengan jarak antar simpang hanya 195 meter. Dimana pada kedua simpang tersebut sering mengalami kemacetan lalu lintas. Hal ini diakibatkan oleh volume kendaraan yang tinggi (8289 kend/jam) dan konflik antara lalu lintas di Jalan Raya Ujung Berung dengan kendaraan yang keluar masuk dari Jalan Cigending (Tim PKL Kota Bandung, 2024). Kondisi ini diperparah oleh panjang antrian di Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit yang mencapai Simpang Ujung Berung-Cigending, terutama pada jam sibuk.

Untuk mengatasi permasalahan di atas dapat dilakukan peningkatan kinerja pada persimpangan yaitu dengan perencanaan pengaturan simpang bersinyal dan optimalisasi simpang. Adapun optimalisasi yang dapat dilakukan seperti pengaturan waktu siklus serta melakukan koordinasi sinyal antar simpang. Hal ini bertujuan untuk mengurangi panjang antrian dan tundaan serta mempertahankan

platoon kendaraan yang melewati persimpangan sehingga dapat memberikan kelancaran dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Hermawan & Utami (2021) dibuktikan bahwa perencanaan simpang bersinyal pada Simpang Tiga Terminal Ciledug di Kabupaten Cirebon dapat menghilangkan konflik utama pada simpang tidak bersinyal sehingga dapat mengurangi kemacetan lalu lintas. Selain itu terdapat penelitian mengenai koordinasi sinyal pada simpang di Jalan Ir. Soekarno Tabanan yang efektif menurunkan tundaan dan panjang antrian secara signifikan (Suartawan dkk., 2023). Untuk mengetahui pergerakan dan konflik yang ditimbulkan dari interaksi kendaraan yang ada di ruang lalu lintas dapat digunakan perangkat lunak pemodelan lalu lintas yaitu PTV Vissim seperti pada penelitian yang dilakukan di Simpang Tugu Wisnu Kota Surakarta (Atmajaya dkk., 2024).

Maka dari itu penulis mengambil penelitian dengan judul “ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG MELALUI PENGATURAN DAN KOORDINASI DENGAN PEMODELAN MIKROSIMULASI (STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN RAYA UJUNG BERUNG)”. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dan acuan dalam menangani permasalahan lalu lintas di Kota Bandung.

1.2 Rumusan Masalah

Dari Latar Belakang diatas yang telah diuraikan, dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja eksisting dari Simpang Ujung Berung – Rumah Sakit dan Simpang Ujung Berung - Cigending?
2. Bagaimana perencanaan simpang bersinyal pada Simpang Ujung Berung-Cigending?
3. Bagaimana kinerja Simpang Ujung Berung – Rumah Sakit dan Simpang Ujung Berung - Cigending setelah dioptimalisasikan dan dilakukan Koordinasi?
4. Bagaimana perbandingan kinerja kedua simpang sebelum dan sesudah dilakukan optimalisasi dan Koordinasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dicapai dari penulisan kerta kerja wajib ini berdasarkan rumusan masalah diatas, yaitu:

1. Mengetahui kinerja eksisting dari Simpang Ujung Berung – Rumah Sakit dan Simpang Ujung Berung - Cigending.
2. Mengetahui perencanaan simpang bersinyal pada Simpang Ujung Berung-Cigending
3. Mengetahui kinerja Simpang Ujung Berung -Rumah Sakit dan Simpang Ujung Berung-Cigending setelah dioptimalisasikan dan dilakukan Koordinasi.
4. Mengetahui perbandingan kinerja kedua simpang sebelum dan sesudah dilakukan optimalisasi dan Koordinasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Terdapat manfaat yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut:

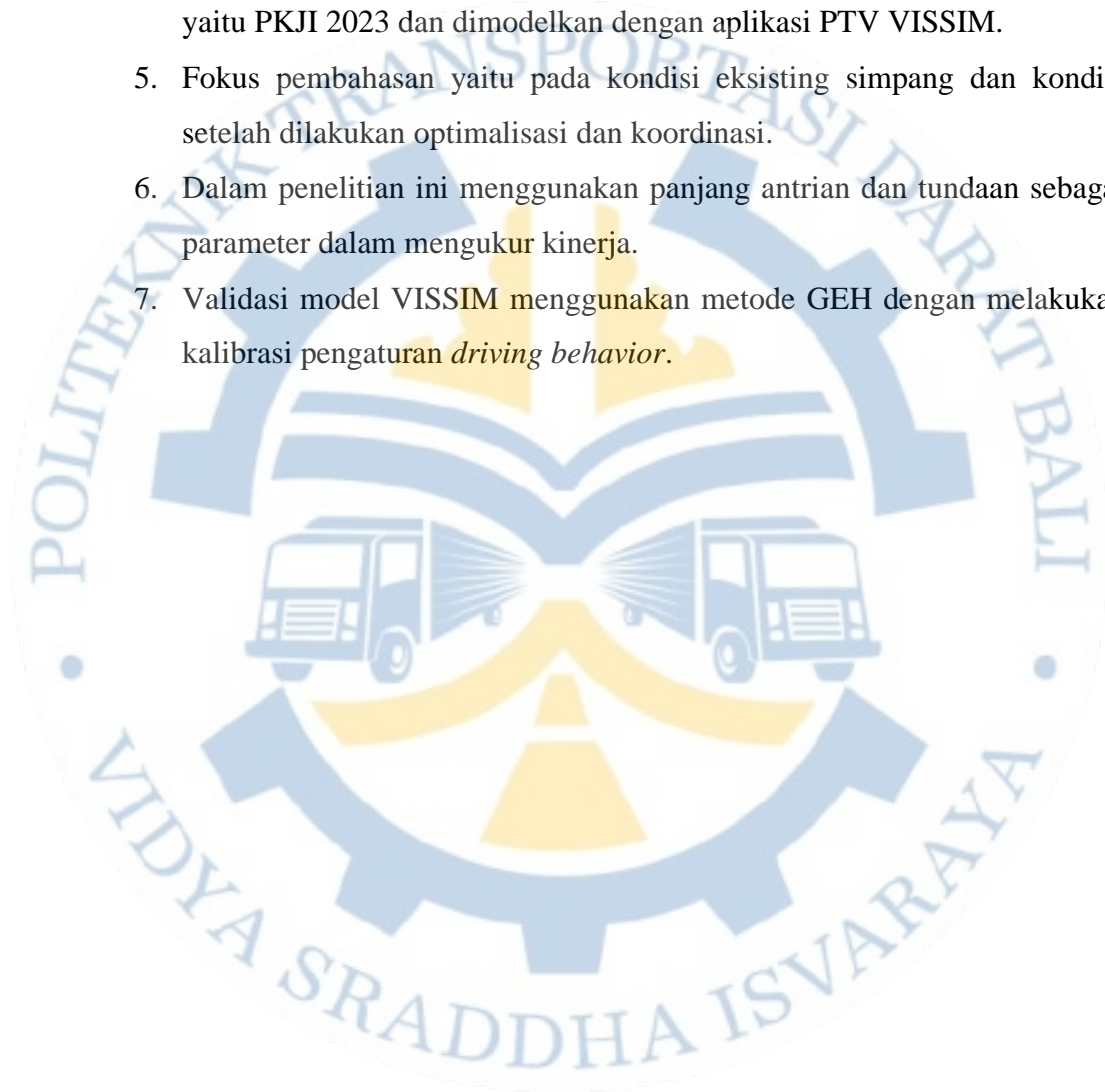
1. Sebagai syarat dalam menuntaskan Pendidikan Diploma III Manajemen Transportasi Jalan di Politeknik Transportasi Darat Bali.
2. Sebagai referensi tambahan dalam pembelajaran mata kuliah di Program Studi Manajemen Transportasi Jalan khususnya dalam menganalisa dan mengoptimalisasi simpang.
3. Sebagai rekomendasi untuk Dinas Perhubungan Kota Bandung dalam memecahkan permasalahan pada Simpang Ujung Berung – Rumah Sakit dan Simpang Ujung Berung - Cigending.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penulisan KKW ini tidak menyimpang dari judul yang diangkat dan untuk memaksimalkan hasil yang diperoleh dari penulisan KKW ini maka penulis membatasi ruang lingkup kajian sebagai berikut:

1. Lingkup wilayah kajian hanya pada 2 simpang yaitu Simpang Ujung Berung – Rumah Sakit dan Simpang Ujung Berung - Cigending.

