

2203020_NI LUH KADEK RIZKA
PADMINI_KKW.pdf
by r k

Submission date: 28-Jul-2025 02:00AM (UTC-0500)

Submission ID: 2721779343

File name: 2203020_NI_LUH_KADEK_RIZKA_PADMINI_KKW.pdf (7.01M)

Word count: 41827

Character count: 205938

**ANALISIS PERENCANAAN PENERAPAN SIMPANG BER –
APILL PADA SIMPANG 4 PEKAYON DENGAN
PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH:

NI LUH KADEK RIZKA PADMINI

2203020

29

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

2025

**ANALISIS PERENCANAAN PENERAPAN SIMPANG BER –
APILL PADA SIMPANG 4 PEKAYON DENGAN
PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

**¹
KERTAS KERJA WAJIB**

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



DISUSUN OLEH:

NI LUH KADEK RIZKA PADMINI

2203020

**¹
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI
PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN
2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**ANALISIS PERENCANAAN PENERAPAN SIMPANG BER –
APILL PADA SIMPANG 4 PEKAYON DENGAN
PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM**

Disusun oleh:

**NI LUH KADEK RIZKA PADMINI
2203020**

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.F., M.T.
NIP 19820530 200912 1 003
Tanggal: 07 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING II



Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T.(TD), M.A.P.
NIP 19900513 201012 1 004
Tanggal: 07 Juli 2025


Ditetapkan di : Tabanan


HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB
ANALISIS PERENCANAAN PENERAPAN SIMPANG BER – APILL
PADA SIMPANG 4 PEKAYON DENGAN PENDEKATAN PKJI 2023 DAN
VISSIM


Telah dipersiapkan dan disusun oleh:
NI LUH KADEK RIZKA PADMINI
2203020


TELAH DI PERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 17 JULI 2025
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji


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


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


A.A. Bagus Oka Khrisna Surya, S.T., M.T.
NIP. 19910816 201902 1 002


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

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, Ni Luh Kadek Rizka Padmini, Notar. 2203020, menyatakan bahwa Kerta Kerja Wajib/Tugas Akhir dengan judul “Analisis Perencanaan Penerapan Simpang Ber – APILL Pada Simpang 4 Pekayon Dengan Pendekatan PKJI 2023 Dan Vissim” merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kerta Kerja Wajib/Tugas Akhir 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/Tugas Akhir ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau kesarjanaan 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, 07 Juli 2025

Penulis,



Ni Luh Kadek Rizka Padmini

Notar. 2203020

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

²⁰ MOTTO:

"Semua jatuh bangunmu hal yang biasa, angan dan pertanyaan waktu yang menjawabnya, berikan tenggat waktu bersedihlah secukupnya, rayakan perasaanmu, sebagai manusia."

Baskara Putra – Hindia

²⁰
"Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha."

B.J Habibie

PERSEMBAHAN:

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini. Penulis persembahkan Dharma Bhaktiku Kepada Ibundaku Tercinta "Ni Nyoman Seri Armini" dan Ayahandaku "I Wayan Windiya" yang dengan susah payah telah membesarkan, mendidik, selalu mengusahan dan mendokan keberhasilanku untuk menjadi yang terbaik. Terimakasih juga kepada seseorang yang berperan selalu membantu dan memotivasi penulis untuk meraih keberhasilan penulisan Kerta Kerja Wajib ini, serta terimakasih juga kepada teman terdekalku "Dinda".

ALMAMATERKU TERCINTA
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah – NYA, sehingga Kerta Kerja Wajib yang berjudul “Analisis Perencanaan Penerapan Simpang Ber – APILL Pada Simpang 4 Pekayon Dengan Pendekatan PKJI 2023 Dan Vissim” dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang sangat baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Orang tua I Wayan Windiya, Ni Nyoman Seri Armini 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 Transportasi Jalan dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan langsung selama proses penulisan kertas kerja wajib/tugas akhir ini.
4. Bapak Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T.(TD).M.A.P. 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.

Tabanan, 07 Juli 2025

Penulis



Ni Luh Kadek Rizka Padmini

Notar. 2203020

DAFTAR PUSTAKA

68	KATA PENGANTAR.....	vi
	DAFTAR PUSTAKA	vii
	DAFTAR TABEL.....	x
	DAFTAR GAMBAR	xii
	DAFTAR LAMPIRAN	xv
	INTISARI.....	xvi
	ABSTRACT	xvii
1	BAB I PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Rumusan Masalah	4
	1.3 Maksud dan Tujuan	4
	1.4 Manfaat Penelitian.....	4
	1.5 Batasan Masalah.....	5
	BAB II GAMBARAN UMUM.....	6
	2.1 Kondisi Wilayah.....	6
	2.2 Kondisi Objek	6
	2.3 Karakteristik Geometri Persimpangan	10
	2.4 Data Jumlah Penduduk.....	13
	2.5 Data Peta Tata Guna Lahan.....	13
	2.6 Data BAP Kecelakaan.....	14
	BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	15
	3.1 Persimpangan	15
	3.2 Penentuan Pengaturan Simpang	17
	3.3 Pengaturan Tipe Fase Pada Simpang 4	18
	3.4 Perhitungan Simpang Ber - APILL	21

3.5 Indikator Kinerja Persimpangan.....	28
3.6 Kecepatan Setempat (Spot Speed)	28
3.7 Pemodelan Menggunakan Perangkat Lunak Vissim	29
3.8 Penanganan Tingkat Kemacetan Dan Keselamatan Simpang.....	32
3.9 Keaslian Penelitian.....	33
BAB IV METODE PENELITIAN	35
4.1 Data dan Teknik Pengumpulan Data	35
4.2 Metode Analisis Data	39
4.3 Bagan Alir Penelitian	40
4.4 Rencana Kegiatan Penelitian.....	48
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	50
5.1 Hasil Pengumpulan Data	50
5.2 Kondisi Eksisting Simpang	59
5.3 Pemodelan Vissim.....	63
5.4 Kalibrasi Dan Validasi Model Vissim	81
5.5 Perencanaan Simpang	85
5.6 Perencanaan Tipe Fase Simpang Ber – APILL.....	87
5.7 Perencanaan Plan APILL	89
5.8 Analisis Kondisi Eksisting Dengan Vissim.....	96
5.9 Perencanaan Waktu Siklus Dengan PKJI 2023	103
5.10 Analisis Perencanaan Simpang Ber – APILL Dengan Vissim	114
5.11 Perbandingan Rekomendasi Dengan Kondisi Eksisting	122
5.12 Pembahasan.....	126
5.13 Perencanaan Perlengkapan Jalan.....	129
BAB VI PENUTUP	132
6.1 Kesimpulan.....	132

