

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BER
APILL STUDI KASUS : SIMPANG BPR MANDIRI DENGAN
PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

KERTAS KERJA WAJIB



2203007

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

2025

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BER
APILL STUDI KASUS : SIMPANG BPR MANDIRI DENGAN
PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

KERTAS KERJA WAJIB

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



DISUSUN OLEH:

IGEDE BUDIASTAWA

2203007

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN
2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BER
APILL STUDI KASUS : SIMPANG BPR MANDIRI DENGAN
PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

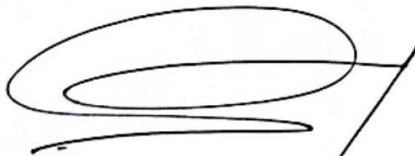
Disusun oleh:

**I GEDE BUDIASTAWA
2203007**

Disetujui untuk diajukan pada
Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I



Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T.
NIP 19820530 2009121 003
Tanggal: 07 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING II



Stefanus Sylvan Ryanto, S.S., M.M.
NIP 19910816 201902 1 002
Tanggal: 07 Juli 2025

Ditetapkan di : Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB
ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BER APILL
STUDI KASUS : SIMPANG BPR MANDIRI DENGAN PENDEKATAN
PKJI 2023 DAN VISSIM

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

I GEDE BUDIASTAWA

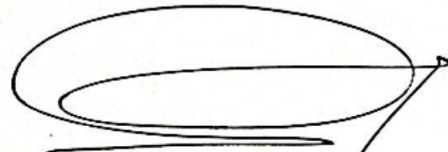
2203007

TELAH DI PERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 14 JULI 2025
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji



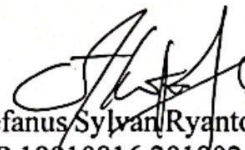
I Wayan Yudi Martha Wiguna S.T.,M.T
NIP 19861221 201902 1 001



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



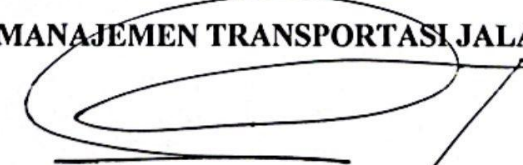
Aswin Badarudin Airmajaya, S.S.T. (TD) M.A.P.
NIP 19900513 201012 1 004



Stefanus Sylvan Ryanto, S.S., M.M.
NIP 19910816 201902 1 002

Mengetahui

KETUA PROGRAM STUDI
D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN



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

NIP 19820530 200912 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, I Gede Budiastawa, Notar. 2203007, menyatakan bahwa Kerta Kerja Wajib dengan judul “**Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Tidak Ber Apill Studi Kasus : Simpang BPR Mandiri Dengan Pendekatan PKJI 2023 Dan Vissim**” 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 Kertas Kerja Wajib ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau kesarjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika Pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 07 Juli 2025

Penulis,



I Gede Budiastawa

Notar. 2203007

MOTO DAN PERSEMBAHAN

“Jangan Berhenti Ketika Lelah. Berhentilah Ketika Selesai. Tuhan Membawamu Sejauh Ini Bukan Untuk Mengalami Kegagalan”

“Tugas Kita Bukanlah Untuk Berhasil, Tugas Kita Adalah Untuk Mencoba Karena Didalam Mencoba Itulah Kita Menemukan Kesempatan Untuk Berhasil”

-Buya Hamka-

Kertas Kerja Wajib ini saya persembahkan kepada:

1. Sang pencipta Ida Sang Hyang Widhi Wasa yang senantiasa menyertai langkah dan masa depan penulis yang penuh harapan.
2. Kepada kedua orang tuaku tercinta, ayahku yang menjadi pahlawan sejati I Ketut Dana dan Ibuku tersayang Ni Made Mindri yang telah memberikan doa, dukungan, cinta dan pengorbanan yang tidak ternilai. Terimakasih atas segala sayang dan nasehat yang tidak hentinya diberikan kepadaku. Terimakasih buat perjuangan yang tangguh meskipun ayah dan ibuku tidak pernah duduk dibangku kuliah namun mereka berhasil menempuh pendidikan setinggi-tingginya.
“I Love You My Father and Mother Very Much”
3. Kepada kedua adikku tersayang, Ni Luh Rasih dan Ni Ketut Diah Astuti. Terimakasih atas doa dan dukungan luar biasa dari kalian. Kehadiran kalian menjadi penyemangatku dalam menempuh pendidikan ini.
4. Kepada seluruh rekan Angkatan III Poltrada Bali, yang telah menjadi saksi perjuangan selama 3 tahun menempuh pendidikan, hingga mencapai tahap tugas akhir. Semangat dan sukses selalu untuk kalian semua.
5. Kepada diri sendiri, I Gede Budiastawa, yang telah mampu berusaha dan berjuang sejauh ini. Mampu menghadapi hal-hal yang terasa tidak mungkin, bertahan dalam tekanan, dan bangkit dari setiap kesulitan. Terima kasih telah terus melangkah dan tidak menyerah, seberat apapun proses yang dijalani.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nyalah penulisan kertas kerja wajib yang berjudul “Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Tidak Ber Apill Studi Kasus : Simpang Bpr Mandiri Dengan Pendekatan PKJI 2023 Dan Vissim” dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Dengan segala kerendahan hati, pada ksempatan yang sangat baik ini. Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Orang tua I Ketut Dana dan Ni Made Mindri dan Keluarga yang selalu ada untuk memberikan dukungan dalam segala situasi apapun.
2. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali;
3. Bapak Ir. Putu Eka Suartawan, S. T., M. T. Selaku Ketua Program Studi Diploma III Manajemen Transpotasi Jalan dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan langsung selama proses penulisan kertas kerja wajib/tugas akhir ini.
4. Bapak Stefanus Sylvan Ryanto, S.S., M.M., yang telah membimbing dan mengarahkan penulis secara langsung selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama Pendidikan.
6. Rekan Mahasiswa/I Politeknik Transportasi Darat Bali Angkatan III

Penulis menyadari kertas kerja wajib/tugas akhir ini banyak kekurangan, saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan bagi kesempurnaan penulisan. Semoga bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi Darat.

Tabanan, 07 Juli 2025

Penulis



I Gede Budiastawa
Notar. 2203007

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II GAMBARAN UMUM.....	6
2.1. Kondisi Wilayah	6
2.2. Kondisi Objek	7
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	13
3.1. Persimpangan jalan	13
3.2. Penentuan Jenis Pengendalian Simpang	13
3.3. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023	14
3.4. Indikator Kinerja Persimpangan	25
3.5. Pemodelan Menggunakan Perangkat Lunak Vissim.....	25
3.6. Upaya Penanganan Tingkat Kemacetan dan Kecelakaan	

Persimpangan	28
3.7. Penelitian Terdahulu	29
BAB IV METODE PENELITIAN	30
4.1. Jenis Penelitian.....	30
4.2. Data dan Teknik Pengumpulan Data.....	30
4.3. Metode Analisis Data.....	32
4.4. Bagan Alir Penelitian	35
4.5. Rencana Kegiatan Penelitian.....	41
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	42
5.1. Hasil Pengumpulan Data.....	42
5.2. Kinerja Simpang Eksisting.....	54
5.3. Perencanaan APILL pada Simpang 4 BPR Mandiri.....	62
5.4. Analisis Hasil Perencanaan Simpang Ber-Apill	83
5.5. Perencanaan Geometri dan Perlengkapan Jalan.....	98
5.6. Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Rekomendasi.....	100
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	104
6.1. Kesimpulan	104
6.2. Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Inventarisasi Pendekat Simpang	10
Tabel 2. 2 Tipe dan Jenis Kendaraan	11
Tabel 2. 3 Data Kecelakaan Rentang 5 Tahun Terakhir	11
Tabel 2. 4 Kecepatan Ruas FCO Ruas Jalan.....	12
Tabel 3. 1 Nilai Normal Waktu Antar Hijau.....	18
Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Ukuran Kota.....	20
Tabel 3. 3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping.....	21
Tabel 3. 4 Penentuan Waktu Siklus	23
Tabel 3. 5 Indikator Layanan pada persimpangan	25
Tabel 3. 6 Rekomendasi Penanganan Simpang Tidak Bersinyal.....	28
Tabel 3. 7 Penelitian Terdahulu	29
Tabel 3. 8 Rencana Penelitian.....	41`
Tabel 5. 1 Inventarisasi Pendekat Simpang 4 BPR Mandiri.....	43
Tabel 5. 2 Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Pendekat Utara	48
Tabel 5. 3 Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Pendekat Selatan.....	50
Tabel 5. 4 Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Pendekat Barat.....	52
Tabel 5. 5 Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Pendekat Timur	53
Tabel 5. 6 Data Volume Masukan Pemodelan Vissim Jam Puncak	56
Tabel 5. 7 Nilai Kalibrasi Pemodelan Vissim.....	57
Tabel 5. 8 Validasi Pemodelan dengan Indikator Volume	58
Tabel 5. 9 Kinerja Eksisting Jam Puncak.....	59
Tabel 5. 10 Penentuan Mulai dan Berakhir Plan 1.....	66
Tabel 5. 11 Penentuan Awal dan Akhir Plan 2	67
Tabel 5. 12 Penentuan Awal dan Akhir Plan 3	68
Tabel 5. 13 Penentuan Awal dan Akhir Plan 4	69
Tabel 5. 14 Penentuan Awal dan Akhir Plan 5	69
Tabel 5. 15 Penentuan Awal dan Akhir Plan 6	70
Tabel 5. 16 Rasio Kendaraan Berbelok.....	76
Tabel 5. 17 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Setiap Plan.....	78

Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan Waktu Siklus dan Waktu Hijau.....	80
Tabel 5. 19 Waktu Siklus Tiap Fase Plan 6	81
Tabel 5. 20 Kinerja Simpang Eksisting Plan 1	83
Tabel 5. 21 Hasil Kinerja Simpang Rekomendasi Plan 1	84
Tabel 5. 22 Hasil Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Rekomendasi Plan 1 .	85
Tabel 5. 23 Kinerja Simpang Eksisting Plan 2	86
Tabel 5. 24 Hasil Kinerja Simpang Rekomendasi Plan 2	87
Tabel 5. 25 Hasil Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Rekomendasi	88
Tabel 5. 26 Kinerja Simpang Eksisting Plan 3	88
Tabel 5. 27 Hasil Kinerja Simpang Rekomendasi Plan 3	89
Tabel 5. 28 Hasil Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Rekomendasi	90
Tabel 5. 29 Kinerja Simpang Eksisting Plan 4	91
Tabel 5. 30 Hasil Kinerja Simpang Rekomendasi Plan 4	92
Tabel 5. 31 Hasil Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Rekomendasi Plan 4 .	93
Tabel 5. 32 Kinerja Simpang Eksisting Plan 5	93
Tabel 5. 33 Hasil Kinerja Simpang Rekomendasi Plan 5	94
Tabel 5. 34 Hasil Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Rekomendasi Plan 5 .	95
Tabel 5. 35 Kinerja Simpang Eksisting Plan 6	96
Tabel 5. 36 Hasil Kinerja Simpang Rekomendasi Plan 6	97
Tabel 5. 37 Hasil Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Rekomendasi Plan 6 .	98
Tabel 5. 38 Rekapitulasi Kinerja Simpang Eksisting dan Rekomendasi	101

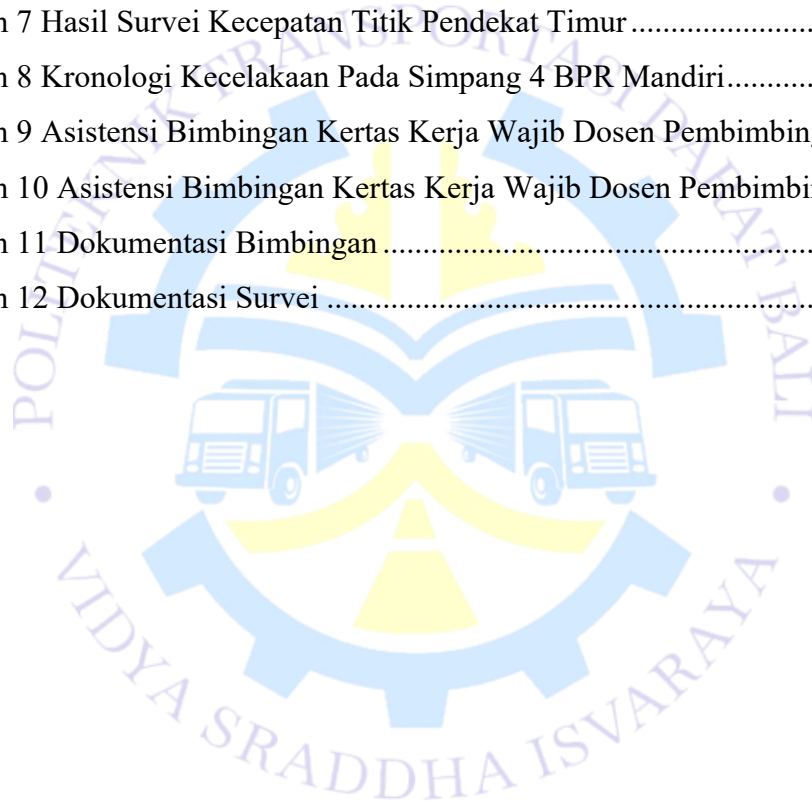
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Persebaran Simpang dan Jalanan Kajian	6
Gambar 2. Tampak Atas Simpang 4 BPR Mandiri.....	7
Gambar 3. Pendekat Utara Jl. Letjen Haryono 2	7
Gambar 4. Pendekat Selatan Jl. DI Panjaitan 1.....	8
Gambar 5. Pendekat Barat Jl. Salak.....	8
Gambar 6. Pendekat Timur Jl. Panorama Raya	9
Gambar 7. Visualisasi Tampak Atas Hasil Inventarisasi Simpang.....	9
Gambar 8. Kriteria Penentuan Jenis Pengaturan Persimpangan	13
Gambar 9. Penentuan Fase Apill Simpang 4 dengan 2 Fase dan 3 Fase	15
Gambar 10. Penentuan Fase Apill Simpang 4 dengan 4 Fase.....	17
Gambar 11. Grafik Arus Jenuh Dasar Terlawan.....	20
Gambar 12. Faktor Penyesuaian Kelandaian	21
Gambar 13. Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 14. Tampak Atas Hasil Inventarisasi Simpang 4 BPR Mandiri.....	42
Gambar 15. Fluktuasi Volume Lalu Lintas Simpang Selama 24 Jam	43
Gambar 16. Proporsi Kendaraan Simpang.....	44
Gambar 17. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Mobil Penumpang.....	49
Gambar 18. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Sedang	49
Gambar 19. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Sepeda Motor.....	50
Gambar 20. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Mobil Penumpang.....	51
Gambar 21. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Sedang	51
Gambar 22. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Sepeda Motor.....	51
Gambar 23. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Mobil Penumpang.....	52
Gambar 24. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Sepeda Motor.....	53
Gambar 25. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Mobil Penumpang.....	54
Gambar 26. Frekuensi Kumulatif Kecepatan Arus Bebas Sepeda Motor.....	54
Gambar 27. Pemodelan Jaringan Geometrik Simpang 4 BPR Mandiri.....	55
Gambar 28. Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang 4 BPR Mandiri.....	55
Gambar 29. Visualisai Hasil Pemodelan Vissim Jam Puncak	60

Gambar 30 Kondisi Eksisting Simpang	60
Gambar 31. Titik Konflik pada Simpang Tidak Ber-Apill	61
Gambar 32. Tipe Pengendalian Simpang Berdasarkan Volume	62
Gambar 33. Diagram Fase Simpang 4 BPR Mandiri	65
Gambar 34. Penentuan Waktu Plan Simpang Dalam Satu Hari	65
Gambar 35. Area Titik Konflik Simpang 4 BPR Mandiri	71
Gambar 36. Data Volume Lalu Lintas Jam Tidak Puncak Plan 1	73
Gambar 37. Data Volume Lalu Lintas Jam Puncak Plan 2	73
Gambar 38. Data Volume Lalu Lintas Jam Tidak Puncak Plan 3	74
Gambar 39. Data Volume Lalu Lintas Jam Puncak Plan 4	74
Gambar 40. Data Volume Lalu Lintas Jam Tidak Puncak Plan 5	75
Gambar 41. Data Volume Lalu Lintas Jam Puncak Plan 6	75
Gambar 42. Visualisasi Pemodelan Kinerja Eksisting Plan 1	84
Gambar 43. Visualisasi Pemodelan Kinerja Rekomendasi Plan 1	85
Gambar 44. Visualisasi Pemodelan Kinerja Eksisting Plan 2	86
Gambar 45. Visualisasi Pemodelan Kinerja Rekomendasi Plan 2	87
Gambar 46. Visualisasi Pemodelan Kinerja Eksisting Plan 3	89
Gambar 47. Visualisasi Pemodelan Kinerja Rekomendasi Plan 3	90
Gambar 48. Visualisasi Pemodelan Kinerja Eksisting Plan 4	91
Gambar 49. Visualisasi Pemodelan Kinerja Rekomendasi Plan 4	92
Gambar 50. Visualisasi Pemodelan Kinerja Eksisting Plan 5	94
Gambar 51. Visualisasi Pemodelan Kinerja Rekomendasi Plan 5	95
Gambar 52. Visualisasi Pemodelan Kinerja Eksisting Plan 6	96
Gambar 53. Visualisasi Pemodelan Kinerja Rekomendasi Plan 6	97
Gambar 54. Gerakan Manuver Kendaraan Di Simpang	98
Gambar 55. Perencanaan Perlengkapan Jalan Simpang Ber-Apill	99
Gambar 56. Titik Konflik pada Simpang Ber-Apill 3 Fase	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Inventarisasi Simpang.....	110
Lampiran 2 Hasil Survei CTMC 24 Jam Pendekat Mayor	111
Lampiran 3 Hasil Survei CTMC 24 Jam Pendekat Minor.....	119
Lampiran 4 Hasil Survei Kecepatan Titik Pendekat Utara	128
Lampiran 5 Hasil Survei Kecepatan Titik Pendekat Selatan	130
Lampiran 6 Hasil Survei Kecepatan Titik Pendekat Barat	132
Lampiran 7 Hasil Survei Kecepatan Titik Pendekat Timur.....	134
Lampiran 8 Kronologi Kecelakaan Pada Simpang 4 BPR Mandiri.....	136
Lampiran 9 Asistensi Bimbingan Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing 1	145
Lampiran 10 Asistensi Bimbingan Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing 2..	147
Lampiran 11 Dokumentasi Bimbingan	149
Lampiran 12 Dokumentasi Survei	150



INTISARI

ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BER APILL STUDI KASUS : SIMPANG BPR MANDIRI DENGAN PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM

Oleh

I GEDE BUDIASTAWA

2203007

Simpang 4 BPR Mandiri di Kota Madiun merupakan simpang tidak ber-apill dengan tingkat konflik lalu lintas tinggi, terutama pada manuver belok kanan dari Jalan Letjen Haryono menuju Jalan Salak. Kondisi ini menyebabkan kemacetan saat jam sibuk dengan antrian hingga 200 meter dan penyebab kecelakaan tiap tahunnya selama lima tahun terakhir. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kinerja simpang melalui perencanaan pengendalian apill menggunakan pendekatan PKJI 2023 dan simulasi PTV Vissim, dengan indikator kinerja berupa panjang antrian dan tundaan.

Perencanaan waktu siklus dilakukan berdasarkan pola lalu lintas harian dengan volume 24 jam menghasilkan 7 (tujuh) Plan yang mencakup jam puncak dan bukan jam puncak serta pengendalian *flashing* pada malam hari. Dari hasil simulasi Vissim, Plan 2 dengan siklus waktu 95 detik terbukti paling efektif jika dibandingkan dengan kondisi eksistingnya. Pada jam puncak plan 2 menghasilkan panjang antrian 122,07 m dan tundaan sebesar 35,93 detik yang jika di bandingkan dengan kondisi eksisting meningkatkan *Level Of service* (LOS) simpang dari F menjadi D. Perencanaan perlengkapan jalan seperti rambu, marka, dan pemasangan apill dilakukan setelah penerapan pengendalian apill untuk mengurangi pelanggaran lalu lintas dan potensi kecelakaan.