2. Penelitian dilakukan pada hari kerja selama 18 Jam dari pukul 04.00-22.00.
3. Optimalisasi yang dilakukan berupa pengaturan waktu siklus dan waktu hijau pada simpang.
4. Metode yang digunakan untuk menganalisis waktu siklus yang optimal yaitu PKJI 2023 dan dimodelkan dengan aplikasi PTV VISSIM.
5. Fokus pembahasan yaitu pada kondisi eksisting simpang dan kondisi setelah dilakukan optimalisasi dan koordinasi.
6. Dalam penelitian ini menggunakan panjang antrian dan tundaan sebagai parameter dalam mengukur kinerja.
7. Validasi model VISSIM menggunakan metode GEH dengan melakukan kalibrasi pengaturan *driving behavior*.



BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah

Kondisi wilayah di Kota Bandung dapat terbagi menjadi beberapa kondisi seperti kondisi geografis, administrasi, kependudukan dan kondisi transportasi. Berikut ini merupakan penjelasan dari berbagai kondisi wilayah studi di Kota Bandung:

2.1.1 Kondisi Geografis

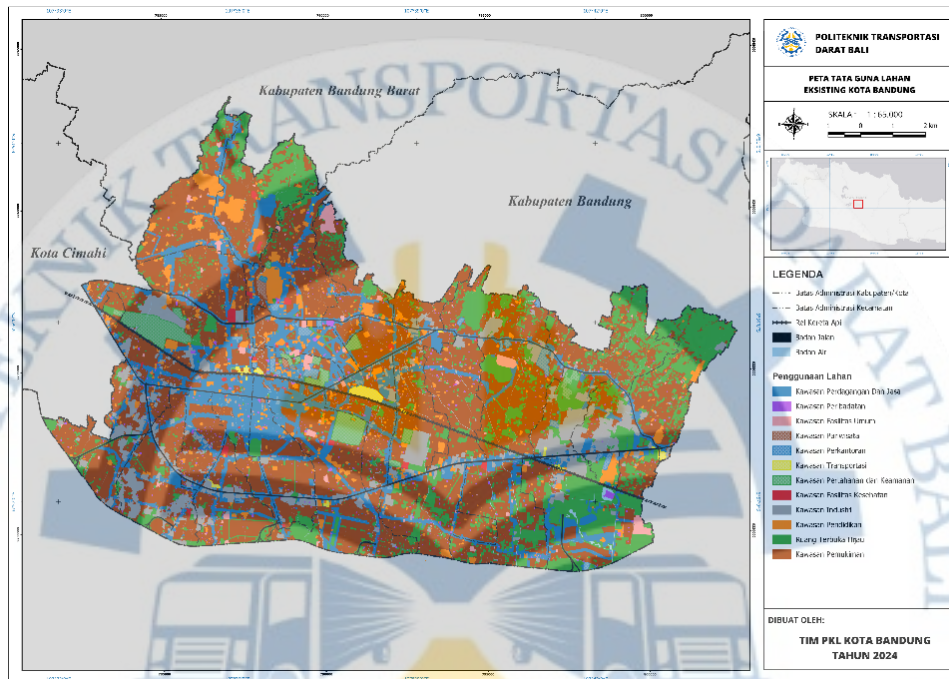
Kondisi wilayah studi terletak pada Kelurahan Cigending, Kecamatan Ujung Berung, Kota Bandung. Berdasarkan tata letak Kecamatan Ujung Berung merupakan salah satu kecamatan yang terletak di pinggiran kota tepatnya dibagian timur Kota Bandung. Untuk wilayah Kecamatan Ujung Berung memiliki perbatasan dengan beberapa wilayah disekitarnya, yaitu:

1. Pada wilayah bagian Utara berbatasan dengan Kecamatan Cinambo
2. Pada wilayah bagian Timur berbatasan dengan Kecamatan Cibiru
3. Pada wilayah bagian Selatan berbatasan dengan Kecamatan Cilengkrang (Kabupaten Bandung)
4. Pada wilayah bagian Barat berbatasan dengan Kecamatan Mandalajati

2.1.2 Kondisi Administrasi

Kondisi administrasi wilayah studi pada suatu kota merupakan kondisi yang digunakan untuk menilai karakteristik lalu lintas seperti kondisi tata guna lahan yang ada di kota tersebut. Karakteristik perjalanan masyarakat pada suatu wilayah dapat didasari tata guna lahannya. Hal ini akan berdampak pada lalu lintas yang ada di wilayah tersebut sesuai dengan jenis tata guna lahannya. Berdasarkan peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Tahun 2022-2042 yang disusun oleh Badan Perencanaan Pembangunan, Penelitian dan Pengembangan Kota Bandung dan telah divalidasi oleh Tim PKL Kota Bandung pada tahun 2024 sehingga didapatkan peta tata guna lahan eksisting tahun 2024. Berdasarkan **Gambar 1. Peta Tata Guna**

Lahan Eksisting Tahun 2024 Kecamatan Ujung Berung yang merupakan salah satu dari 30 kecamatan yang ada di Kota Bandung, dimana Kecamatan Ujung Berung memiliki tata guna lahan yang dominan yaitu pemukiman serta perdagangan dan jasa sehingga perjalanan yang ada di wilayah tersebut tinggi.



(Sumber: Analisis PKL Kota Bandung Tahun 2024)

Gambar 1. Peta Tata Guna Lahan Eksisting Tahun 2024

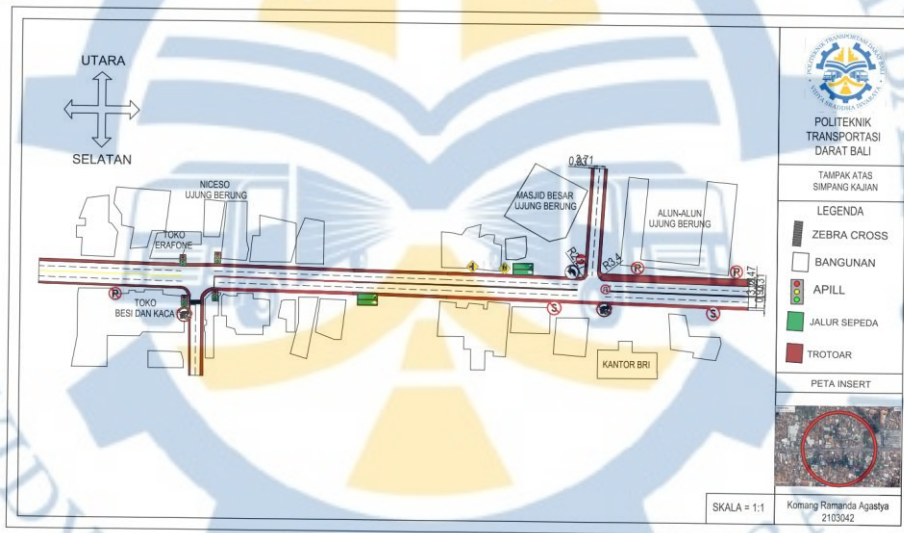
2.1.3 Kondisi Transportasi

Berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Jawa Barat Nomor: 620/Kep.883-DBMTR/ 2022 dan hasil validasi lapangan, diketahui bahwa prasarana lalu lintas berupa jalan berdasarkan fungsinya yang ada di Kota Bandung berjumlah 74 jalan arteri, 79 jalan kolektor dan 967 jalan lokal. Ruas jalan arteri yang ada di Kota Bandung beberapa merupakan ruas jalan nasional dan salah satunya merupakan ruas Jalan Raya Ujung Berung yang menghubungkan Kabupaten Bandung dengan Kota Cimahi.