6.2 Saran.....	134
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN	138

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Inventarisasi Simpang.....	11
Tabel 2. 2 Jumlah Penduduk Kota Mojokerto Tahun 2020 - 2024	13
Tabel 2. 3 Data BAP Kecelakaan 5 Tahun Terakhir.....	14
Tabel 3. 1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	22
Tabel 3. 2 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping.....	23
Tabel 3. 3 Penentuan Waktu Siklus	26
Tabel 3. 4 Indikator Layanan Simpang Ber - APILL.....	28
Tabel 3. 5 Hasil Uji Statistik GEH	32
Tabel 3. 6 Penelitian Terdahulu.....	33
Tabel 4. 1 Timeline.....	49
Tabel 5. 1 Inventarisasi Pendekat Simpang.....	51
Tabel 5. 2 Frekuensi Kumulatif Pendekat Utara	53
Tabel 5. 3 Frekuensi Kumulatif Pendekat Selatan	55
Tabel 5. 4 Frekuensi Kumulatif Pendekat Timur	57
Tabel 5. 5 Proporsi Kendaraan Simpang 4 Pekayon	60
Tabel 5. 6 Parameter Validasi Model Vissim	81
Tabel 5. 7 Nilai GEH (Geoffrey E. Havers statistic).....	83
Tabel 5. 8 Hasil Volume Eksisting dan Volume Simulasi	84
Tabel 5. 9 Hasil Uji GEH	84
Tabel 5. 10. Penentuan Berakhirnya <i>Flashing</i>	90
Tabel 5. 11 Penentuan Batas Awal <i>Plan 1</i>	91
Tabel 5. 12 Penentuan Batas Awal <i>Plan 2</i>	91
Tabel 5. 13 Penentuan Batas Awal <i>Plan 3</i>	92
Tabel 5. 14 Penentuan Batas Awal <i>Plan 4</i>	92
Tabel 5. 15 Penentuan Batas Awal <i>Plan 5</i>	93
Tabel 5. 16 Penentuan Batas Awal <i>Plan 6</i>	94
Tabel 5. 17 Penentuan Batas Awal <i>Plan 7</i>	95
Tabel 5. 18 Penentuan Batas Awal <i>Flashing</i>	95
Tabel 5. 19 Hasil Kinerja Eksisting Plan 1 Pada Vissim.....	97

Tabel 5. 20 Hasil Kinerja Eksisting Plan 2 Pada Vissim.....	98
Tabel 5. 21 Hasil Kinerja Eksisting Plan 3 Pada Vissim.....	99
Tabel 5. 22 Hasil Kinerja Eksisting Plan 4 Pada Vissim.....	100
Tabel 5. 23 Hasil Kinerja Eksisting Plan 5 Pada Vissim.....	101
Tabel 5. 24 Hasil Kinerja Eksisting Plan 6 Pada Vissim.....	102
Tabel 5. 25 Hasil Kinerja Eksisting Plan 7 Pada Vissim.....	103
Tabel 5. 26 Nilai EMP.....	104
Tabel 5. 27 Rekapitan Rasio Kendaraan Berbelok.....	104
Tabel 5. 28 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Tiap Plan.....	107
Tabel 5. 29 Rekapitulasi Waktu Siklus Dan Waktu Hijau.....	111
Tabel 5. 30 Rekapitulasi Waktu Siklus Tiap Plan.....	112
Tabel 5. 31 Output Vissim Rekomendasi Plan 1.....	115
Tabel 5. 32 Output Vissim Rekomendasi Plan 2.....	116
Tabel 5. 33 Output Vissim Rekomendasi Plan 3.....	117
Tabel 5. 34 Output Vissim Rekomendasi Plan 4.....	118
Tabel 5. 35 Output Vissim Rekomendasi Plan 5.....	119
Tabel 5. 36 Output Vissim Rekomendasi Plan 6.....	120
Tabel 5. 37 Output Vissim Rekomendasi Plan 7.....	121
Tabel 5. 38 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 1.....	122
Tabel 5. 39 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 2.....	123
Tabel 5. 40 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 3.....	123
Tabel 5. 41 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 4.....	124
Tabel 5. 42 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 5.....	125
Tabel 5. 43 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 6.....	125
Tabel 5. 44 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 7.....	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Persebaran Simpang dan U – Turn	6
Gambar 2. Tampak Atas Simpang 4 Pekayon	7
Gambar 3. Pendekat Utara Jl. Mojopahit	7
Gambar 4. Pendekat Selatan Jl. Pekayon	8
Gambar 5. Pendekat Timur Jl. Raden Wijaya	9
Gambar 6. Pendekat Barat Jl. Mojopahit	9
Gambar 7. Sketsa Kondisi Geometri Simpang 4 Pekayon.....	10
Gambar 8. Peta Tata Guna Lahan Eksisting.....	14
Gambar 9. Penentuan Pengendalian Simpang	17
Gambar 10. Pengaturan Fase APILL Pada Simpang 4.....	19
Gambar 11. Pengaturan Fase APILL Pada Simpang 4.....	19
Gambar 12. Arus Dasar J0 Terlawan.....	22
Gambar 13. Faktor Penyesuaian Kelandaian	24
Gambar 14. Diagram Alir.....	42
Gambar 15. Hasil Inventarisasi Simpang 4 Pekayon	50
Gambar 16. Grafik Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang.....	54
Gambar 17. Grafik Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor.....	54
Gambar 18. Grafik Frekuensi Kumulatif kendaraan Sedang	55
Gambar 19. Grafik Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang.....	56
Gambar 20. Grafik Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor.....	56
Gambar 21. Grafik Frekuensi Kumulatif Kendaraan Sedang	57
Gambar 22. Grafik Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang.....	58
Gambar 23. Grafik Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor.....	58
Gambar 24. Grafik Frekuensi Kumulatif Kendaraan Sedang	59
Gambar 25. Fluktuasi 16 Jam Simpang 4 Pekayon	60
Gambar 26. Persentase Kendaraan Simpang 4 Pekayon.....	61
Gambar 27. Diagram Flow Simpang Pada Peak Hour Dalam Satu Hari	62
Gambar 28. Titik Konflik Eksisting.....	63
Gambar 29. Pengaturan Units Pada <i>Network Setting</i>	64