Kata kunci: Simpang Ber-Apill, PKJI 2023, PTV Vissim, Kinerja Simpang, Panjang Antrian dan Tundaan

ABSTRACT

ANALYSIS OF IMPROVING THE PERFORMANCE OF SIMPANG TAK BERAPILL CASE STUDY: SIMPANG BPR MANDIRI WITH THE APPROACH OF PKJI 2023 AND VISSIM

By

I GEDE BUDIASTAWA

2203007

Junction 4 BPR Mandiri in Madiun City is a non-apill intersection with a high level of traffic conflict, especially in the right turn maneuver from Jalan Letjen Haryono to Jalan Salak. This condition causes congestion during peak hours with queues of up to 200 meters and causes accidents every year for the past five years. This study aims to improve intersection performance through apill control planning using the PKJI 2023 approach and PTV Vissim simulation, with performance indicators in the form of queue length and delays.

Cycle time planning is carried out based on daily traffic patterns with a 24-hour volume resulting in 7 (seven) Plans which include peak hours and not peak hours as well as *flashing control* at night. From the results of Vissim's simulation, Plan 2 with a time cycle of 95 seconds proved to be the most effective when compared to the existing conditions. At peak hours plan 2 resulted in a queue length of 122.07 m and a delay of 35.93 seconds which when compared to the existing conditions increased *the Level Of Service* (LOS) of the intersection from F to D. Planning of road equipment such as signs, markings, and and installation of apill was carried out after the implementation of apill control to reduce traffic violations and potential accidents.

Keywords: Junction With Signal, PKJI 2023, PTV Vissim, Junction Performance, Queue Length and Delay

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Madiun merupakan salah satu kota di Provinsi Jawa Timur dengan luas wilayah 33,23 km² dan jumlah penduduk mencapai 201.733 jiwa pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistika, 2024). Kota Madiun dilalui oleh jaringan jalan nasional yang menghubungkan Surabaya, Madiun, dan Solo serta menjadi bagian penting dalam distribusi logistik antar kota dipulau jawa (Kementrian PUPR, 2022). Selain itu, keberadaan Stasiun Madiun sebagai salah satu stasiun besar di Jawa Timur, serta pabrik PT Industri Kereta Api (INKA) semakin memperkuat peran Kota Madiun sebagai pusat pergerakan barang dan penumpang di wilayah selatan Pulau Jawa (RTRW Kota Madiun, 2023). Peran strategis Kota Madiun sebagai simpul transportasi regional mendorong pertumbuhan volume kendaraan bermotor yang cukup pesat, menurut data Badan Pendapatan Daerah Kota Madiun, jumlah kendaraan bermotor meningkat sekitar 5% setiap tahunnya. Peningkatan volume kendaraan yang tidak di imbangi dengan pengaturan lalu lintas yang optimal berpotensi memperparah kemacetan terutama pada persimpangan (Maryam & Basri Said, 2021).

Persimpangan merupakan titik temu atau perpotongan antara dua ruas jalan atau lebih yang menjadi lokasi utama terjadinya perpindahan arah kendaraan dan sering kali menjadi titik konflik lalu lintas (Boy & Nemers, 2024). Berdasarkan pengendaliannya, simpang diklasifikasikan menjadi simpang tanpa lampu lalu lintas (Tidak Ber Apill), Simpang dengan lampu lalu lintas (Apill), bundaran serta simpang tidak sebidang (*Flyover*) (PKJI, 2023) Simpang dengan lampu lalu lintas berfungsi mengatur pergerakan lalu lintas dari setiap pendekat sesuai isyarat lampu sinyal yang ditetapkan, sehingga dapat mengurangi konflik dan meningkatkan keselamatan (Detria Milenia & Farida, 2021). Sementara itu, simpang tidak ber-Apill hanya mengandalkan rambu, marka jalan, atau aturan prioritas tanpa bantuan sinyal (Kusuma & Negeri Bandung, 2022).

Salah satu persimpangan yang menjadi perhatian di Kota Madiun adalah Simpang 4 BPR Mandiri yang terletak di kecamatan Taman. Simpang 4 BPR Mandiri merupakan simpang empat tidak ber-Apill dengan lengan mayor jalan Letjen Haryono dan jalan DI Panjaitan sebagai jalan arteri, serta lengan minor merupakan ruas jalan Salak yang sebagai jalan arteri dan ruas jalan Panorama Raya sebagai jalan lokal. Simpang BPR 4 Mandiri menjadi jalur utama menuju berbagai pusat kegiatan seperti kantor pemerintahan, Kampus, lapangan, masjid dan pusat perbelanjaan. Berbagai jenis kendaraan melintasi persimpangan ini termasuk kendaraan berat seperti truk dan bus terutama pada ruas jalan Letjen Haryono yang merupakan jalan penghubung Kota Madiun dengan daerah Kabupaten Madiun.

Berdasarkan hasil pengamatan simpang ini memiliki konflik yang tinggi antar kendaraan khususnya pada manuver kendaraan belok kanan dari jalan Letjen Haryono menuju jalan Salak. Konflik pada simpang 4 BPR Mandiri berdampak pada terjadinya kecelakaan setiap tahun pada simpang, di mana menurut data BAP kecelakaan Polres Kota Madiun dalam 5 (lima) tahunnya terjadi 9 (sembilan) kecelakaan lalu lintas di simpang 4 BPR Mandiri. Berdasarkan hasil survei pendahuluan dengan pengamatan kecepatan pada ruas jalan, kecepatan kendaraan pada ruas jalan DI Panjaitan rata – rata kecepatan 60,23 km/jam. Kondisi geometrik jalan yang menikung sebelum simpang turut menjadi faktor penyebab kecelakaan. Konflik manuver belok kanan pada simpang juga menyebabkan antrian kendaraan kurang lebih sepanjang 200 meter pada ruas jalan Letjen haryono dan jalan DI Panjaitan terutama pada jam sibuk.

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya upaya perbaikan kinerja simpang guna meningkatkan kelancaran lalu lintas dan keselamatan, khususnya di Simpang 4 BPR Mandiri. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah mengubah pengendalian lalu lintas dari tidak ber-Apill menjadi simpang dengan Apill. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa rekayasa lalu lintas melalui perubahan pengaturan simpang tidak ber-Apill menjadi simpang ber-Apill dapat meningkatkan keselamatan dan kelancaran lalu lintas bagi pengguna jalan (Massang et al., 2022)

Untuk mendukung perencanaan tersebut, diperlukan metode analisis yang komprehensif terhadap penentuan waktu siklus yang optimal simpang. Menurut

(Atmajaya et al., 2023) penggunaan metode PKJI 2023 dapat digunakan untuk perencanaan waktu siklus ideal pada simpang. Selain penggunaan PKJI 2023 diperlukan metode yang mampu untuk memodelkan kondisi lalu lintas pada simpang dan efektivitas skenario yang dilakukan dalam hal ini, perangkat lunak Vissim menjadi pilihan yang tepat. Menurut (Suartawan et al., 2023) Vissim mampu menggambarkan karakteristik pergerakan lalu lintas secara rinci dan realistis di lingkungan perkotaan yang kompleks. Untuk memperoleh hasil analisis yang lebih komprehensif, penelitian ini menggabungkan metode analisis menggunakan PKJI 2023 dan simulasi berbasis perangkat lunak Vissim, menurut (Syarifullah et al., 2024) penggunaan kedua metode ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap kinerja simpang, baik dari segi penentuan waktu siklus maupun pemodelan lalu lintas. Dengan demikian penelitian ini mengangkat judul “Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Tidak Ber-Apill Studi Kasus: Simpang BPR Mandiri Dengan Pendekatan PKJI 2023 dan Vissim.” Penelitian ini bertujuan untuk mengukur peningkatan kinerja simpang setelah pemasangan Apill serta menentukan waktu siklus optimal yang dapat meminimalkan kemacetan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini terkait dengan perencanaan Simpang Ber-Apill pada Simpang 4 BPR Mandiri adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja dan pemodelan kondisi eksisting pada Simpang 4 BPR Mandiri Kota Madiun?
2. Bagaimana desain rekayasa lalu lintas yang dapat diterapkan untuk mengoptimalkan kinerja lalu lintas di Simpang 4 BPR Mandiri Kota Madiun?
3. Bagaimana rekomendasi desain rekayasa lalu lintas yang paling efektif dalam meningkatkan tingkat pelayanan simpang 4 BPR Mandiri Kota Madiun?
4. Bagaimana rancangan gambar teknis perlengkapan jalan setelah dilakukan rekayasa pada Simpang 4 BPR Mandiri Kota Madiun?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi tugas akhir Kertas Kerja Wajib (KKW) dan bertujuan untuk:

1. Menentukan kinerja dan pemodelan kondisi eksisting pada simpang 4 BPR Mandiri Kota Madiun.
2. Menentukan desain rekayasa lalu lintas yang dapat diterapkan pada Simpang 4 BPR Mandiri Kota Madiun.
3. Mengetahui perencanaan pengaturan simpang terbaik yang dapat diterapkan pada Simpang 4 BPR Mandiri Kota Madiun.
4. Merancang gambar teknis perlengkapan jalan yang sesuai setelah dilakukan rekayasa lalu lintas pada Simpang 4 BPR Mandiri Kota Madiun.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dampak positif dan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kesempatan bagi penulis untuk menerapkan ilmu rekayasa lalu lintas secara langsung di lapangan dengan pendekatan PKJI 2023 dan simulasi PTV Vissim.
2. Penelitian dapat menjadi bahan pertimbangan pengambilan keputusan bagi instansi pemerintahan terkait, seperti Dinas Perhubungan dan pihak berwenang lainnya, dalam merumuskan kebijakan perbaikan pengaturan lalu lintas di persimpangan.
3. Perbaikan desain lalu lintas pada Simpang 4 BPR Mandiri diharapkan mampu menurunkan kemacetan dan tundaan serta memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

1.5. Batasan Masalah

1. Lokasi studi hanya difokuskan pada Simpang 4 BPR Mandiri Kota Madiun.
2. Data volume lalu lintas diperoleh dari survei gerakan membelok yang dilakukan selama 24 jam pada hari kerja.
3. Analisis penentuan waktu siklus dan distribusi waktu hijau simpang menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

4. Simulasi Vissim digunakan untuk mencari indikator kinerja berupa panjang antrian dan tundaan.
5. Indikator kalibrasi yang digunakan adalah perilaku berkendara (*driving behaviour*), dengan validasi pemodelan menggunakan indikator volume kendaraan yang diuji melalui uji statistik Geoffrey E. Havers (GEH).