2.2 Kondisi Objek

Lokasi kajian terletak pada ruas Jalan Raya Ujung Berung di wilayah Kecamatan Ujung Berung, tepatnya terletak pada Simpang Ujung Berung – Rumah

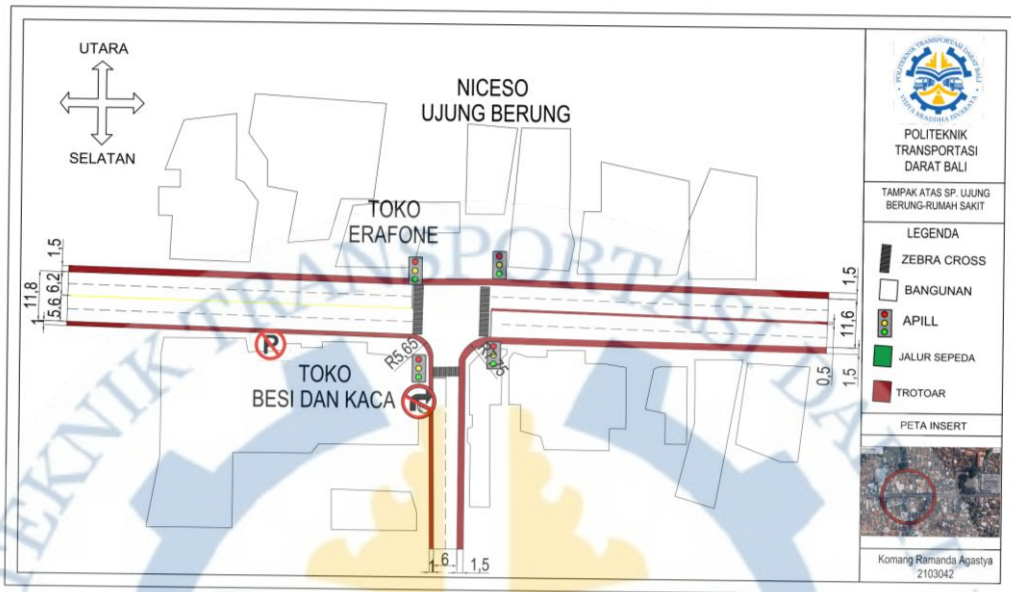
Sakit (-6.914095588444267,107.69938097774757) dan Simpang Ujung Berung – Cigending (-6.914124159761449,107.70112888844344). Jarak antara kedua simpang sangat dekat yaitu hanya berjarak 195 Meter yang dihitung dari masing-masing bibir simpang selain itu tata guna lahan di wilayah kajian merupakan kawasan perdagangan dan jasa dengan aktifitas masyarakat yang tinggi pada pagi hari terutama pada area pasar ujung berung yang berada di sebelah timur Simpang Ujung Berung-Cigending dan Alun-Alun Ujung Berung yang ramai pada sore hingga malam hari. Pada hasil pengamatan lapangan secara langsung terdapat angkutan kota yang berhenti di pinggir jalan untuk menunggu penumpang. Untuk visualisasi lokasi kajian dapat dilihat pada **Gambar 2. Visualisasi Tampak Atas Lokasi Kajian** yang merupakan tampak atas dari objek kajian.



(Sumber: Hasil Analisis 2024)

Gambar 2. Visualisasi Tampak Atas Lokasi Kajian

2.2.1 Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit



(Sumber: Hasil Analisis 2024)

Gambar 3. Tampak Atas Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit

Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit merupakan simpang bersinyal di Jalan Raya Ujung Berung dengan tipe simpang 312 yang berarti terdapat 3 kaki simpang dengan 1 lajur minor dan 2 lajur mayor. Jika dilihat pada **Gambar 3. Tampak Atas Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit** di sekitar wilayah Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit terdapat bangunan berupa pertokoan di setiap kaki simpangnya. Simpang ini memiliki 3 kaki simpang dengan pengaturan sinyal 2 fase. Pada **Gambar 4. Waktu Siklus Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit** merupakan fase siklus kondisi eksisting Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit dimana fase 1 mengatur lepasan dari kaki Timur dan fase 2 mengatur lepasan kaki barat terkhusus untuk belok kanan.

Fase	Siklus 125	
1 Timur	62	59
2 Barat (RT)	64	55

(Sumber: Hasil Analisis 2024)

Gambar 4. Waktu Siklus Simpang Ujung Berung-Rumah Sakit

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Persimpangan

Menurut Hendarto (2001), Persimpangan adalah daerah dimana dua jalan atau lebih bergabung/berpotongan. Menurut Khisty & Lall (2005) persimpangan jalan mengacu pada area umum dimana dua jalan atau lebih bertemu atau bersimpangan, termasuk jalan serta fasilitas tepi jalan untuk pergerakan arus lalu lintas yang ada. Menurut Prasetyanto (2013), persimpangan dapat dikatakan sebagai bagian dari suatu jaringan jalan yang merupakan daerah penting atau kritis dalam melayani arus lalu lintas. Menurut PKJI 2023, persimpangan berarti pertemuan dua atau lebih ruas jalan, dapat berupa simpang atau simpang APILL atau bundaran atau simpang tidak sebidang.

3.2 Pengendalian Simpang Ber APILL

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dijelaskan bahwa Pengendalian dengan Simpang Ber APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) dapat dilakukan paling sedikit memenuhi persyaratan:

1. Volume lalu lintas yang memasuki persimpangan rata-rata di atas 750 kendaraan/jam selama 8 jam;
2. Waktu menunggu (*delay*) rata-rata kendaraan di persimpangan di atas 30 detik;
3. Rata-rata jumlah pejalan kaki yang menyeberang di atas 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam/hari;
4. Jumlah kecelakaan di atas 5 kecelakaan/ tahun.

Pengendalian dengan simpang ber APILL sekurang-kurangnya dilengkapi dengan APILL, marka dan rambu peringatan. Pengendalian persimpangan dengan penerapan marka kotak kuning dapat dilakukan dengan syarat persimpangan telah diatur dengan APILL otonom adaptif atau sistem APILL terkoordinasi serta

sekurang-kurangnya tingkat pelayanan simpang C. Menurut Peraturan menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas Penempatan rambu peringatan pada sisi jalan sebelum tempat berbahaya dilakukan dengan cara:

1. Paling sedikit 180 (seratus delapan puluh) meter, untuk jalan dengan kecepatan rencana lebih dari 100 (seratus) kilometer per jam;
2. paling sedikit 100 (seratus) meter, untuk jalan dengan kecepatan rencana lebih dari 80 km per jam sampai dengan 100 (seratus) kilometer per jam;
3. Paling sedikit 80 (delapan puluh) meter, untuk jalan dengan kecepatan rencana lebih dari 60 (enam puluh) kilometer per jam sampai dengan 80 (delapan puluh) kilometer per jam; dan
4. Paling sedikit 50 (lima puluh) meter, untuk jalan dengan kecepatan rencana 60 (enam puluh) kilometer per jam atau kurang.