Gambar 30. Pengaturan Link Pada Vissim.....	65
Gambar 31. Pengaturan Connectors Pada Vissim	66
Gambar 32. Langkah-Langkah Pengaturan 2/3D Model	67
Gambar 33. Langkah-Langkah Pengaturan 2/3D Model	67
Gambar 34. Pengaturan <i>Vehicle Type</i>	68
Gambar 35. Pengaturan <i>Vehicle Type</i>	68
Gambar 36. Pengaturan <i>Vehicle Class</i>	69
Gambar 37. Pengaturan <i>Vehicle Composition</i>	69
Gambar 38. Pengaturan <i>Vehicle Input</i>	70
Gambar 39. Data <i>Vehicle Input</i> , <i>Vehicle Compodition</i> , dan <i>Vehicle Routes</i>	71
Gambar 40. Pengaturan <i>Vehicle Routes</i>	71
Gambar 41. Pengaturan <i>Disered Speed Distribution</i>	72
Gambar 42. Input Data <i>Disered Speed</i>	72
Gambar 43. Langkah-Langkah Pengaturan <i>Conflik Areas</i>	73
Gambar 44. Pengaturan <i>Signal Control</i> Pada Vissim.....	74
Gambar 45. Langkah-Langkah Pengaturan <i>Signal Control</i>	75
Gambar 46. Input Data <i>Signal Control</i>	76
Gambar 47. Langkah-langkah Pengaturan <i>Signal Head</i>	76
Gambar 48. Input Data <i>Driving Behavior</i>	77
Gambar 49. Langkah-langkah Pengaturan <i>Nodes</i>	78
Gambar 50. Pengaturan <i>Result List</i>	79
Gambar 51. Langkah-langkah Pengaturan <i>Evaluation</i>	79
Gambar 52. Langkah-Langkah Pengaturan <i>Simulation</i>	80
Gambar 53. Tampilan Hasil <i>Simulation</i>	81
Gambar 54. Tipe Penentuan Simpang	86
Gambar 55. Tipe 2 Fase	87
Gambar 56. Titik Konflik Setelah Penerapan APILL	89
Gambar 57. Grafik Time Series Simpang Selama 16 Jam	90
Gambar 58. Volume Lalu Lintas Pada Plan 1	97
Gambar 59. Volume Lalu Lintas Pada Plan 2	98
Gambar 60. Volume Lalu Lintas Pada Plan 3	99

Gambar 61. Volume Lalu Lintas Pada Plan 4	100
Gambar 62. Volume Lalu Lintas Pada Plan 5	101
Gambar 63. Volume Lalu Lintas Pada Plan 6	102
Gambar 64. Volume Lalu Lintas Pada Plan 7	103
Gambar 65. Hasil Inventarisasi Simpang 4 Pekayon	108
Gambar 66. Diagram Fase Plan 1	113
Gambar 67. Diagram Fase Plan 2	113
Gambar 68. Diagram Fase Plan 3	113
Gambar 69. Diagram Fase Plan 4	113
Gambar 70. Diagram Fase Plan 5	114
Gambar 71. Diagram Fase Plan 6	114
Gambar 72. Diagram Fase Plan 7	114
Gambar 73. Visualisasi Panjang Antrian Plan 1	115
Gambar 74. Visualisasi Panjang Antrian Plan 2	116
Gambar 75. Visualisasi Panjang Antrian Plan 3	117
Gambar 76. Visualisasi Panjang Antrian Plan 4	118
Gambar 77. Visualisasi Panjang Antrian Plan 5	119
Gambar 78. Visualisasi Panjang Antrian Plan 6	120
Gambar 79. Visualisasi Panjang Antrian Plan 7	121
Gambar 80. Titik Konflik Kondisi Eksisting	127
Gambar 81. Titik Konflik Rekomendasi Pengaturan 2 Fase	128
Gambar 82. Rekomendasi Perencanaan Perlengkapan Jalan	129

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Inventarisasi Simpang	138
Lampiran 2 Formulir Survei CTMC Pendekat Utara.....	139
Lampiran 3 Formulir Survei CTMC Pendekat Selatan.....	141
Lampiran 4 Formulir Survei CTMC Pendekat Timur.....	143
Lampiran 5 Formulir Survei Spotspeed Pendekat Utara.....	145
Lampiran 6 Formulir Survei Spotspeed Pendekat Selatan.....	146
Lampiran 7 Formulir Survei Spotspeed Pendekat Timur.....	147
Lampiran 8 Data BAP Kecelakaan	148
Lampiran 9 Lembar Asistensi Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing 1	149
Lampiran 10 Lembar Asistensi Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing 2	151
Lampiran 11 Dokumentasi Survei.....	153

INTISARI

ANALISIS PERENCANAAN PENERAPAN SIMPANG BER – APILL PADA SIMPANG 4 PEKAYON DENGAN PENDEKATAN PKJI 2023 DAN VISSIM

Oleh

NI LUH KADEK RIZKA PADMINI
2203020

Simpang 4 Pekayon yang terletak di Kecamatan Prajurit Kulon, Kota Mojokerto, merupakan salah satu simpang tidak ber – Apill yang memiliki tingkat kepadatan lalu lintas cukup tinggi, terutama pada jam – jam sibuk. Berdasarkan kondisi eksisting, tundaan kendaraan di simpang ini bisa mencapai lebih dari 30 detik dengan panjang antrian dominan hingga 100 meter.

Penelitian ini bertujuan merancang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) dengan menggunakan pendekatan PKJI 2023 dan perangkat lunak VISSIM. Analisis dilakukan terhadap data volume selama 16 jam, menghasilkan perencanaan pengaturan waktu siklus yang dibagi menjadi 7 plan waktu dan 2 periode *flashing* untuk menyesuaikan dinamika volume lalu lintas harian.

Dari hasil perhitungan dan simulasi, ditentukan pengaturan fase dengan 2 fase siklus dan 7 plan waktu, diperoleh bahwa Plan 2 dan Plan 6 merupakan pengaturan paling optimal dengan penurunan panjang antrian hingga 56,24 meter dan tundaan menjadi 11,58 detik. Penggunaan metode PKJI 2023 dalam perhitungan siklus dan pengujian kinerja simpang memberikan hasil yang sistematis dan terukur.