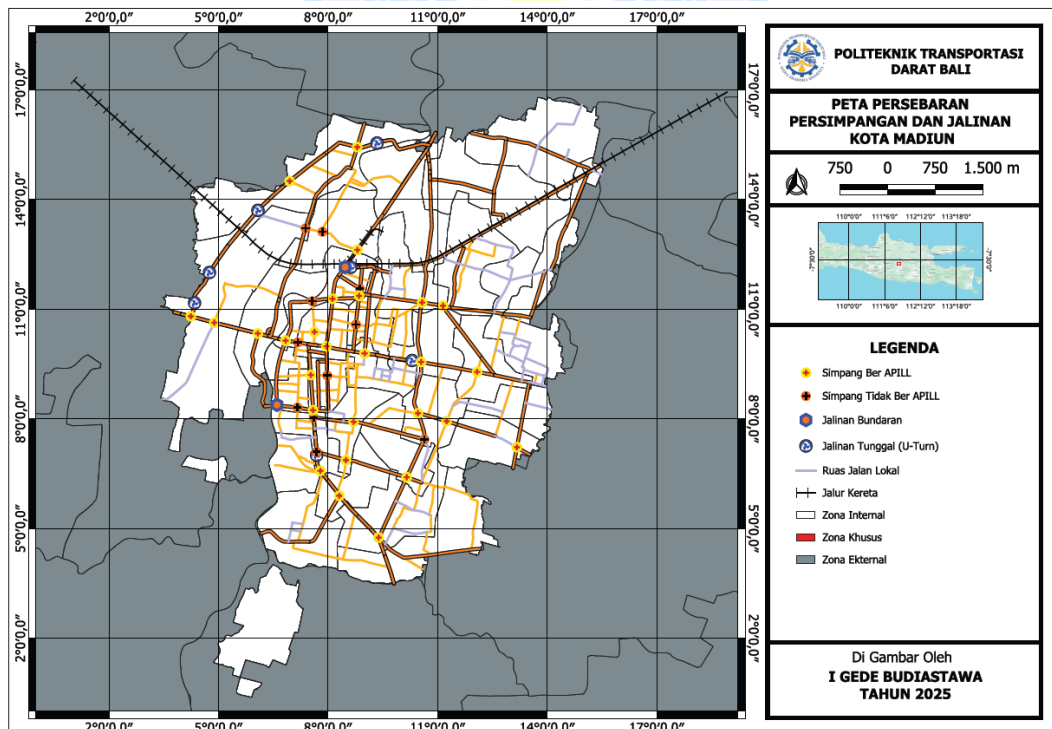


BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1. Kondisi Wilayah

Kota Madiun merupakan salah satu kota di Provinsi Jawa Timur yang terus berkembang, terutama dalam hal transportasi dan tata ruang kota. Secara geografis, Kota Madiun terletak di jalur strategis yang menghubungkan beberapa kota besar seperti Surabaya dan Yogyakarta. Hal ini menjadikan aktivitas lalu lintas di dalam kota cukup tinggi, terutama pada jam-jam sibuk. Sebagian besar jaringan jalan di Kota Madiun membentuk pola grid yang tidak beraturan, yang menyebabkan banyaknya persimpangan dengan tingkat aksesibilitas yang cukup tinggi. Salah satu simpang yang cukup vital dalam pergerakan kendaraan di Kota Madiun adalah Simpang 4 BPR Mandiri. Simpang ini menjadi titik temu arus lalu lintas dari berbagai arah dan sering mengalami peningkatan volume kendaraan, terutama pada pagi dan sore hari. Berikut merupakan peta persebaran persimpangan dan jalinan di Kota Madiun.



Gambar 1. Peta Persebaran Simpang dan Jalinan Kajian

2.2. Kondisi Objek

Simpang 4 BPR Mandiri merupakan simpang tidak Ber Apill yang terletak pada Kelurahan Mojorejo, Kecamatan Taman, Kota Madiun.



(Sumber: Google Earth)

Gambar 2. Tampak Atas Simpang 4 BPR Mandiri

Simpang 4 BPR Mandiri merupakan simpang tidak Ber-Apill yang memiliki 2 lengan mayor dan 2 lengan minor. Pendekat mayor adalah Jalan Letjen haryono segmen 2 memiliki fungsi sebagai ruas jalan arteri dan Jalan DI Panjaitan segmen 1 sebagai ruas jalan arteri sedangkan Pendekat minor adalah Jalan Salak yang memiliki fungsi sebagai ruas jalan arteri dan Jalan Panorama Raya merupakan ruas jalan dengan fungsi Jalan Lokal.



Gambar 3. Pendekat Utara Jl. Letjen Haryono 2

Pendekat Utara merupakan Jalan Letjen Haryono 2B untuk jalur memasuki simpang dan Jalan Letjen Haryono 2A untuk jalur ke arah keluar simpang. Tipe ruas jalan ini adalah 2/2 T atau 2 lajur 2 arah terbagi dikarenakan terdapat median

pada ruas jalan ini. Adapun hambatan samping pada pendekat Utara tergolong komersil tingkat sedang, dikarenakan adanya aktivitas perdagangan dan operasional perusahaan berupa Bank BPR Mandiri dan PT Nusantara Makmur yang berada pada sekitar kaki simpang.



Gambar 4. Pendekat Selatan Jl. DI Panjaitan 1

Pendekat selatan merupakan Jalan DI Panjaitan 1A untuk jalur memasuki simpang dan Jalan DI Panjaitan 1B untuk jalur ke arah keluar simpang. Tipe ruas jalan ini adalah 2/2 T atau 2 lajur 2 arah terbagi dikarenakan terdapat median pada ruas jalan ini. Adapun hambatan samping pada pendekat Selatan tergolong komersil tingkat sedang, dikarenakan adanya aktivitas perdagangan dan parkir on street yang berada pada sekitar kaki simpang.



Gambar 5. Pendekat Barat Jl. Salak

Pendekat Barat merupakan Jalan Salak untuk jalur memasuki dan keluar simpang. Tipe ruas jalan ini adalah 2/2 TT atau 2 lajur 2 arah tidak terbagi. Adapun hambatan samping pada pendekat Selatan tergolong komersil tingkat rendah, dikarenakan hanya ada aktivitas perdagangan dan akses menuju pusat pendidikan yang berada pada sekitar kaki simpang yang tidak terlalu ramai.

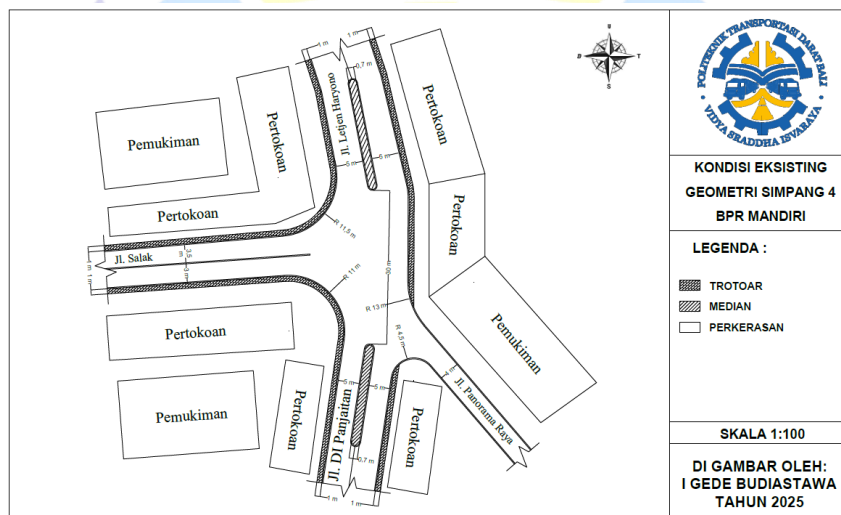


Gambar 6. Pendekat Timur Jl. Panorama Raya

Pendekat Timur merupakan Jalan Panorama Raya untuk jalur memasuki dan keluar simpang. Tipe ruas jalan ini adalah 2/2 TT atau 2 lajur 2 arah tidak terbagi. Adapun hambatan samping pada pendekat Selatan tergolong pemukiman tingkat rendah, dikarenakan hanya terdapat beberapa area permukiman yang berada pada sekitar kaki simpang.

2.2.1. Karakteristik Geometrik Persimpangan

Data kondisi geometrik pada Simpang 4 BPR Mandiri didapatkan dari hasil survei secara langsung di lapangan dengan menggunakan alat ukur serta pengamatan. Berikut ini adalah Kondisi geometrik pada simpang 4 BPR Mandiri



Gambar 7. Visualisasi Tampak Atas Hasil Inventarisasi Simpang

Simpang 4 BPR Mandiri merupakan Simpang Tidak Ber-Apilla yang mempertemukan ruas Jalan Letjen Haryono dan Jalan DI Panjaitan untuk lengan

mayor serta ruas jalan Salak dan Jalan Panorama Raya pada lengan minor. Lebar median pada jalan mayor adalah 0,7 meter. Lebar pendekat pada jalan minor adalah sebesar 3,5 meter , sedangkan lebar pendekat efektif pada jalan mayor masing-masing sebesar 5 meter. Untuk data geometri persimpangan lebih lengkap dapat di lihat pada **Tabel 2.1** dibawah ini:

Tabel 2. 1 Inventarisasi Pendekat Simpang

Nama Simpang		: BPR Mandiri							
Geometri Simpang		: Simpang 4							
1	Node	: 1503							
2	Tipe Simpang	: 422							
Arah		Utara		Selatan		Timur		Barat	
Ruas Jalan		Jl Letjen Haryono		Jl DI Panjaitan		Jl Panorama		Jl Salak	
3	Lebar Pendekat Total (m)	13,03 m		12,3 m		3,6 m		9,1 m	
4	Lebar Median (m)	0,7 m		0,7 m		-		-	
5	Posisi Bahu	Dalam	Luar	Dalam	Luar				
	Lebar Bahu Kanan (m)	0,3 m	0,3 m	0,3 m	1 m	0,3 m	0,3 m		
6	Lebar Bahu Kiri (m)	0,3 m	0,3 m	0,3 m	0,2 m	0,3 m	0,3 m		
7	Lebar Trotoar Kanan (m)	1 m		1 m		-		1 m	
8	Lebar Trotoar Kiri (m)	1 m		1 m		-		1 m	
9	Lebar Drainase Kanan (m)	-		-		-		-	
10	Lebar Drainase Kiri (m)	-		-		-		-	
11	Lebar Jalur Efektif Pendekat (m)	10 m		10 m		5,5 m		6,5 m	
12	Lebar Lajur Pendekat (m)	10 m		10 m		5,5 m		6,5 m	
	Kiri	5 m		5 m		3		3,5 m	
	Kanan	5 m		5 m		2,5		3 m	
13	Radius Simpang	13 m		11 m		4,5 m		11,5 m	
14	Hambatan Samping	Sedang		Sedang		Rendah		Sedang	
15	Tata Guna Lahan	Pertokoan		Perkantoran		Pemukiman		Pertokoan	
16	Model Arus (Arah)	2		2		2		2	
17	Kondisi Marka	Baik		Baik		Baik		Rusak	
18	Fasilitas Zebra Cross	Tidak ada		Tidak ada		Tidak ada		Tidak ada	
19	Marka Line Stop	Tidak ada		Tidak ada		Tidak ada		Tidak ada	
20	Fasillitas Ruang Khusus Roda 2	Tidak ada		Tidak ada		Tidak ada		Tidak ada	
Fasilitas Simpang									
21	Rambu Larangan	2	Baik	-	-	1	Baik	4	Baik
	Rambu Pringatan	-	-	1	Baik	1	Baik	-	-
	Rambu Perintah	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rambu Petunjuk	1	Baik	3	Baik	-	-	-	-

2.2.2. Karakteristik Kendaraan Persimpangan

Berdasarkan hasil survei pendahuluan selama jam puncak sore yang

dilaksanakan dari jam 16.00 sampai 20.00 komposisi kendaraan yang melintas pada simpang 4 BPR Mandiri menjadi 4 jenis yang di tampilkan pada **Tabel 2.2** dibawah ini:

Tabel 2. 2 Tipe dan Jenis Kendaraan

No	Tipe Kendaraan	Jenis Kendaraan
1	MP (Mobil Penumpang)	Mobil Pribadi
		MPU
		Pick UP
		Bus Kecil
		Truk Kecil
2	KS (Kendaraan Sedang)	Bus Sedang
		Bus Besar
		Truk Sedang
		Truk Besar
3	SM (Sepeda Motor)	Truk Gandeng/Tempelan
4	KTB (Kendaraan Tidak Bermotor)	Sepeda Motor
		Sepeda
		Pejalan Kaki
		Becak

2.2.3. Karakteristik Kecelakaan Persimpangan

Kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kinerja suatu simpang, khususnya dalam hal keselamatan pengguna jalan. Semakin tinggi angka kecelakaan yang terjadi pada suatu persimpangan, maka semakin besar pula potensi konflik lalu lintas yang belum tertangani secara optimal, baik dari segi geometrik, pengaturan lalu lintas, maupun perilaku pengguna jalan. Untuk mendukung analisis pada simpang BPR Mandiri, dilakukan pengumpulan data kecelakaan selama lima tahun terakhir di wilayah Kecamatan Taman, Kota Madiun. Data tersebut diperoleh dari dokumen Berita Acara Pemeriksaan (BAP) Satlantas Polres Madiun Kota dan difokuskan pada kejadian di sekitar kawasan persimpangan BPR Mandiri. Rekapitulasi kejadian kecelakaan lalu lintas di wilayah tersebut disajikan pada **Tabel 2.3** berikut.

Tabel 2. 3 Data Kecelakaan Rentang 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Jumlah Kejadian	Lokasi Dominan	Jenis Kendaraan Terlibat	Tipe Kecelakaan	Korban
1	2020	1	Simpang 4 M.T. Haryono - Salak	Motor, Mobil	Depan - Samping	1 orang

No	Tahun	Jumlah Kejadian	Lokasi Dominan	Jenis Kendaraan Terlibat	Tipe Kecelakaan	Korban
2	2021	1	Simpang 4 Salak - Panorama	Motor, Mobil	Depan - Samping	1 orang
3	2022	3	Simpang 4 Salak - Panorama	Motor, Mobil	Depan - Samping	4 orang
4	2023	2	Jl. M.T. Haryono & Panorama	Motor	<i>Out Of Control</i>	3 orang
5	2024	2	Simpang Salak - Panorama	Motor	Depan - Samping	3 orang

Dari rekapitulasi diatas diketahui bahwa kecelakaan yang terjadi di kawasan Simpang 4 BPR Mandiri di dominasi kendaraan sepeda motor dengan tipe kecelakaan adalah tabrakan depan – samping pada saat kendaraan hendak melintasi simpang, serta tabrakan akibat kehilangan kendali (*out of control*) saat melaju di jalan menikung untuk uraian lengkap terkait kronologi kecelakaan pada persimpangan dapat dilihat pada **Lampiran 8**.

2.2.4. Karakteristik Kecepatan Ruas

Kecepatan pada pendekatan utara dan selatan di Simpang 4 BPR Mandiri untuk setiap kendaraan tergolong tinggi berdasarkan hasil survei pendahuluan FCO Berikut disajikan **Tabel 2.4** terkait kecepatan ruas jalan pada Jl DI Panjaitan.

Tabel 2. 4 Kecepatan Ruas FCO Ruas Jalan

Surveyor	: Budiastawa dan Diva Perdana								
Hari/Tanggal	: 2 Mei 2025								
Ruas Jalan	: Jl DI Panjaitan 1								
Titik-titik Kontrol				Berhenti				Kecepatan Perjalanan (km/jam)	Kecepatan Bergerak (km/jam)
Dari	Ke	Waktu Perjalanan	Panjang (m)	Lokasi	Hambatan	Waktu	Waktu Bergerak		
A	B	44.12	695				44.12	56.71	56.71
B	A	41.03	695				41.03	60.98	60.98
A	B	42.12	695				42.12	59.40	59.40
B	A	42.04	695				42.04	59.51	59.51
A	B	40.21	695				40.21	62.22	62.22
B	A	40.01	695				40.01	62.53	62.53
Rata-rata								60.23	60.23

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Persimpangan jalan

Persimpangan merupakan bagian dari jaringan jalan yang berfungsi sebagai tempat pertemuan dua atau lebih ruas jalan dan memungkinkan terjadinya pergerakan kendaraan dari berbagai arah. Keberadaan simpang menjadi titik kritis dalam sistem transportasi karena menjadi lokasi utama terjadinya konflik antar kendaraan maupun antara kendaraan dan pejalan kaki. Menurut (Syaifullah et al., 2024) Jika tidak ditangani dengan pengaturan yang baik, simpang dapat menjadi sumber kemacetan dan kecelakaan lalu lintas.

Menurut (Detria Milenia & Farida, 2021) pengendalian simpang dapat dibedakan menjadi dua yaitu persimpangan sebidang yang dimana terdapat pesimpangan yang diatur dengan Apill dan Tidak Ber Apill, serta persimpangan tidak sebidang yang terdiri atas *flyover*, dan *underpass*. Pemilihan jenis pengendalian pada simpang sangat dipengaruhi oleh volume lalu lintas dari masing-masing pendekatan, distribusi arah pergerakan, serta jenis konflik yang terjadi.

3.2. Penentuan Jenis Pengendalian Simpang

Tipe pengendalian simpang pada simpang tidak Ber Apill dapat ditentukan berdasarkan grafik kriteria penentuan pengendalian persimpangan dimana ditinjau berdasarkan arus jalur mayor dan minor dapat di lihat pada gambar grafik berikut:



(Sumber : Australian Road Research Board)

Gambar 8. Kriteria Penentuan Jenis Pengaturan Persimpangan

Menurut grafik pengaturan persimpangan, terdapat hirarki pengaturan yang dimulai dari pengaturan simpang prioritas, bundaran atau Apill, dan persimpangan tidak sebidang untuk menangani volume tinggi atau persilangan antara jalan utama dengan rel kereta api. Berikut penjelasan terkait hirarki pengendalian persimpangan berdasarkan volume lalu lintas. Apabila volume lalu lintas pada jalan minor kurang dari 10.000 kendaraan per hari dan arus jalan mayor tidak lebih dari 45.000 kendaraan per hari, maka pengendalian simpang prioritas masih dinilai mencukupi. Namun, ketika volume arus minor berkisar antara 10.000 hingga 12.000 kendaraan per hari, disarankan untuk mengubah pengendalian menjadi Apill (sinyal) atau bundaran, guna meminimalisasi konflik dan tundaan. Apabila arus minor melebihi 12.000 kendaraan per hari dan arus mayor di atas 47.000 kendaraan per hari, maka pengendalian tidak sebidang menjadi opsi terbaik untuk menghindari kemacetan total dan risiko kecelakaan.