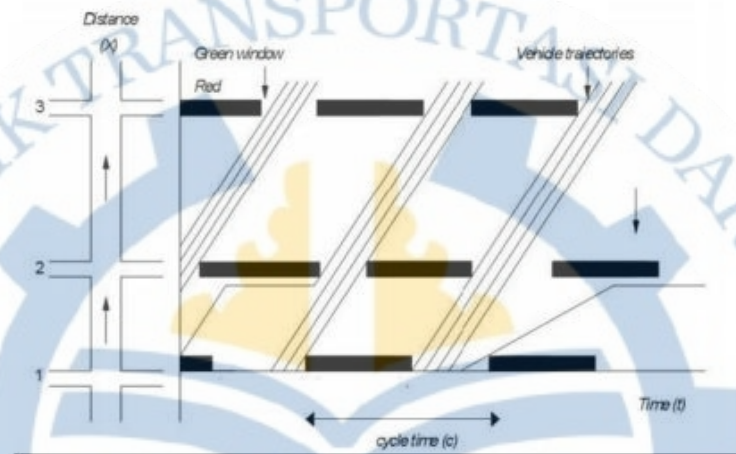
3.3 Tingkat Pelayanan Persimpangan

Menurut Tamin (2000) untuk indeks ingkat pelayanan (ITP) pada persimpangan dapat didasarkan pada lama waktu tundaan simpang. Tingkat pelayanan pesimbangan terbagi menjadi 6 tingkatan, yaitu:

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

3.4 Koordinasi Simpang Bersinyal

Menurut Taylor dkk. (2017), koordinasi antar simpang bersinyal merupakan salah satu jalan untuk mengurangi tundaan dan antrian. Adapun prinsip koordinasi simpang bersinyal menurut Taylor ditunjukkan dalam **Gambar 6. Prinsip Koordinasi Sinyal Simpang dan Green Wave** berikut.



(Sumber: Taylor & Bonsall, 2017)

Gambar 6. Prinsip Koordinasi Sinyal Simpang dan Green Wave

3.5 Syarat Koordinasi Simpang Bersinyal

Menurut Bayasut (2010) untuk melakukan Koordinasi simpang bersinyal terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi, yaitu:

- Untuk jarak antar simpang yang akan dilakukan koordinasi sinyal diwajibkan tidak melebihi 800 meter, apabila jaraknya lebih dari 800 meter, maka koordinasi sinyal tidak akan berjalan dengan efektif.
- Untuk waktu sinyal dari masing-masing simpang harus memiliki waktu siklus (cycle time) dengan panjang yang sama.
- Koordinasi sinyal ini biasanya digunakan pada jaringan jalan utama (arteri dan kolektor).
- Adanya sekelompok kendaraan (platoon) sebagai akibat dari lampu lalu lintas di bagian hulu.

3.6 Bandwith dan Offset

Menurut C. S. Papacostas (1993) Bandwidth adalah perbedaan waktu dalam lintasan parallel sinyal hijau antara lintasan pertama dan lintasan akhir. Sedangkan Offset merupakan perbedaan waktu antara dimulainya sinyal hijau pada simpang pertama dan awal hijau pada simpang setelahnya. Waktu offset dapat dihitung menggunakan diagram koordinasi.

3.7 Kapasitas Simpang Tidak Bersinyal

Kapasitas simpang tidak bersinyal merupakan kemampuan maksimum dari suatu simpang untuk menanggung arus lalu lintas yang melewati simpang per satuan waktu dengan satuannya yaitu smp/jam. Analisis yang digunakan pada penelitian ini menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2023 yang disusun oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Berikut ini merupakan perhitungan kapasitas simpang tidak bersinyal.

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{BKi} \times F_{BK\alpha} \times F_{RMI} \quad (3.1)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam)

C₀ = Kapasitas Dasar (smp/jam)

F_{LP} = Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat

F_M = Faktor koreksi tipe median

F_{UK} = Faktor koreksi ukuran kota

F_{HS} = Faktor koreksi hambatan samping

F_{BKI} = Faktor koreksi rasio arus belok kiri

F_{BKA} = Faktor koreksi rasio arus belok kanan

F_{Rmi} = Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor

3.7.1 Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar Berikut merupakan kapasitas dasar simpang tidak bersinyal berdasarkan tipe simpang.

Tabel 3. 1 Kapsitas Dasar

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

(Sumber: PKJI, 2023)

3.7.2 Faktor Koreksi Pendekat Rata-Rata

Simpang Ujung Berung-Cigending memiliki tipe simpang 324M maka menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_{LP} = 0.62 + 0.0646 L_{RP} \quad (3.2)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

3.7.3 Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor

Berikut

Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Median

Kondisi Simpang	Tipe Median	Faktor Koreksi Median
Tidak ada median	Tidak ada	1.00
Ada Median di jalan mayor dengan lebar <3 m	Median sempit	1.05
Ada median di jalan mayor dengan Lebar \geq 3m	Median Lebar	1.20

(Sumber: PKJI, 2023)

3.7.4 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Berikut tabel faktor koreksi ukuran kota yang dilihat dari jumlah penduduknya.

Tabel 3. 3 Faktor Koreksi Ukuran Kota

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

(Sumber: PKJI, 2023)

3.7.5 Faktor Koreksi Hambatan Samping

Nilai koreksi hambatan samping dapat diperoleh melalui tabel dibawah.

Tabel 3. 4 Faktor Koreksi Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	F_{HS} untuk nilai R_{KTb}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
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 (RA)	Tinggi/Sedang/ Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

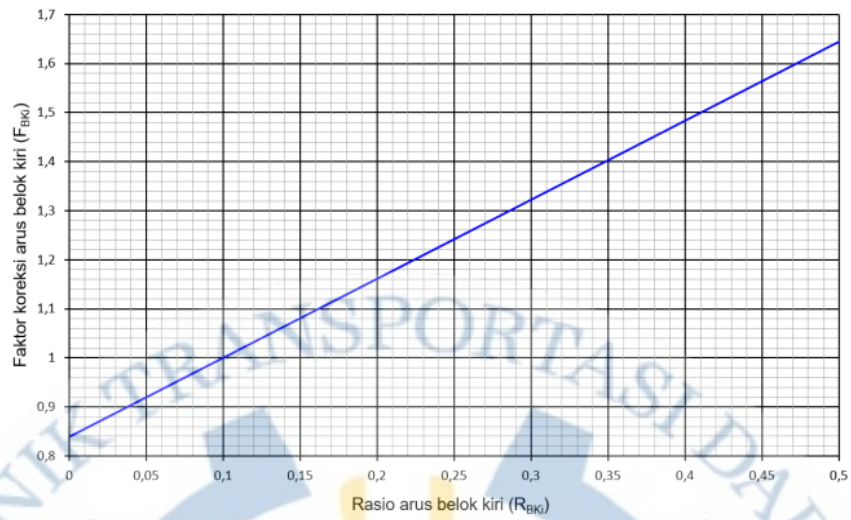
(Sumber: PKJI, 2023)

3.7.6 Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri

Berikut merupakan rasio arus belok kiri (F_{BKi}) yang dirumuskan sebagai berikut.

$$F_{BKi} = 0.84 + 1.61 R_{BKi} \quad (3.3)$$

(Sumber: PKJI, 2023)



(Sumber: PKJI, 2023)

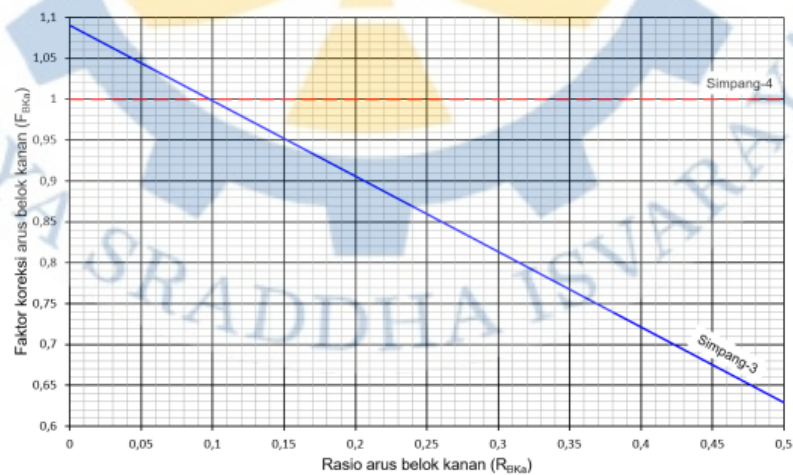
Gambar 7. Faktor Koreksi Arus Belok Kiri

3.7.7 Faktor Koreksi Rasio Belok Kanan

Faktor koreksi rasio belok kanan (F_{BKk}) dapat dihitung menggunakan persamaan atau menggunakan grafik di bawah ini.