Kata kunci: PKJI 2023, Vissim, Rekayasa Lintas, Waktu Siklus

ABSTRACT

ANALYSIS OF PLANNING FOR THE IMPLEMENTATION OF THE SIGNALLED JUNCTION AT JUNCTION 4 PEKAYON WITH THE APPROACH OF PKJI 2023 AND VISSIM

By

NI LUH KADEK RIZKA PADMINI

2203020

Simpang 4 Pekayon which is located in Prajurit Kulon District, Mojokerto City, is one of the non-Apill intersections that has a fairly high level of traffic density, especially during peak hours. Based on existing conditions, vehicle delays at this intersection can reach more than 30 seconds with the dominant queue length of up to 100 meters.

This research aims to design a Traffic Signaling Device (APILL) using the PKJI 2023 approach and VISSIM software. Analysis was carried out on 16 hours of volume data, resulting in a cycle timing plan that was divided into 7 time plans and 2 *flashing* periods to adjust the dynamics of daily traffic volume.

From the results of calculations and simulations, it was determined that the phase settings with 2 cycle phases and 7 time plans were determined, it was found that Plan 2 and Plan 6 were the most optimal settings with a decrease in queue length to 56.24 meters and a delay to 11.58 seconds. The use of the PKJI 2023 method in cycle calculation and intersection performance testing provides systematic and measurable results.

Keywords: PKJI 2023, Vissim, Cross-Engineering, Cycle Time

70
BABI
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Mojokerto merupakan salah satu kota strategis di Provinsi Jawa Timur yang secara administratif merupakan enklave dari Kabupaten Mojokerto. Dengan luas wilayah hanya 16,47 km² dan jumlah penduduk mencapai 142.272 jiwa pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2024). Kota ini menunjukkan pertumbuhan pesat, baik dari segi demografi maupun kepemilikan kendaraan. Data menunjukkan peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari 229.709 unit pada tahun 2022 menjadi 236.493 unit pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik, 2024). Peningkatan ini menimbulkan tekanan terhadap kapasitas jaringan jalan, khususnya pada area persimpangan yang merupakan titik konflik utama dalam sistem lalu lintas.

Pertumbuhan yang tidak diimbangi dengan manajemen lalu lintas yang efektif berisiko menimbulkan kemacetan dan kecelakaan lalu lintas (Hidayat et al., 2018). Dengan melihat faktor utama yang berkontribusi terhadap kemacetan di Kota Mojokerto adalah pengelolaan lalu lintas di beberapa persimpangan yang masih kurang optimal (Rofi'ah et al., 2023). Salah satu simpang yang mengalami permasalahan signifikan adalah Simpang 4 Pekayon yang terletak di Kecamatan Prajurit Kulon, Kota Mojokerto. Simpang ini merupakan simpang tidak ber – APILL yang saat ini masih mengandalkan pengaturan manual oleh petugas lapangan atau masyarakat setempat. Struktur geometrik simpang ini terdiri dari tiga lengan utama yang memasuki simpang, yakni dari arah selatan, timur, dan satu lengan dari arah utara yang merupakan jalan satu arah menuju ke simpang. Dengan nilai derajat kejenuhan simpang yang melebihi 0,85, sesuai dengan kriteria PKJI 2023, maka simpang tersebut memerlukan penanganan atau perbaikan untuk meningkatkan kinerjanya.

Pada pemantauan awal kondisi ini semakin diperparah pada saat jam puncak, di mana tundaan di tengah simpang melebihi 30 detik dengan panjang antrian mencapai lebih dari 100 meter, terutama pada lengan timur. Titik temu ini menjadi lokasi krusial karena pergerakan kendaraan dari berbagai arah saling berinteraksi

dan sering kali tidak searah. Akibatnya, terjadi konflik lalu lintas yang dapat mempengaruhi kelancaran dan keselamatan berkendara. Menurut ²⁸ Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2023), konflik lalu lintas dibedakan menjadi dua, yaitu konflik primer konflik yang terjadi antara arus kendaraan dari arah yang saling memotong langsung dan konflik sekunder muncul akibat interaksi antar arus yang tidak memotong langsung, seperti antara kendaraan yang berbelok ⁶⁷ kanan dengan arus lalu lintas lainnya.

Berdasarkan data Berita Acara Pemeriksaan dari Satlantas Polres Kota Mojokerto, jumlah kecelakaan di Simpang 4 Pekayon mengalami dari tahun ke tahun. Tahun 2020 tercatat 2 kasus, menurun menjadi 1 kasus pada tahun 2021 dan tetap 1 kasus di tahun 2022, namun meningkat kembali menjadi 2 kasus pada tahun 2023. Dengan rata – rata jenis kecelakaan tabrak depan – samping dari pendekat timur yang akan lurus menuju pendekat barat dan dari selatan yang akan menuju pendekat timur atau *crossing*, dengan tingkat kecelakaan ringan, hal ini menunjukkan perlunya penanganan serius pada simpang ini agar keselamatan dan kelancaran lalu lintas dapat terjamin.

⁴⁹ Selain itu, tata guna lahan di sekitar simpang yang didominasi oleh kawasan pertokoan menyebabkan tingginya aktivitas keluar – masuk kendaraan dari parkir, yang memperbesar interaksi lalu lintas pada simpang tersebut. Simpang ini juga merupakan jalur akses dari dan ke zona *eksternal* Kota Mojokerto, sehingga saat hari kerja terjadi peningkatan arus kendaraan dari luar kota yang memperberat beban lalu lintas.

Melihat kompleksitas permasalahan yang ada, diperlukan pendekatan teknis yang mampu menganalisis dan memodelkan pergerakan lalu lintas secara komprehensif. Menurut ²³ Suartawan et al. (2023), perangkat lunak PTV Vissim terbukti efektif dalam simulasi dan analisis lalu lintas kawasan perkotaan yang kompleks. Sementara itu, ¹²⁰ Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 memberikan dasar perhitungan kuantitatif seperti perhitungan siklus waktu, derajat kejenuhan, peluang antrian, dan tundaan. Selain itu, untuk mendukung perencanaan teknis penerapan simpang ber – APILL, diperlukan metode lain yang mampu memberikan dasar analisis kuantitatif. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)

2023 dapat digunakan untuk menghitung waktu siklus ideal simpang, serta menganalisis kinerja simpang secara sistematis (Aswin Badarudin Atmajaya1, Dwi Wahyu Hidayat2, Putu Eka Suartawan3, 2023).