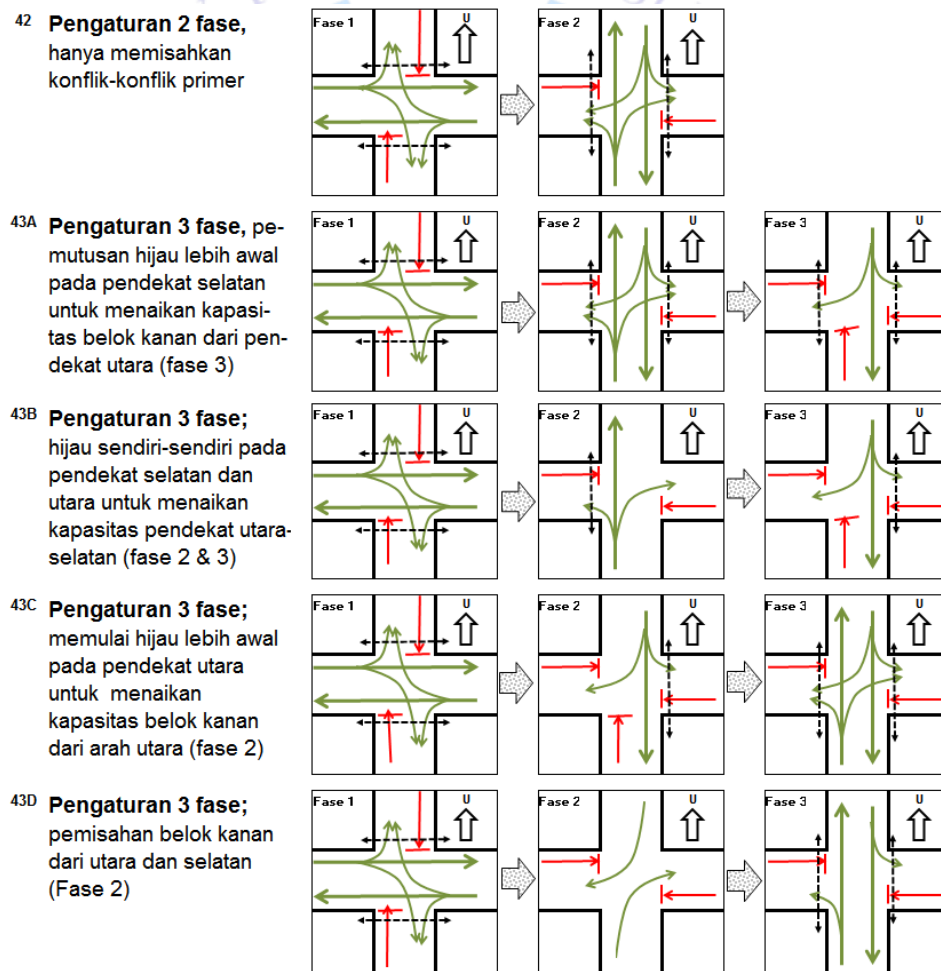
3.3. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) merupakan pedoman teknis yang berfungsi sebagai panduan utama dalam melakukan analisis terhadap kapasitas dan kinerja lalu lintas pada ruas jalan maupun persimpangan. Pedoman ini dirancang untuk memberikan dasar yang sistematis dan terstandarisasi bagi para pemangku kepentingan di bidang transportasi, khususnya dalam merancang, merencanakan, serta mengevaluasi berbagai aspek operasional lalu lintas. PKJI tidak hanya digunakan sebagai referensi dalam tahap perencanaan pembangunan jalan, tetapi juga menjadi acuan penting dalam proses evaluasi dan pengambilan keputusan terkait peningkatan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran sistem transportasi di wilayah perkotaan maupun diluar perkotaan (PKJI, 2023). Setelah ditentukan bahwa suatu simpang layak dikendalikan dengan sinyal lalu lintas (Apill), tahap selanjutnya adalah merancang sistem sinyal yang optimal. PKJI 2023 digunakan untuk menentukan konfigurasi fase, waktu siklus, serta distribusi waktu hijau pada masing-masing pendekat simpang.

3.3.1. Penentuan Tipe Fase Pada Simpang 4

Tipe fase sinyal ditentukan berdasarkan jumlah lengan simpang serta arus belok kanan pada masing-masing pendekat. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia

(PKJI) 2023 merekomendasikan fase khusus untuk manuver belok kanan apabila arus belok kanan melebihi 200 smp/jam tetapi pemisahan dapat tetap dilakukan pemisahan walaupun arus belok kanan lebih rendah dari 200 SMP/jam dengan pertimbangan peningkatan terhadap keselamatan lalu lintas. Tipe fase umum yang digunakan meliputi tipe 2 fase, 3 fase dan 4 fase. Tipe 2 fase digunakan ketika konflik antar pendekatan dapat diminimalisasi dalam dua tahap pelepasan kendaraan. Sementara tipe 3 fase dan 4 fase digunakan jika dibutuhkan pemisahan lebih rinci antara pergerakan lurus dan belok kanan, terutama di simpang dengan intensitas lalu lintas tinggi dan arus manuver yang kompleks. Berikut penjesalan lengkap mengenai penentuan fase pada simpang 4:



Sumber : (PKJI, 2023)

Gambar 9. Penentuan Fase Apill Simpang 4 dengan 2 Fase dan 3 Fase

Tipe pengaturan Apill pada simpang 4 dengan 2 fase dan 3 fase yaitu sebagai berikut.

1. Tipe 42

Tipe fase ini merupakan simpang dengan 4 lengan yang memiliki pengaturan 2 fase atau 2 kali pelepasan kendaraan yaitu pada fase pertama pendekat timur dan barat lepas secara bersamaan, kemudian dilanjutkan pada fase kedua di pendekat utara dan selatan. Tipe ini hanya memisahkan konflik-konflik primer.

2. Tipe 43A

Tipe fase ini merupakan simpang dengan 4 lengan yang memiliki pengaturan 3 fase atau 3 kali pelepasan kendaraan dengan pemutusan hijau lebih awal yaitu pada fase pertama pendekat timur dan barat lepas secara bersamaan, dilanjutkan pada fase kedua di pendekat utara dan selatan, kemudian pada fase ketiga di lengan selatan terjadi pemutusan hijau lebih awal. Tipe ini untuk meningkatkan kapasitas belok kanan dari pendekat utara.

3. Tipe 43B

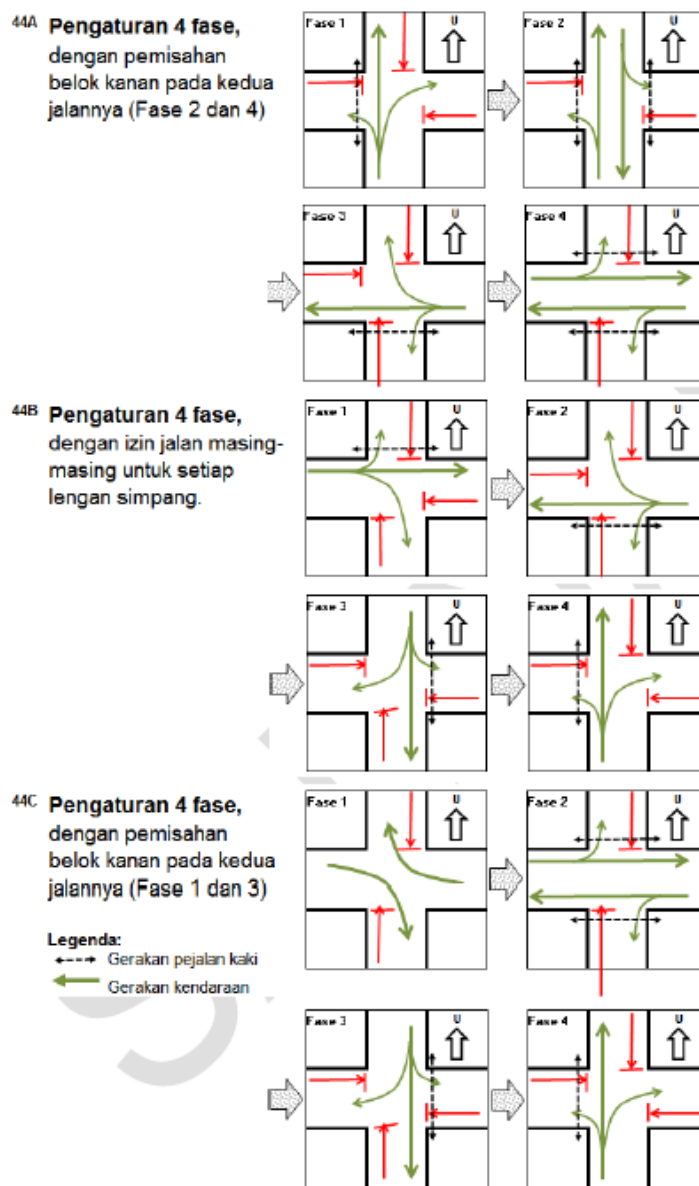
Tipe fase ini merupakan simpang dengan 4 lengan yang memiliki pengaturan 3 fase atau 3 kali pelepasan kendaraan dimana pada fase 1 lengan timur dan barat bergerak secara bersamaan, kemudian secara berturut turut pada fase 2 dan 3 terdapat pengaturan hijau sendiri-sendiri pada pendekat selatan dan utara. Tipe ini untuk meningkatkan kapasitas pendekat utara dan selatan.

4. Tipe 43C

Tipe fase ini merupakan simpang dengan 4 lengan yang memiliki pengaturan 3 fase atau 3 kali pelepasan kendaraan dimana pada fase 1 lengan timur dan barat bergerak secara bersamaan, pada fase 2 lengan utara memulai hijau lebih awal kemudian pada fase 3 lengan utara dan selatan bergerak bersamaan. Tipe ini untuk meningkatkan kapasitas belok kanan dari pendekat utara.

5. Tipe 43D

Tipe fase ini merupakan simpang dengan 4 lengan yang memiliki pengaturan 3 fase atau 3 kali pelepasan kendaraan. Fase pada simpang ini memisahkan belok kanan dari arah utara dan selatan. Pada fase 1 lengan timur dan barat bergerak bersamaan, pada fase 2 lengan utara dan selatan untuk kendaraan belok kanan, kemudian pada fase 3 lengan utara dan selatan untuk kendaraan lurus dan belok kiri.



Sumber : (PKJI, 2023)

Gambar 10. Penentuan Fase Apill Simpang 4 dengan 4 Fase

Tipe pengaturan Apill pada simpang 4 dengan 4 fase yaitu sebagai berikut.

1. Tipe 44A

Tipe fase ini merupakan simpang dengan 4 lengan yang memiliki pengaturan 4 fase atau 4 kali pelepasan kendaraan dengan pemisahan belok kanan pada kedua jalannya yang terdapat pada fase 2 dan 4.

2. Tipe 44B

Tipe fase ini merupakan simpang dengan 4 lengan yang memiliki pengaturan 4 fase atau 4 kali pelepasan kendaraan. Semua lengan dari simpang ini tergolong kedalam tipe terlindung dikarenakan pengaturan fasenya terpisah pada tiap lengan simpang atau setiap lengan memiliki izin jalan masing masing.

3. Tipe 44C

Tipe fase ini merupakan simpang dengan 4 lengan yang memiliki pengaturan 4 fase atau 4 kali pelepasan kendaraan dengan memisahkan belok kanan pada kedua jalannya yaitu pada fase 1 dan fase 3.