$$F_{BKk} = 1.09 + 0.922 R_{BKk} \quad (3.4)$$

(Sumber: PKJI, 2023)



(Sumber: PKJI, 2023)

Gambar 8. Faktor Koreksi Rasio Belok Kanan

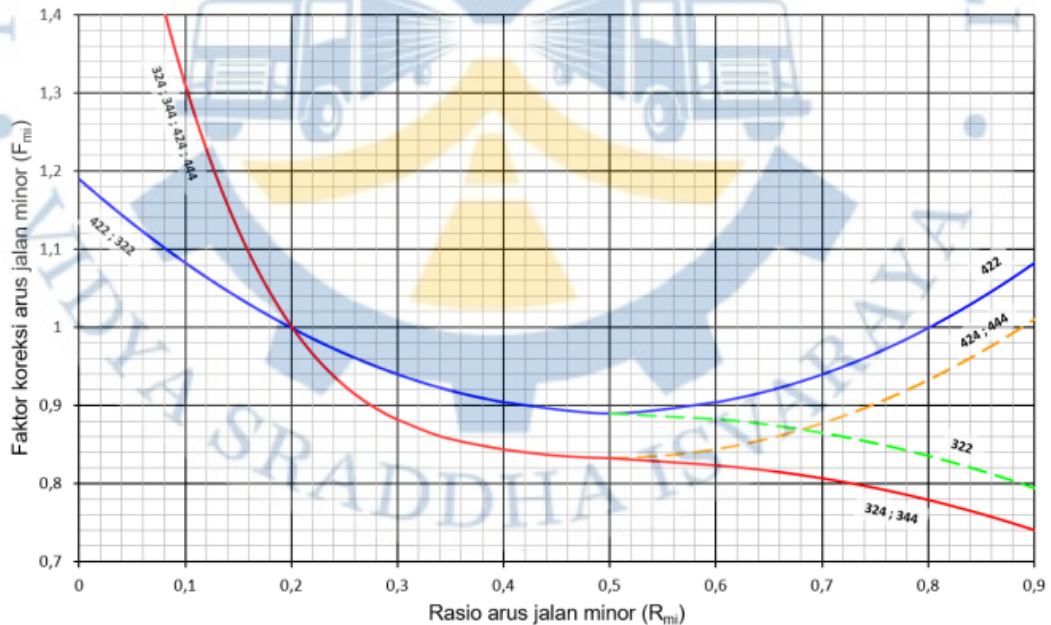
3.7.8 Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor

Faktor koreksi rasio arus jalan minor dipengaruhi oleh volume arus pada jalan minor. Berikut merupakan tabel persamaan faktor koreksi arus jalan minor dan dapat juga dilihat pada grafik.

Tabel 3. 5 Faktor Koreksi Arus Jalan Minor

Type Simpang	F_{mi}	R _{mi}
422	$1,19 \times R_{mi}^2 - 1,19 \times P_{mi} + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,6 \times P_{mi}^4 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
444	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times R_{mi}^2 - 1,19 \times R_{mi} + 1,19$	0,1-0,5
	$(-0,595) \times R_{mi}^2 + 0,595 \times R_{mi}^3 + 0,74$	0,5-0,9
324 344	$16,6 \times R_{mi}^2 - 33,3 \times R_{mi}^3 + 25,3 \times R_{mi}^2 - 8,6 \times R_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
	$1,11 \times R_{mi}^2 - 1,11 \times R_{mi} + 1,11$	0,3-0,5
	$(-0,555) R_{mi}^2 + 0,555 \times R_{mi} + 0,69$	0,5-0,9

(Sumber: PKJI, 2023)



(Sumber: PKJI, 2023)

Gambar 9. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor

3.8 Kinerja Simping Tidak Bersinyal

Terdapat beberapa indikator untuk menilai kinerja simping seperti derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian. Analisis yang digunakan untuk mengetahui kinerja simping tidak bersinyal yaitu ini menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2023 yang disusun oleh Direktorat Jenderal Bina Marga (Bina Marga, 2023).

3.8.1 Ekuivalensi Mobil Penumpang

Kapasitas jalan yang pada umumnya dinyatakan dalam satuan (smp/jam) sehingga untuk mengkonversi berbagai jenis kendaraan menjadi satuan mobil penumpang digunakan ekuivalensi mobil penumpang (EMP). Nilai arus lalu lintas yang masuk ke simping dan masih dinyatakan dalam satuan kend/jam perlu dikonversikan menjadi SMP/jam menggunakan nilai EMP pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 6 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	EMP	
	$q_{TOTAL} \geq 1000$ Kend/jam	$q_{TOTAL} < 1000$ Kend/jam
MP	1,0	1,0
KS	1,8	1,3
SM	0,2	0,5

(Sumber: PKJI, 2023)

3.8.2 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menjadi salah satu parameter untuk menilai suatu simping dimana nilai ini menunjukkan tingkat kepadatan lalu lintas suatu simping. Berikut merupakan persamaan dalam menentukan derajat kejenuhan:

$$D_j = \frac{q}{C} \quad (3.5)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

D_j = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas simpang (SMP/Jam)

q = Semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua simpang yang masuk ke dalam simpang (SMP/Jam)

3.8.3 Tundaan

Tundaan (T) pada persimpangan dapat disebabkan oleh (dua) hal, yaitu tundaan lalu lintas (T_{LL}) dan tundaan geometri (T_G). T_{LL} merupakan tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas. Sedangkan T_G merupakan tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan kendaraan membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti. Berikut persamaan dalam menentukan tundaan pada simpang.

$$T = T_{LL} + T_G \quad (3.6)$$

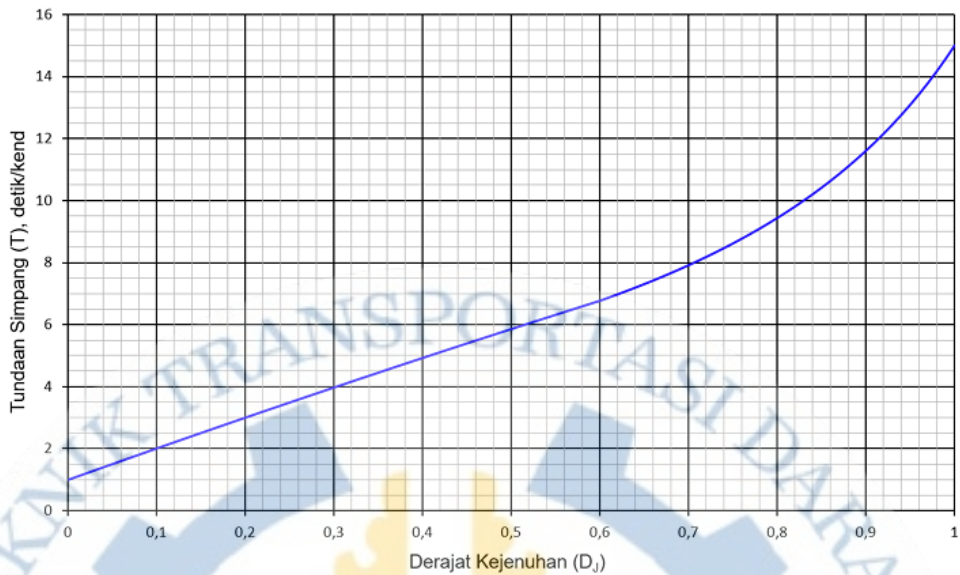
(Sumber: PKJI, 2023)

Adapun tundaan lalu lintas dapat dihitung menggunakan persamaan-persamaan dibawah atau dapat diperoleh menggunakan gambar grafik dibawah berdasarkan nilai D_j :

$$\text{Untuk } D_j \leq 0,60 : T_{LL} = 2 + 8,2078 D_j - (1 - D_j)^2 \quad (3.7)$$

$$\text{Untuk } D_j > 0,60 : T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 D_j)} - (1 - D_j)^2 \quad (3.8)$$