Setelah dilakukan perencanaan rekayasa lalu lintas dengan menerapkan sistem sinyal lalu lintas (APILL) menggunakan metode PKJI 2023 dan simulasi VISSIM, diharapkan terjadi perbaikan terhadap kinerja simpang. Dengan pengaturan fase yang optimal dan waktu siklus yang disesuaikan dengan volume lalu lintas saat jam puncak dan non – puncak, panjang antrian pada lengan utara diharapkan berkurang secara signifikan, serta tundaan rata – rata dibawah 30 detik. Alur lalu lintas menjadi lebih teratur karena konflik antar arah kendaraan dapat diminimalkan melalui pengaturan sinyal. Selain itu, visualisasi rekayasa dalam VISSIM dapat menunjukkan peningkatan kelancaran arus lalu lintas serta penurunan potensi kecelakaan akibat konflik pergerakan. Penerapan APILL juga berdampak positif terhadap lingkungan sekitar, terutama aktivitas ekonomi dan mobilitas masyarakat yang menjadi lebih efisien dan aman.

Selain melakukan penerapan Simpang APILL pada simpang tak ber – APILL, salah satu strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja lalu lintas adalah dengan melakukan penambahan perlengkapan jalan. Penambahan perlengkapan jalan dalam penerapan simpang ber – Apill untuk meningkatkan keteraturan lalu lintas dan mengurangi potensi kecelakaan. Penambahan perlengkapan jalan seperti rambu larangan, rambu peringatan, marka jalan, dan zebra cross dapat membantu memperjelas alur kendaraan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan (Bina Marga, 2024).

Penggunaan kombinasi antara metode PKJI 2023 dan perangkat lunak Vissim dapat memberikan hasil analisis yang lebih komprehensif, karena Vissim mampu memvisualisasikan simulasi lalu lintas berdasarkan parameter perhitungan dari PKJI 2023 (Rafi & Widyatami, 2023). Dengan mempertimbangkan kondisi dan kebutuhan tersebut, maka penulis menetapkan Simpang 4 Pekayon sebagai lokasi studi kasus dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian perencanaan penerapan simpang ber – APILL menggunakan pendekatan PKJI 2023 dan pemodelan simulasi lalu lintas dengan Vissim guna meningkatkan kinerja

9
simpang. Judul yang diangkat dalam penelitian ini adalah: “Analisis Perencanaan Penerapan Simpang Ber – APILL Pada Simpang 4 Pekayon Dengan Pendekatan PKJI 2023 Dan Vissim.”

5 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan diteliti dalam kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon Kota Mojokerto dengan menggunakan perangkat lunak VISSIM?
2. Bagaimana pengaturan sinyal lalu lintas (APILL) lalu lintas harian rata – rata dan pengaturan plan berdasarkan analisis Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan hasil simulasi VISSIM?
3. Bagaimana simulasi kinerja harian untuk simulasi yang direncanakan?

10 1.3 Maksud dan Tujuan

Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi tugas Kertas Kerja Wajib (KKW). Adapun tujuan khusus dari kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pemodelan lalu lintas pada kondisi eksisting di Simpang 4 Pekayon Kota Mojokerto untuk mengidentifikasi konflik arus kendaraan yang terjadi.
2. Merancang pengaturan sinyal lalu lintas (APILL) berdasarkan volume lalu lintas harian rata-rata dengan mengacu pada perhitungan analisis dari PKJI 2023 serta menguji efektivitas pengaturan tersebut melalui simulasi di perangkat lunak VISSIM.
3. Melakukan simulasi harian rencana pengaturan simpang, guna mengevaluasi kinerja alternatif pengaturan yang diusulkan, termasuk pengujian terhadap parameter kinerja seperti tundaan, dan panjang antrian, sehingga dapat ditentukan solusi terbaik yang dapat diterapkan.

82 1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Membantu mengurangi potensi konflik antar kendaraan dan meningkatkan performa operasional di Simpang 4 Pekayon, Kota Mojokerto.

2. Menjadi bahan pertimbangan serta acuan evaluasi bagi instansi pemerintah terkait dalam upaya memperbaiki dan mengoptimalkan pengelolaan lalu lintas di Simpang 4 Pekayon.
3. Hasil penelitian ini bisa menjadi model edukasi dalam mata kuliah rekayasa lalu lintas.

1.5 Batasan Masalah

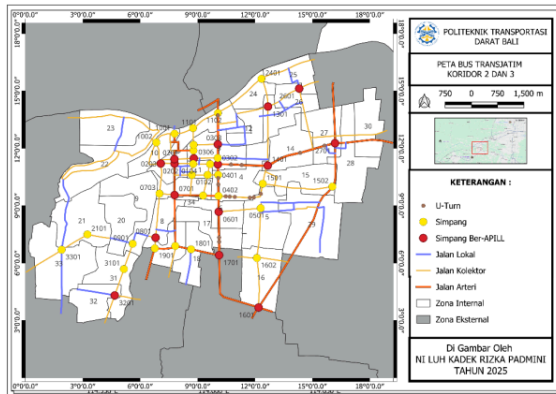
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas di Simpang 4 Pekayon, salah satu simpang di Kota Mojokerto, dengan menggunakan pendekatan berbasis data dan simulasi. Adapun batasan studi ini adalah sebagai berikut:

1. Fokus penelitian ini hanya pada Simpang 4 Pekayon, Mergelo, Kranggan, Kec. Prajurit Kulon, Kota Mojokerto yang menjadi titik temu bagi beberapa ruas jalan Arteri dan Kolektor utama yang menghubungkan pusat kota dengan wilayah lainnya di Kota Mojokerto.
2. Pengumpulan data volume lalu lintas dilakukan pada hari kerja selama 16 jam.
3. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 digunakan dalam penelitian ini sebagai acuan untuk merancang pengaturan waktu siklus sinyal lalu lintas yang optimal.
4. Perangkat lunak VISSIM dimanfaatkan untuk mencari indikator kinerja dan mensimulasikan kondisi eksisting maupun kondisi rekayasa lalu lintas yang direncanakan pada Simpang 4 Pekayon.
5. Analisis kinerja simpang difokuskan pada dua parameter utama, yaitu panjang antrian dan tundaan.
6. Proses kalibrasi model simulasi dilakukan pada 1 (satu) jam dijam puncak dengan mengoptimalkan parameter perilaku pengemudi.
7. Validasi pemodelan dilakukan menggunakan metode statistik Geoffrey E. Havers (GEH), dengan parameter ujinya volume lalu lintas.