3.3.2. Perhitungan Simpang Apill

Setelah fase sinyal ditentukan berdasarkan klasifikasi simpang dan besarnya arus belok kanan dan tingkat keselamatan, tahap selanjutnya adalah menghitung waktu siklus dan distribusi waktu hijau pada setiap fase. Penentuan ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja simpang Ber-Apill dengan mempertimbangkan beban lalu lintas pada masing-masing pendekatan. Berikut merupakan langkah – langkah yang dilakukan dalam menentukan waktu siklus dan distribusi waktu hijau pada simpang.

1. Waktu antar hijau (W_{AH})

Tabel 3. 1 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran simpang	Lebar 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)

Berdasarkan **Tabel 3.1** disampaikan terkait penentuan waktu antar hijau simpang berdasarkan ukuran simpang dari lebar rata – rata pendekatan.

2. Kapasitas

Perhitungan kapasitas pada persimpangan Ber-Apill berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia menggunakan rumus berikut:

$$C = J \times \frac{WH}{S} \quad (3.1)$$

Keterangan:

C	= kapasitas (smp/jam)
J	= Arus jenuh (smp/jam)
Wh	= waktu hijau (det)
S	= waktu siklus

3. Arus Jenuh

Perhitungan arus jenuh disimpang Ber-Apill menggunakan rumus:

$$J = J0 \times FHS \times FUK \times FG \times FP \times FBKi \times Fbka \quad (3.2)$$

Keterangan:

J	= arus jenuh
J0	= arus jenuh dasar
FUK	= faktor penyesuaian ukuran kota
FHS	= faktor penyesuaian hambatan samping
FG	= faktor penyesuaian kelandaian
FP	= faktor penyesuaian parker
FBka	= faktor penyesuaian kendaraan belok kanan
FBKi	= faktor penyesuaian kendaraan belok kiri

a. Arus jenuh dasar

Arus jenuh dasar dihitung dengan dua persamaan yang dibagi berdasarkan kondisi terlawan dan terlindung

1) Pendekat terlindung (P)

Pendekat terlindung merupakan tipe pendekat dimana tidak terjadi konflik antar kendaraan dari tiap pendekat selama waktu hijau yang kemudian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

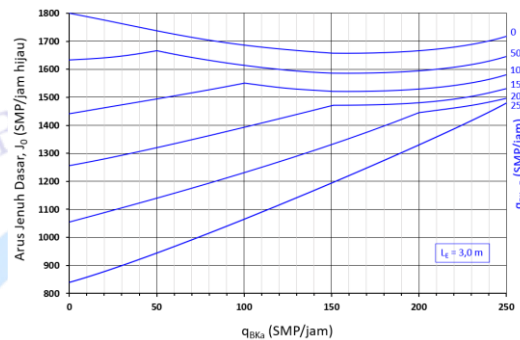
$$J0 = 600 \times L \quad (3.3)$$

Keterangan:

J0	= Arus Jenuh dasar (smp/jam)
L _E	= lebar masuk suatu pendekat (m)

2) Pendekat terlawan (O)

Pendekat terlawan merupakan tipe pendekat dimana terjadi konflik antara arus lurus dan belok kanan pada pendekat ditinjau dengan pendekat seberangnya. Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe terlawan dapat dihitung dengan grafik hubungan antara arus belok kanan (q_{BKA}) dan J_0 . Berikut merupakan contoh grafik penentuan J_0 pendekat terlawan dengan lebar efektif 3 meter.



(Sumber : PKJI 2023)

Gambar 11. Grafik Arus Jenuh Dasar Terlawan

Lebar masuk suatu pendekat atau lebar efektif didapatkan melalui hasil inventarisasi simpang. Inventarisasi persimpangan merupakan proses pengumpulan data geometri dan karakteristik sebuah persimpangan.

b. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Faktor penyesuaian ukuran kota merupakan salah satu faktor koreksi perhitungan yang didasari oleh jumlah penduduk pada kota tersebut. Jumlah penduduk tersebut digunakan untuk menentukan ukuran kota sehingga didapatkan faktor koreksi ukuran kota pada persimpangan. Berikut disajikan tabel faktor koreksi ukuran kota:

Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Ukuran Kota	Penduduk (juta)	Faktor Koreksi Ukuran Kota
Sangat Kecil	$\leq 0,1$	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,83
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	$> 3,0$	1,05

(Sumber : PKJI 2023)

c. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Faktor penyesuaian hambatan samping dapat diperoleh dari tabel berikut yang di sesuaikan dengan melihat tipe lingkungan dan kelas hambatan samping:

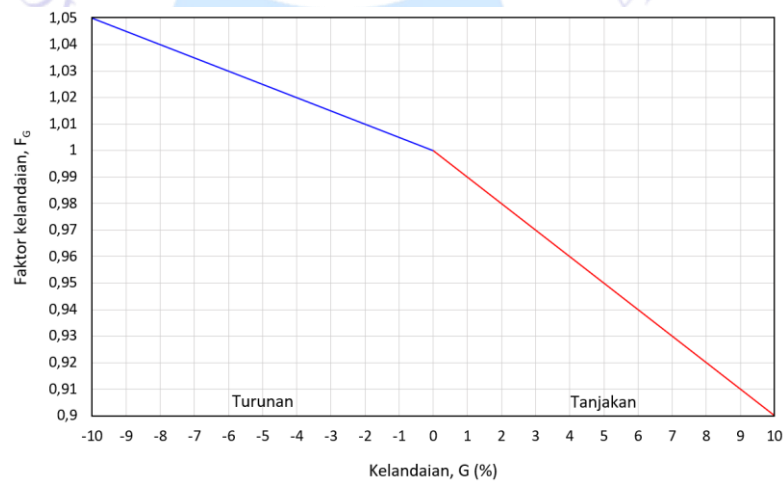
Tabel 3. 3 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Kelas tipe lingkungan jalan	Kelas hambatan samping	Tipe Fase	Rasio kendaraan tidak bermotor (RKTb)					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Komersial	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	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	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	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 : PKJI 2023)

d. Faktor Penyesuaian Kelandaian

Dalam menentukan faktor penyesuaian kelandaian dapat menggunakan grafik:



(Sumber : PKJI 2023)

Gambar 12. Faktor Penyesuaian Kelandaian

e. Faktor Jarak Parkir

Faktor penyesuaian untuk jarak parkir ditetapkan dengan mengacu pada jarak antara garis henti dengan lokasi kendaraan pertama yang parkir pada pendekat. Faktor koreksi jarak parkir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

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

Keterangan:

LP = Jarak antara garis henti dengan posisi kendaraan pertama yang parkir pada jalur belok kiri dalam meter.

L = Lebar pendekat, dalam meter

WH = Waktu hijau pada pendekat yang ditinjau

f. Faktor penyesuaian belok kanan

Faktor penyesuaian belok kanan dinilai hanya pada pendekat tipe P (terlindung) dan dengan median serta jalan dua arah.

$$FBKA = 1 + (RBKA \times 0,26) \quad (3.5)$$

Keterangan:

RBKA = Rasio kendaraan berbelok kanan pada pendekat yang ditinjau

g. Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor penyesuaian belok kiri hanya dihitung untuk pendekat tipe P (terlindung) tanpa LTOR

$$FBKI = 1 - (RBKI \times 0.16) \quad (3.6)$$

Keterangan:

RBKI = Rasio kendaraan berbelok kiri pada pendekat yang ditinjau

4. Rasio arus terhadap arus jenuh

Rasio arus masing – masing pendekat dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

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

Keterangan:

Rq/j = rasio arus masing-masing pendekat

q = arus lalu lintas (smp/jam)

J = arus jenuh

5. Rasio arus simpang

Rasio arus simpang diperoleh dari perbandingan antara arus jenuh pada pendekat simpang. Persamaan yang dipakai untuk menentukan rasio arus simpang adalah sebagai berikut.

$$RAS = \Sigma(Rq / Jkritis)i \quad (3.8)$$

6. Rasio fase

Rasio fase diperoleh dengan membandingkan rasio arus tertinggi dari semua pendekat yang bergerak dalam fase yang sama pada satu simpang terhadap rasio arus keseluruhan simpang. Persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung rasio fase sebagai berikut.

$$RF = \frac{(Rq/JKritis)}{RAS} \quad (3.9)$$

7. Waktu siklus

Penentuan waktu siklus yang diperlukan diperoleh rumus berikut ini :

$$S = \frac{(1,5 \times WHH + 5)}{(1 - \Sigma Rq / Jkritis)} \quad (3.10)$$

Keterangan:

S = waktu siklus (detik)

W_{HH} = waktu hijau hilang per siklus (detik)

Rq/j = Rasio arus

Rq/j kritis = Rasio arus yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada fase yang sama

$\Sigma Rq/jkritis$ = Rasio arus simpang

Selain dihitung menggunakan rumus waktu siklus dapat ditentukan berdasarkan jumlah pengaturan fase sehingga dihasilkan waktu siklus yang layak hal ini dilakukan apabila Ras yang dihasilkan menggunakan rumus penentuan waktu siklus memperoleh nilai lebih dari 1. Berikut tabel penentuan waktu siklus.

Tabel 3. 4 Penentuan Waktu Siklus

Type Pengaturan	S yang layak (detik)
2 fase	40-80
3 fase	50-100
4 fase	80-130

(Sumber : PKJI 2023)

8. Waktu Merah Semua (W_{MS})

Waktu merah semua digunakan untuk memastikan area pada simpang yang dikendalikan telah kosong pada akhir setiap fase. Untuk menentukan waktu merah semua, diperlukan data geometrik berupa jarak dari garis henti menuju titik konflik, baik untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang dari arah lain serta pejalan kaki dengan satuan meter.

$$WMS = Max \left\{ \begin{array}{l} \frac{LKBR+PKBR}{VKBR} - \frac{LKDT}{VKDT} \\ \frac{LPK}{VPK} \end{array} \right. \quad (3.11)$$

Keterangan:

W_{MS} = Waktu merah semua

L_{KBR} = Jarak kendaraan berangkat

P_{KBR} = Panjang kendaraan berangkat

V_{KBR} = Kecepatan kendaraan berangkat

L_{KDT} = Jarak kendaraan datang

V_{KDT} = Kecepatan kendaraan datang

9. Waktu Hijau Hilang

Apabila periode W_{MS} untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, maka waktu hijau hilang total (W_{HH}) untuk simpang APILL untuk setiap siklus dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau menggunakan rumus sebagai berikut:

$$WHH = \sum_i (W_{ms} + W_k)_i \quad (3.12)$$

Keterangan:

W_{MS} = adalah waktu merah semua, dalam detik.