(Sumber: PKJI, 2023)



(Sumber: PKJI, 2023)

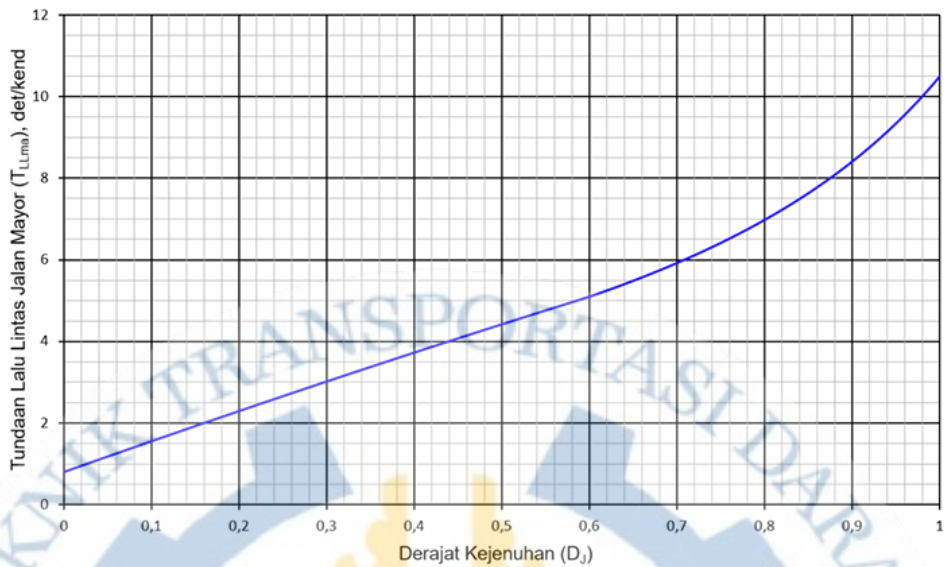
Gambar 10. Tundaan Lalu Lintas Simpang

Tundaan lalu lintas untuk jalan mayor (T_{LLma}) merupakan tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor, dapat dihitung menggunakan persamaan-persamaan dibawah atau diperoleh menggunakan gambar dibawah berdasarkan nilai D_j :

$$\text{Untuk } D_j \leq 0,60 : T_{LLma} = 1,8000 + 5,8234 - (1 - D_j)^{1,8} \quad (3.7)$$

$$\text{Untuk } D_j > 0,60 : T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 D_j)} - (1 - D_j)^{1,8} \quad (3.8)$$

(Sumber: PKJI, 2023)



(Sumber: PKJI, 2023)

Gambar 11. Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor

Tundaan lalu lintas untuk jalan minor (T_{LLmi}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan minor, dihitung menggunakan persamaan dibawah ini.

$$T_{LLmi} = \frac{q_{KB} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}} \quad (3.9)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

q_{KB} = Arus total kendaraan bermotor yang masuk simpang (SMP/jam).

q_{ma} = Arus kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor (SMP/jam).

T_G = Tundaan geometri rata-rata seluruh simpang, dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah:

$$\text{Untuk } D_j < 1 : T_G = (1 - D_j) \times \{6 R_B + 3(1 - R_B)\} + 4 D_j \text{ (detik/SMP)} \quad (3.10)$$

$$\text{Untuk } D_j \geq 1 : T_G = 4 \text{ (detik/SMP)} \quad (3.11)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

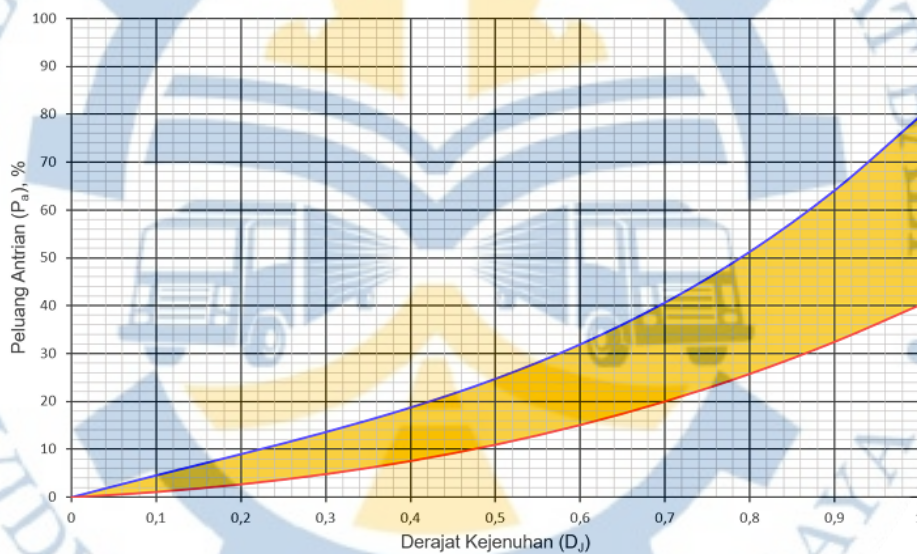
Keterangan : R_B adalah rasio arus belok terhadap arus kendaraan bermotor total simpang.

3.8.4 Peluang Antrian

Peluang antrian adalah suatu nilai untuk menilai kemungkinan terjadinya antrian kendaraan di suatu simpang atau ruas jalan. Nilai peluang antrian tinggi menunjukkan kemungkinan terjadinya antrian di suatu simpang semakin besar. P_a dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%) dan dapat ditentukan menggunakan Persamaan dibawah atau ditentukan menggunakan gambar grafik dibawah. Berikut merupakan persamaan dalam menghitung peluang antrian pada suatu simpang:

$$\text{Batas atas peluang} : P_a = 47,71 D_J - 24,68 D_J^2 + 56,47 D_J^3 \quad (3.12)$$

$$\text{Batas bawah peluang} : P_a = 9,02 D_J - 20,66 D_J^2 + 10,49 D_J^3 \quad (3.13)$$



(Sumber: PKJI, 2023)

Gambar 12. Peluang Antrian Pada Simpang

3.9 Perencanaan Simpang Bersinyal

APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) digunakan untuk mempertahankan kapasitas persimpangan pada jam puncak dan mengurangi kecelakaan akibat tabrakan antar kendaraan dari arah yang berlawanan (Bina Marga, 2023). Penggunaan lampu kuning dan isyarat lampu merah semua adalah bagian penting dalam pengaturan APILL untuk meningkatkan keselamatan di persimpangan, mengurangi potensi kecelakaan, dan memastikan aliran lalu lintas yang lebih teratur

dan aman. Berikut ini Tabel nilai normal waktu antar hijau yang meliputi lampu kuning dan isyarat merah semua.

Tabel 3. 7 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar jalan rata-rata (m)	Nilai normal W_{AH} (detik/fase)
Kecil	6 sampai kurang dari 10	4
Sedang	10 sampai kurang dari 15	5
Besar	Lebih dari atau sama dengan 15	≥ 6

(Sumber: PKJI, 2023)

3.10 Kinerja Simpang Bersinyal

Analisis yang digunakan untuk mengetahui kinerja simpang bersinyal yaitu menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2023 yang disusun oleh Direktorat Jenderal Bina Marga 2023. Berikut ini merupakan perhitungan kinerja simpang bersinyal.