BAB II GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah

Kota Mojokerto merupakan salah satu kota yang terletak di Provinsi Jawa Timur. Kota ini memiliki jaringan jalan yang cukup berkembang, meskipun tidak sepadat kota – kota besar lainnya. Sebagian besar jaringan jalan di Kota Mojokerto berstruktur radial, yang menghubungkan pusat kota dengan kawasan pinggiran dan wilayah lainnya di sekitar Kota Mojokerto. Struktur jalan pada **Gambar 1**. menciptakan beberapa simpang yang menghubungkan jalur – jalur utama, yang sangat penting untuk kelancaran mobilitas kendaraan.



Gambar 1. Peta Persebaran Simping dan U – Turn

2.2 Kondisi Objek

Simpang 4 Pekayon yang terletak di Kecamatan Prajurit Kulon, Kota Mojokerto, merupakan simpang tidak bersinyal yang saat ini masih diatur secara manual oleh petugas lapangan maupun masyarakat setempat.



Gambar 2. Tampak Atas Simpang 4 Pekayon

Simpang 4 Pekayon di Kota Mojokerto merupakan simpang tak ber – APILL yang menghubungkan berbagai ruas jalan penting. Simpang ini memiliki empat pendekatan utama yang memiliki karakteristik jalan dan volume lalu lintas yang berbeda – beda. Berikut adalah penjelasan mengenai kondisi masing-masing lengan simpang:



Gambar 3. Pendekat Utara Jl. Mojopahit

Pendekat Utara Simpang 4 Pekayon adalah Jalan Mojopahit, yang merupakan jalan arteri utama dengan tipe 2/1 TT. Pada pendekatan ini, terdapat dua lajur untuk kendaraan yang menuju simpang. Jalan Mojopahit merupakan salah satu jalan yang menghubungkan pusat kota Mojokerto dengan area luar kota. Aktivitas komersial dan pemukiman yang ada di sepanjang jalan juga dapat menambah kepadatan

kendaraan, sehingga memerlukan ²⁵ pengelolaan lalu lintas yang lebih baik untuk mengurangi kemacetan di kawasan ini.



Gambar 4. Pendekat Selatan Jl. Pekayon

Pendekat Selatan Simpang 4 Pekayon adalah Jalan Pekayon, yang merupakan jalan kolektor dengan tipe 2/2 TT, yaitu satu lajur untuk kendaraan yang menuju simpang dan satu lajur untuk kendaraan yang keluar simpang. Jalan ini menghubungkan Simpang Pekayon dengan Jalan Kabupaten dan menjadi jalur penting bagi kendaraan yang bergerak ke arah selatan. Selain itu, keberadaan area komersial dan pemukiman yang padat juga turut berkontribusi pada peningkatan kepadatan lalu lintas di kawasan ini. Pengaturan lalu lintas yang lebih efisien diperlukan untuk mengoptimalkan pergerakan kendaraan di lengan ini.



Gambar 5. Pendekat Timur Jl. Raden Wijaya

Pendekat Timur Simpang 4 Pekayon adalah Jalan Raden Wijaya, yang merupakan jalan arteri dengan tipe 2/2, yaitu satu lajur untuk kendaraan yang menuju simpang dan satu lajur untuk kendaraan yang keluar dari simpang. Di sepanjang jalan ini, terdapat beberapa sekolah yang berpotensi menambah volume lalu lintas, terutama pada jam – jam tertentu.



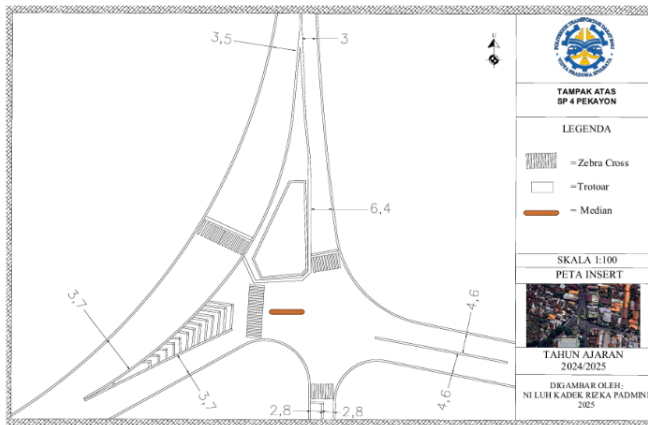
Gambar 6. Pendekat Barat Jl. Mojopahit

Pendekat Barat Simpang 4 Pekayon adalah Jalan Mojopahit, yang merupakan jalan arteri dengan tipe 2/1 TT, lengan ini hanya digunakan untuk kendaraan yang

keluar dari simpang, bukan untuk kendaraan yang masuk ke simpang. Keberadaan jalan ini dapat membantu mengalirkan kendaraan dari simpang menuju arah yang lebih luas, namun perlu diatur dengan baik agar tidak terjadi pelanggaran untuk menuju pertokoan yang ada di pinggir jalan diarah selatan.

2.3 Karakteristik Geometri Persimpangan

Simpang 4 Pekayon terdiri dari empat lengan dengan karakteristik geometri yang berbeda – beda, di mana tidak terdapat kesamaan ukuran di antara keempat lengan tersebut. Informasi mengenai hasil pengamatan dan pengukuran lapangan disajikan pada **Gambar 7.** yang menggambarkan kondisi eksisting simpang sebagaimana terlihat di lapangan.