W_K = adalah waktu kuning, dalam detik.

Panjang waktu kuning pada APILL di kota-kota Indonesia biasanya ditetapkan 3,0 detik.

10. Waktu hijau

Waktu hijau adalah waktu pada fase hijau yang diperlukan pada tiap pendekat. Untuk dapat menghitung waktu hijau dapat menggunakan rumus berikut ini:

$$WHI = (S - WHH) \times RF \quad (3.13)$$

Keterangan:

- S = Waktu siklus (detik)
W_{HH} = Waktu hijau hilang per siklus (detik)
W_{Hi} = Waktu hijau pada fase ke-i
Rq/j kritis = Rasio arus yang tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada fase yang sama
 $\sum Rq/j_{kritis}$ = Rasio arus simpang

3.4. Indikator Kinerja Persimpangan

Menurut (Peraturan Menteri Perhubungan No 96, 2015) tentang pedoman pelaksanaan kegiatan manajemen dan rekayasa lalu lintas, tingkat pelayanan pada simpang ditentukan oleh besarnya nilai tundaan pada simpang tersebut. Semakin tinggi nilai tundaan maka semakin buruk tingkat pelayanannya. Kategori tingkat pelayanan untuk simpang disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3. 5 Indikator Layanan pada persimpangan

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik/kend)
A	$\leq 5,0$
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,1
F	$> 60,0$

(Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No 96, 2015)

3.5. Pemodelan Menggunakan Perangkat Lunak Vissim

3.5.1. Pengertian Vissim

Vissim merupakan perangkat lunak simulasi lalu lintas aliran mikroskopis yang beragam. Terdapat empat langkah utama pemodelan Vissim yaitu membangun model eksisting Vissim, kalibrasi model Vissim, validasi model Vissim, dan evaluasi hasil *output Vissim*.

3.5.2. Membangun Pemodelan Vissim

Pada penelitian ini, tahapan pemodelannya sebagai berikut:

1. *Vehicle Input*

Vehicle Input merupakan proses melakukan inputan volume kendaraan hasil observasi kedalam pemodelan vissim.

2. *2D/3D Models*

2D/3D Models merupakan proses pembuatan model kendaraan yang digunakan pada pemodelan sesuai dengan kendaraan yang melintas.

3. *Vehicle Composition*

Vehicle Composition merupakan proses memasukan komposisi kendaraan yang melintas pada persimpangan sesuai dengan jenis kendaraan yang di klasifikasikan seperti Mobil Penumpang, Kendaraan Sedang dan Sepeda Motor.

4. *Vehicle types dan Vehicle class*

Vehicle types merupakan pengaturan terhadap jenis kendaraan yang dapat melintas di pemodelan yang di buat agar sesuai dengan keadaan di lapangan. *Vehicle class* merupakan pengaturan pengelompokan kendaraan yang dapat melintas pada pemodelan.

5. *Desired Speed Distribution*

Desired Speed Distribution merupakan inputan kecepatan pada pemodelan vissim, kecepatan yang dibutuhkan dalam pemodelan vissim adalah kecepatan arus bebas (*Free Flow Speed*) yang di dapatkan melalui survei *spotspeed* ketika keadaan lalu lintas bukan jam sibuk untuk setiap jenis kendaraan. Sampel kendaraan yang digunakan ditentukan menggunakan metode slovin dengan deviasi 10% berdasarkan hasil TC ruas pada setiap klasifikasi kendaraan.

Berikut persamaan metode slovin :

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (3.14)$$

6. *Driving Behaviour*

Driving Behaviour merupakan pengaturan perilaku berkendara di dalam pemodelan dengan keadaan sebenarnya di lapangan.

7. *Signal Control*

Signal Control merupakan pengaturan lampu lalu lintas pada pemodelan pada persimpangan.

3.5.3. Kalibrasi Vissim

Kalibrasi berfungsi untuk menciptakan suatu model simulasi semirip mungkin dengan kondisi yang ada dilapangan. Kalibrasi dilakukan dengan mengatur pada perilaku pengemudi (*driving behaviour*) sesuai dengan kondisi di

lapangan. Adapun parameter yang diatur dalam *driving behaviour* adalah sebagai berikut:

1. *Desired position at free flow*, merupakan perilaku posisi kendaraan pada suatu lajur.
2. *Overtake on same lane*, merupakan perilaku pengemudi saat menyiapkan kendaraan.
3. *Distance standing*, merupakan jarak antar pengemudi secara bersampingan saat berhenti.
4. *Distance driving*, merupakan jarak antar pengemudi secara bersampingan ketika berjalan.
5. *Average standstill distance*, merupakan parameter untuk menentukan jarak aman.
6. *Additive part of safety distance*, merupakan penentu jarak aman.
7. *Multiplicative part of safety distance*, merupakan parameter untuk menentukan jarak aman.
8. *Number Of Interaction Object* merupakan jumlah kendaraan yang di perhitungkan dalam interaksi mengemudi.

3.5.4. 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, penulis menggunakan metode Geoffrey E. Havers (GEH) 1970. Menurut (Yulianto et al., 2023) Uji GEH merupakan rumus statistic modifikasi dari *chi-squared* dengan melakukan analisis perbedaan diantara nilai mutlak dan relative yang dapat mengetahui apakah model sudah terkalibrasi dan dapat mewakili keadaan di lapangan. Adapun rumus dari GEH adalah sebagai berikut:

$$GEH = \frac{\sqrt{(q \text{ simulated} - q \text{ observed})^2}}{0.5 \times ((q \text{ simulated} + q \text{ observed}))} \quad (3.14)$$

Keterangan:

q observed = data observasi

q simulated = data hasil simulasi

3.6. Upaya Penanganan Tingkat Kemacetan dan Kecelakaan Persimpangan

Upaya penanganan tingkat kemacetan dan kecelakaan pada Simpang Tidak Ber-Apill dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan. Setiap penanganan umumnya disesuaikan dengan jenis permasalahan seperti kemacetan, tundaan, atau kecelakaan. Berikut disajikan **Tabel 3.6** yang merangkum alternatif penanganan permasalahan sebagai dasar pembandingan dalam menentukan solusi yang paling tepat menurut penelitian terdahulu sebagai berikut.

Tabel 3. 6 Rekomendasi Penanganan Simpang Tidak Bersinyal

No	Masalah Utama di Simpang Tidak Ber-Apill	Metode/Simulasi	Rekomendasi Penanganan	Referensi
1	Kemacetan dan konflik antar kendaraan saat jam sibuk	PKJI 2023 dan Vissim	Penggunaan APILL dengan pengaturan fase optimal	(Atmajaya et al., 2024)
2	Tundaan tinggi akibat geometri yang sempit dan kendaraan parkir	PKJI 2023 dan Vissim	Pelebaran simpang dan pelepasan lahan parkir	(Syaifullah et al., 2024)
3	Tingkat kecelakaan dan antrean panjang di simpang empat	MKJI & Vissim	Perubahan simpang menjadi bundaran (roundabout)	(Isya et al., 2023)
4	Konflik gerakan kendaraan dan ketidakteraturan pergerakan	Vissim	Manajemen satu arah pada salah satu lengan simpang	(Farida Juwita, 2021)
5	Volume tinggi, kecepatan tinggi, dan tidak adanya pengaturan	PKJI 2023 dan Vissim	Pemasangan APILL untuk mengatur prioritas lalu lintas	(Rafi & Widyatami, 2025)

Penanganan simpang tidak ber-Apill sangat bergantung pada karakteristik permasalahan yang terjadi di lapangan. Setiap rekomendasi yang diberikan dalam berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa solusi seperti pemasangan APILL, pembangunan bundaran, pelebaran geometri, hingga pengaturan arah lalu lintas lengan simpang memiliki efektivitas masing-masing sesuai kondisi simpang.

3.7. Penelitian Terdahulu

Tabel 3. 7 Penelitian Terdahulu

No	Judul penelitian	Penulis dan Tahun	Hasil Penelitian	Perbedaan
1	Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal menggunakan Metode PKJI 2023 dan <i>Software Vissim</i>	Muhammad Syaifullah (2024)	Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis kinerja simpang 4 tersebut memakai PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia) 2023, memberikan solusi alternatif untuk mengatasi persoalan kemacetan, serta memprediksi kondisi lalu lintas disimpang Hos Gorontalo 5 tahun kedepan simulasi software Vissim. Dengan tujuan meningkatkan keselamatan pada persimpangan.	Perbedaan pada penelitian ini adalah lokasi kajian dan analisis pada penelitian adalah tingkat keselamatan.
2	Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal Jalan Pulo Wonokromo Kota Surabaya Menggunakan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023	Shella Akbari Adha (2023)	Penelitian ini menggunakan PKJI 2023 untuk mengevaluasi kinerja simpang tidak bersinyal. Hasil analisis menunjukkan derajat kejenuhan sebesar 0,694 dan tundaan rata-rata sebesar 13,6 detik/SMP dengan tingkat pelayanan C. Penelitian ini menyimpulkan bahwa simpang tersebut masih mampu beroperasi dalam batas toleransi namun memerlukan optimalisasi waktu perjalanan.	Lokasi kajian berbeda. Tidak menggunakan pemodelan Vissim maupun uji statistik seperti GEH. Fokus hanya pada evaluasi eksisting tanpa usulan skenario rekayasa lalu lintas.
3	Analisis Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal dengan Metode PKJI 2023	Alfia Nur Rahmawati (2024)	Menganalisis simpang empat di NTB menggunakan PKJI 2023. Hasil menunjukkan kapasitas simpang sebesar 2.203,03 SMP/jam dan derajat kejenuhan 0,48 menandakan kinerja simpang masih dalam kondisi baik.	Lokasi berbeda Simpang yang dikaji adalah simpang tiga. Tidak menggunakan simulasi Vissim atau uji GEH. Fokus pada evaluasi eksisting dan usulan geometrik tanpa simulasi.