3.10.1 Arus jenuh

Arus Jenuh merupakan hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor koreksi yang menggambarkan penyimpangan kondisi eksisting dari kondisi ideal. Perhitungan arus jenuh disimpang bersinyal menggunakan rumus:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKd} \quad (3.14)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

- J_0 = Arus Jenuh Dasar
- F_{UK} = Faktor Koreksi Ukuran Kota
- F_{HS} = Faktor Koreksi Hambatan Samping
- F_G = Faktor Koreksi Kelandaian
- F_P = Faktor Koreksi Parkir
- F_{BKd} = Faktor Koreksi Belok Kanan
- F_{BKl} = Faktor Koreksi Belok Kiri

3.10.2 Arus Jenuh Dasar

Arus Jenuh merupakan hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor koreksi yang menggambarkan perubahan kondisi eksisting dari kondisi ideal. Untuk tipe arus terlindung didasarkan pada PKJI 2023, dapat dirumuskan:

$$J_0 = 600 \times L_e \quad (3.15)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

J_0 = Arus Jenuh Dasar (smp/jam)

L_e = Lebar Efektif (meter)

3.10.3 Faktor Penyesuaian

Berikut ini merupakan perhitungan dari faktor penyesuaian yang didasarkan dari PKJI 2023.

1. Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

Semakin tinggi jumlah penduduk dari suatu kota, maka semakin besar pula mobilitas yang dilakukan. Berikut ini tabel faktor koreksi ukuran kota:

Tabel 3. 8 Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})

Ukuran Kota	Penduduk (Juta)	Faktor Koreksi Ukuran Kota
Sangat Kecil	< 0,1	0.82
Kecil	0,1 - 0,5	0.88
Sedang	0,5 - 1.0	0.94
Besar	1,0 - 3,0	1.00
Sangat Besar	> 3,0	1.05

(Sumber: PKJI, 2023)

2. Faktor Koreksi untuk Tipe Lingkungan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{HS})

Penentuan faktor koreksi hambatan samping memperhatikan jenis lingkungan, tingkat hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor. Berikut merupakan tabel penentuan faktor koreksi hambatan samping.

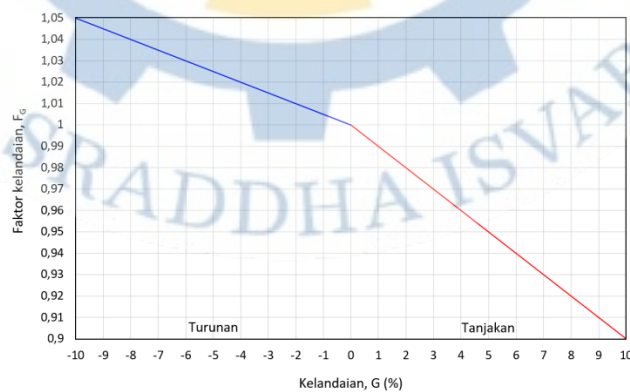
Tabel 3. 9 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

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

(Sumber: PKJI, 2023)

3. Faktor Koreksi untuk Kelandaian (FG)

Faktor koreksi kelandaian apabila semakin besar akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang. Dalam menentukan faktor penyesuaian kelandaian dapat menggunakan grafik

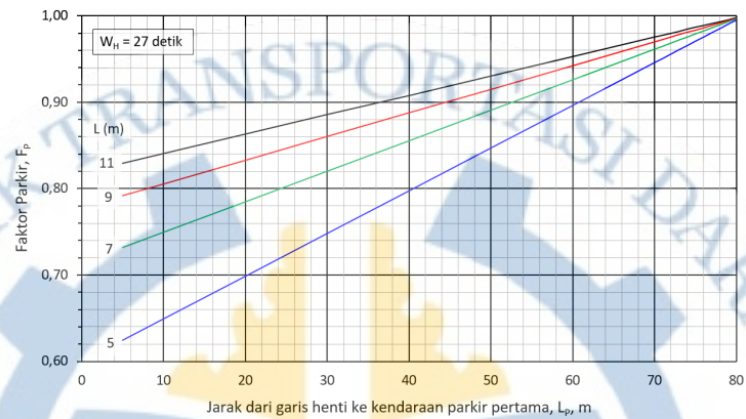


(Sumber: PKJI, 2023)

Gambar 13. Faktor Koreksi Untuk Kelandaian

4. Faktor Koreksi untuk pengaruh Parkir (FP)

Faktor penyesuaian parkir (F_p) adalah sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai ke kendaraan yang diparkir pertama pada laju pendekat. Faktor penyesuaian parkir dapat dilihat pada gambar grafik di bawah:



(Sumber: PKJI, 2023)

Gambar 14. Faktor Koreksi Untuk Pengaruh parkir

5. Faktor Koreksi Tipe Pendekat “P”

a. Faktor Koreksi Belok Kanan (F_{BKa})

$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \quad (3.16)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

F_{BKa} = Faktor penyesuaian belok kanan

R_{BKa} = Rasio kendaraan belok kanan

b. Faktor Koreksi Belok Kiri (F_{BKl})

$$F_{BKl} = 1,0 + R_{BKl} \times 0,26 \quad (3.17)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

F_{BKl} = Faktor penyesuaian belok kiri

R_{BKl} = Rasio kendaraan belok kiri

6. Rasio Arus

a. Rasio Arus masing-masing pendekat

$$R_{q/j} = \frac{q}{j} \quad (3.18)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

$R_{q/j}$ = rasio arus pendekat

q = arus lalu lintas

j = arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam)

b. Rasio arus simpang

$$R_{AS} = \sum i(R_{q/j \text{ kritis}})i \quad (3.19)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

R_{AS} = Rasio arus simpang

$R_{q/j \text{ kritis}}$ = Rasio arus tertinggi masing-masing fase

c. Rasio fase

$$R_F = \frac{R_{q/j \text{ kritis}}}{R_{AS}} \quad (3.20)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

R_F = Rasio fase

R_{AS} = Rasio arus simpang

$R_{q/j \text{ kritis}}$ = Rasio arus tertinggi masing-masing fase

7. Kapasitas

Untuk menghitung kapasitas dari masing-masing pendekat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = J \times \frac{W_H}{s} \quad (3.21)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

C = Kapasitas pendekat (smp/jam)

W_H = Waktu hijau (detik)

s = Waktu siklus total (detik)

8. Kinerja

Kinerja suatu persimpangan dipengaruhi oleh beberapa indikator, yaitu derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan.

a. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan dihitung pada masing-masing pendekat. Dalam perhitungannya, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$D_j = \frac{q}{C} \quad (3.22)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

D_j = Derajat kejenuhan

q = Arus total (smp/jam)

C = Kapasitas simpang (smp/jam)

b. Antrian

1) N_{q1}

$$N_{q1} = 0,25 \times s \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{s}} \right] \quad (3.23)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

N_{q1} = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

D_j = Derajat kejenuhan

s = waktu siklus

2) N_{q2}

$$N_{q1} = s \times \frac{1 - R_H}{1 - R_H \times D_j} \times \frac{q}{3600} \quad (3.24)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

N_{q2} = Jumlah smp yang datang selama fase merah

D_j = Derajat kejenuhan

R_H = Rasio hijau

S = Waktu siklus

Q_{masuk} = Arus lalu-lintas pada tempat masuk diluar B_{kiJT} (smp/jam)

3) N_q

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \quad (3.25)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

4) Panjang Antrian (P_A)

$$P_A = \frac{N_q \times 20}{L_M} \quad (3.26)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

c. Tundaan

1) Tundaan Lalu Lintas

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{3600}{C} \quad (3.27)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

T_{LL} = Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)

S = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

R_H = Rasio hijau (WH/s)

D_j = Derajat kejenuhan

N_{q1} = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

2) Tundaan Geometri

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (3.28)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

T_G = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

R_{KH} = Rasio kendaraan terhenti pada pendekatan
 P_B = Rasio kendaraan berbelok pada pendekatan

3) Tundaan rata-rata

$$T = T_{LL} + T_G \quad (3.29)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

T = Tundaan
 T_{LL} = Tundaan Lalu Lintas
 T_G = Tundaan Geometri

3.10.4 Optimalisasi Waktu Siklus

Optimalisasi waktu siklus merupakan langkah untuk memperbaiki kinerja dengan perubahan waktu siklusnya, fase, maupun waktu hijau pada setiap fase sehingga diharapkan adanya peningkatan kinerja pada simpang yang dikaji.