Gambar 7. Sketsa Kondisi Geometri Simpang 4 Pekayon

Data geometri yang disajikan berikut merupakan pengukuran aktual di lapangan pada masing – masing lengan simpang. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui variasi dimensi dan karakteristik fisik simpang sebagai dasar dalam analisis kinerja simpang:

Tabel 2. 1 Data Inventarisasi Simpang

Nama Simpang		Simpang 4 Pekayon							
Surveyor		Rizka & Aydi							
Hari/Tanggal		Senin,3 Maret 2025							
Waktu		21.58							
1	Node	1902							
2	Tipe Pendekat	Terlawan							
3	Tipe Simpang	422							
4	Fase Simpang								
Arah		Utara	Selatan	Timur	Barat				
Ruas Jalan		Jl. Mojopahit 5	Jl. Pekayon	Jl. Raden Wijaya 1	Jl. Mojopahit 6				
5	Waktu Hijau (s)								
6	Waktu Merah (s)								
7	Waktu Kuning (s)								
8	Lebar Jalan Total (m)	11,4	6,4	10	9,6				
9	Lebar Median (m)								
10	Lebar Bahu Kanan (m)	0,8	0,7	0,4	1,7				
11	Lebar Bahu Kiri (m)	4,2	0,10	0,4	0,5				
12	Parkir On-Street Kanan (m)								
13	Parkir On-Street Kiri (m)								
14	Lebar Trotoar Kanan (m)	1,8		1,5					
15	Lebar Trotoar Kiri (m)	1,5		1,1					
16	Lebar Drainase Kanan (m)								
17	Lebar Drainase Kiri (m)								
18	Lebar Jalur Efektif Pendekat (m)	6,4	2,8	4,6	7,4				
19	Lebar Lajur Pendekat (m)								
	Kiri	3	2,8	4,6	3,7				
	Kanan	3,4	2,8	4,6	3,7				
20	Radius Simpang	13,7	11	11,3	19,8				
21	Hambatan Sampang	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi				
22	Tata Guna Lahan	KOM	KOM	KOM	KOM				
23	Model Arus (Arah)	1 Arah	2 Arah	2 Arah	1 Arah				
24	Kondisi Marka	Baik	Baik	Baik	Buruk				
25	Fasilitas Zebra Cross	Baik	Baik	Tidak Ada	Buruk				
26	Marka Line Stop	Baik	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada				
27	Fasilitas Ruang Khusus Roda 2	Ada	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada				
28	Jalur Sepeda	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada				
Fasilitas Simpang		Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi
27	Rambu Larangan	5	Baik	1	Baik	4	Baik	4	Baik
	Rambu Peringatan					2	Baik		
	Rambu Perintah	1	Baik	1	Baik	1	Baik		
	Rambu Petunjuk	2	Baik			4	Baik	1	Baik

1. Kaki Simpang Utara
 - Nama Jalan : Jl. Mojopahit 5
 - Status Jalan : Kota
 - Fungsi Jalan : Arteri
 - Tipe Jalan : 2/1 TT
 - Lebar Lajur Masuk : 6,4 m
 - Lebar Total : 6,4 m
2. Kaki Simpang Selatan
 - Nama Jalan : Jl. Pekayon
 - Status Jalan : Kota
 - Fungsi Jalan : Kolektor
 - Tipe Jalan : 2/2 TT
 - Lebar Lajur Masuk : 2,8 m
 - Lebar Lajur Keluar : 2,8 m
 - Lebar Total : 5,6 m
3. Kaki Simpang Timur
 - Nama Jalan : Jl. Raden Wijaya 1
 - Status Jalan : Kota
 - Fungsi Jalan : Arteri
 - Tipe Jalan : 2/2 TT
 - Lebar Lajur Masuk : 4,6 m
 - Lebar Lajur Keluar : 4,6 m
 - Lebar Total : 9,2 m
4. Kaki Simpang Barat
 - Nama Jalan : Jl. Mojopahit 6
 - Status Jalan : Kota
 - Fungsi Jalan : Arteri
 - Tipe Jalan : 2/1 TT
 - Lebar Lajur Keluar : 7,4 m
 - Lebar Total : 7,4 m

5

2.4 Data Jumlah Penduduk

Berdasarkan dari data jumlah penduduk pada Tabel 2.2 ini diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan, Riset, dan Inovasi Daerah Kota Mojokerto disebutkan bahwa pada tahun 2024 Kota Mojokerto memiliki proyeksi jumlah penduduk sebesar 142,272 jiwa. Dari data tersebut maka dapat diketahui sesuai dengan pedoman PKJI 2023, Kota Mojokerto masuk kedalam ukuran kota kecil dengan faktor penyesuaian kota 0,83.

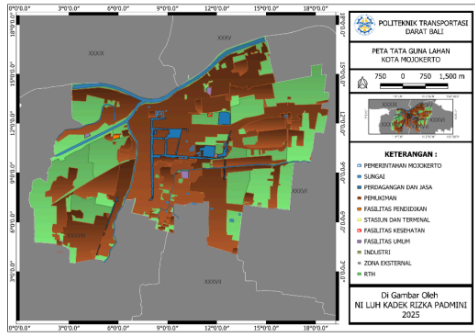
Tabel 2. 2 Jumlah Penduduk Kota Mojokerto Tahun 2020 - 2024

PENDUDUK	
TAHUN	JUMLAH
2020	132,434
2021	140,075
2022	140,730
2023	141,785
2024	142,272

Sumber: Bappenda Kota Mojokerto 2025

2.5 Data Peta Tata Guna Lahan

Peta tata guna lahan yang digunakan dalam kajian ini diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan, Riset, dan Inovasi Daerah Kota Mojokerto. Peta ini berfungsi untuk mengidentifikasi jenis penggunaan lahan di sekitar ruas jalan pada area studi. Informasi ini penting dalam menentukan besaran koefisien yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan metode PKJI. Sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.1 dan Gambar 8., klasifikasi tata guna lahan dapat dibedakan menjadi beberapa kategori, seperti kawasan komersial (KOM), industri, perumahan, serta area khusus lainnya. Dengan mempertimbangkan jenis tata guna lahan yang ada pada ruang studi, perhitungan menggunakan metode PKJI dapat dilakukan secara lebih akurat dan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.



Gambar 8. Peta Tata Guna Lahan Eksisting
sumber: Bapperida Kota Mojokerto

2.6 Data BAP Kecelakaan

Berdasarkan data kecelakaan lalu lintas yang diperoleh, tercatat sebanyak 6 kejadian kecelakaan dengan dominan bertabrakan dari pendekatan timur lurus dan selatan belok kanan telah terjadi di Simpang 4 Pekayon dalam kurun waktu tertentu. Angka ini menunjukkan adanya potensi permasalahan keselamatan yang perlu mendapat perhatian dalam evaluasi kinerja simpang. Informasi mengenai hasil data BAP kecelakaan disajikan pada Tabel 2.3 dan data lebih rinci ada pada lampiran 8.