1. Menghitung waktu siklus sebelum penyesuaian

$$s = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum R_{q/j \text{ Kritis}})} \quad (3.30)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

s = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)
 W_{HH} = Waktu hilang total per siklus (det)
 $R_{q/J \text{ kritis}}$ = Rasio arus simpang ($\sum R_{q/J \text{ kritis}}$)

2. Menghitung waktu hijau untuk masing – masing fase

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/j \text{ Kritis}}}{\sum i(R_{q/j \text{ Kritis}})i} \quad (3.31)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

W_{Hi} = Tampilan waktu hijau pada fase I (det)
 s = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)
 W_{HH} = Waktu hilang total per siklus (det)
 i = indeks untuk fase ke i

3. Menghitung waktu siklus yang disesuaikan

$$s = \sum W_{Hi} + W_{HH} \quad (3.32)$$

(Sumber: PKJI, 2023)

Keterangan:

s = Waktu siklus yang disesuaikan

$\sum W_{Hi}$ = Jumlah waktu hijau (det)

W_{HH} = Waktu hilang total per siklus (det)

Selain itu untuk menentukan waktu siklus yang layak pada simpang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 10 Waktu Siklus (s) Yang Layak

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

(Sumber: PKJI, 2023)

3.11 Simulasi Pemodelan

Pemodelan pada penelitian ini menggunakan aplikasi *PTV VISSIM* 11 Tahun 2018, menurut PTV-AG (2011), *PTV VISSIM* adalah perangkat lunak multimoda simulasi lalu lintas aliran mikroskopis. Terdapat empat langkah utama pemodelan *VISSIM* yaitu membangun model eksisting *VISSIM*, kalibrasi model *VISSIM*, validasi model *VISSIM*, dan evaluasi hasil output *Vissim*.

3.12 Membangun Model Eksisting *VISSIM*

Kondisi lalu lintas yang saling terkait dan saling mempengaruhi, memerlukan distribusi stokastik untuk menggambarkan variabilitas dalam software *VISSIM*. Dalam penelitian ini, parameter-parameter yang digunakan antara lain:

1. *Vehicle Input*
2. *2D/3D Model*
3. *Vechile Composition*
4. *Desired Speed Distribution*

5. *Vechile type, class and category*
6. *Driving Behaviour*
7. *Signal Control*

3.13 Kalibrasi VISSIM

Kalibrasi adalah proses memeriksa dan mengatur akurasi atau ketepatan suatu alat ukur. Proses ini dilakukan dengan membandingkan alat ukur tersebut dengan standar atau tolak ukur yang sudah ditetapkan. Kalibrasi diperlukan agar hasil pengukuran yang dilakukan akurat dan konsisten dengan instrumen lainnya. Dalam konteks model mikro-simulasi, kalibrasi dilakukan agar hasil simulasi sesuai dengan realita di lapangan. Proses kalibrasi dilakukan dengan metode *trial and error*, yaitu dengan mengubah nilai parameter perilaku pengemudi (*driving behavior*) dalam model sesuai dengan perkiraan kondisi di lapangan. Jika hasil kalibrasi tidak sesuai dengan hasil validasi, maka kalibrasi akan dilakukan ulang. Fungsi dari kalibrasi adalah agar kondisi yang ada di lapangan sama dengan yang ada dalam model. Pengaturan *driving behavior* terdiri dari beberapa bagian, seperti jarak aman mengemudi, waktu menyalip, jarak henti kendaraan, dan lain-lain.

3.14 Validasi Model Simulasi

Validasi adalah proses membandingkan hasil simulasi dengan data real di lapangan. Proses ini merupakan lanjutan dari tahap kalibrasi model. Validasi bertujuan untuk mengukur tingkat keakuratan pemodelan dan parameter yang sudah dibuat. Acuan yang dapat digunakan pada pemodelan ini yaitu volume kendaraan. Dalam proses validasi menggunakan metode Geoffrey E. Havers (GEH) yang biasa digunakan untuk validasi hasil pemodelan simulasi lalu lintas. GEH adalah rumus statistik modifikasi dari *chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Hasil model dikatakan baik jika nilai GEH < 5. Rumus GEH adalah sebagai berikut

$$GEH = \sqrt{\frac{(X - Y)^2}{0.5 \times (X + Y)}} \quad (2.33)$$

Keterangan:

X = Hasil Simulasi

Y = Data real

3.15 Evaluation

Evaluation merupakan suatu proses memeriksa simulasi sehingga memperoleh hasil yang diinginkan. Terdapat parameter yang digunakan dalam proses *Evaluation* antara lain:

1. *Queue Counter* adalah penetapan titik dimana saat kendaraan berhenti, panjang antrian mulai dihitung.
2. *Delay* adalah perhitungan tundaan yang dialami kendaraan sesuai dengan rute yang ditentukan.

3.16 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berfungsi sebagai pembanding antara penelitian yang dilakukan saat ini dengan penelitian terdahulu baik berupa skripsi, jurnal dan sebagainya. Berikut ini adalah tabel penelitian terdahulu beserta perbandingannya yang menjadi acuan dalam melakukan penelitian ini:

Tabel 3. 11 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Penulis/Tahun Penulisan	Perbandingan
1.	Studi Perencanaan Simpang Koordinasi Jl. Dr. Soetomo – Jl. RA. Kartini – Jl. Pandegiling di Kota Surabaya	Anita Susant dkk/ (2021)	Penelitian ini dilakukan terhadap tiga simpang di Kota Surabaya namun semua metode analisa perhitungannya hanya mengacu pada MKJI 1997, sedangkan penulis menggunakan metode analisa dengan PKJI 2023 dan simulasi VISSIM.

No	Judul Penelitian	Penulis/Tahun Penulisan	Perbandingan
2.	Optimalisasi Koordinasi Simpang Pada Jalan Ir. Soekarno, Kediri, Tabanan Melalui Pendekatan Mikrosimulasi	Putu Eka Suartawan dkk / 2023	Penelitian ini dilakukan pada salah satu ruas jalan di Kota Tabanan, metode yang digunakan yaitu menggunakan MKJI 1997 dan disimulasikan dengan VISSIM. Sedangkan penulis menggunakan Metode PKJI 2023 dan disimulasikan pada VISSIM sehingga model yang dibuat nantinya lebih sesuai dengan kondisi saat ini.
3	Analisis Jarak Efektif Koordinasi Sinyal Lampu Isyarat Lalu Lintas Antar Simpang Bersinyal	Sebayang & Limpraptono/2019	Pada penelitian ini berfokus pada analisis terkait jarak efektif untuk dilakukan pengaturan simpang Koordinasi pada simpang yang berdekatan sedangkan pada penelitian penulis lebih berfokus pada analisis kinerja dua simpang yang berdekatan dan perencanaan untuk optimalisasi dengan dilakukan pengaturan Koordinasi sinyal.

No	Judul Penelitian	Penulis/Tahun Penulisan	Perbandingan
4	Perencanaan Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Terminal Ciledug Kabupaten Cirebon).	Hermawan & Utami/ 2021	Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kinerja suatu simpang tidak bersinyal menjadi simpang bersinyal sehingga dapat mengurangi kemacetan lalu lintas, sedangkan pada penelitian penulis membahas mengenai analisis kinerja simpang tidak bersinyal dan simpang bersinyal serta optimalisasi kedua simpang dengan melakukan Koordinasi sinyal.

Berdasarkan empat penelitian terdahulu pada tabel diatas, terdapat beberapa pembaharuan dan perbedaan yang dilakukan seperti pengambilan lokasi penelitian yang berbeda, penggunaan metode yang berbeda seperti pada penelitian terdahulu menggunakan metode MKJI 1997 sedangkan pembaharuan pada penelitian penulis menggunakan metode PKJI 2023 untuk mengetahui kinerja dan perencanaan waktu siklus yang optimal untuk simpang serta pada penelitian penulis membahas lebih luas mengenai pemodelan dengan menggunakan aplikasi PTV Vissim dan melakukan rencana Koordinasi untuk dua simpang yang berdekatan..