Tabel 2. 3 Data BAP Kecelakaan 5 Tahun Terakhir

No	Tanggal	Waktu	Tipe Kecelakaan	Tingkat Kecelakaan	Kondisi Cahaya	Cuaca	Nama Jalan
1	24/10/2020	14:00	Tabrak Depan - Samping	Ringan	Terang	Cerah	Jl. Raden Wijaya, Mergelo
2	28/10/2020	10:30	Tabrakan depan - belakang	Ringan	Terang	Cerah	Jl. Mojopahit No.481
3	14/02/2021	12:30	Tabrak Depan - Samping	Ringan	Terang	Cerah	Jl. Mojopahit No.403
4	16/01/2022	16:30	Tabrak Depan - Samping	Ringan	Terang	Cerah	Jl. Mojopahit No.403a
5	21/01/2023	19:05	Tabrak Depan - Samping	Ringan	Terang	Cerah	Simpang 4 Bentar, Kranggan
6	17/05/2023	19:00	Tabrak Samping - Samping	Ringan	Terang	Cerah	Simpang 4 Bentar, Jl. Raya Majapahit

Sumber: Polres Mojokerto Kota

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Persimpangan

Dalam bagian ini akan diuraikan teori – teori dasar yang menjadi landasan penelitian ini:

3.1.1 Rekayasa Lalu Lintas

Berdasarkan Undang - Undang No 22 Tahun (2009) tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ), manajemen dan rekayasa lalu lintas diselenggarakan sebagai upaya untuk memaksimalkan pemanfaatan jaringan jalan serta pergerakan lalu lintas, dengan tujuan utama menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran dalam sistem lalu lintas dan angkutan jalan .

3.1.2 Persimpangan

Menurut Prasetyanto, 2013 dalam (Juliyanto, 2022) Persimpangan merupakan elemen vital dalam sistem jaringan jalan, karena kelancaran pergerakan lalu lintas dalam suatu jaringan sangat bergantung pada pengaturan arus kendaraan di area persimpangan. Kapasitas suatu persimpangan secara umum dapat dikendalikan melalui pengelolaan arus lalu lintas dalam jaringan tersebut. Persimpangan sering kali dianggap sebagai titik kritis dalam pelayanan lalu lintas, karena berfungsi sebagai penghubung utama antar ruas jalan.

Menurut Prasetyanto, 2013 dalam (Juliyanto, 2022), persimpangan adalah area tempat bertemunya dua atau lebih ruas jalan. Bentuknya dapat bervariasi, mulai dari persimpangan sederhana yang hanya melibatkan dua jalan, hingga persimpangan kompleks yang terdiri atas beberapa pertemuan jalan dengan konfigurasi yang lebih rumit. Tingkat kelancaran lalu lintas di persimpangan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain:

1. Pola pergerakan pengguna jalan dan penggunaan lahan di sekitar jalan;
2. Desain dan kondisi fisik persimpangan;
3. Volume lalu lintas yang melintasi persimpangan;
4. Geometri atau trase jalan;

5. Kecepatan kendaraan;

6. Hambatan samping yang terjadi di sekitar persimpangan.

Kemacetan yang terjadi di persimpangan umumnya disebabkan oleh konflik pergerakan antar pengguna jalan serta berbagai hambatan yang muncul di sekitar area tersebut. Konflik ini dapat berupa interaksi antar kendaraan, antara kendaraan dan pejalan kaki, maupun akibat kendaraan yang terhambat lajunya oleh aktivitas samping jalan yang mengganggu kelancaran arus lalu lintas.

3.1.3 Jenis Simpang

Berdasarkan Direktorat Jenderal (2023), pemilihan jenis simpang pada suatu lokasi harus mempertimbangkan berbagai aspek, seperti aspek ekonomi, keselamatan lalu lintas, serta dampak terhadap lingkungan sekitar. Menurut Morlok (1991) dalam Ratnaningsih (2020), pengaturan simpang dapat dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu:

1. Simpang Bersinyal (Signalized Intersection)

Simpang bersinyal adalah jenis simpang di mana pergerakan kendaraan dari setiap pendekatan diatur oleh lampu lalu lintas (APILL). Pengaturan dengan sinyal bertujuan untuk mengurangi konflik antar kendaraan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

Menurut Direktorat Jenderal (2023), pemasangan alat pemberi isyarat lalu lintas pada suatu simpang diperlukan jika memenuhi salah satu atau lebih dari kriteria berikut:

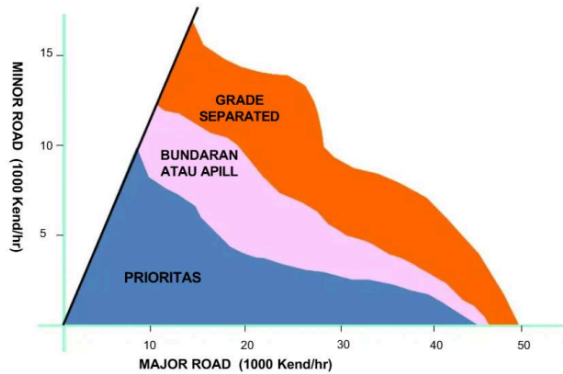
- a. Volume lalu lintas yang melewati simpang rata-rata di atas 750 kendaraan/jam secara kontinu selama 8 jam sehari.
- b. Rata-rata waktu tunggu kendaraan di simpang lebih dari 30 detik.
- c. Jumlah pejalan kaki yang melintas rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam sehari.
- d. Simpang tersebut memiliki frekuensi kecelakaan yang tinggi.
- e. Simpang terletak dalam wilayah pengaturan sistem lalu lintas terpadu (Area Traffic Control/ATC) sehingga wajib dipasang alat pengendali lalu lintas.

30
2. Simpang Tak Bersinyal (Unsignalized Intersection)

Simpang tak bersinyal adalah pertemuan dua atau lebih jalan yang tidak dilengkapi dengan alat pengendali lalu lintas otomatis. Pada simpang ini, prioritas kendaraan biasanya diatur melalui marka jalan, rambu lalu lintas, atau bahkan secara alami berdasarkan etika berkendara pengguna jalan. Simpang jenis ini umumnya ditemukan di area dengan volume lalu lintas sedang hingga rendah.

3.2 Penentuan Pengaturan Simpang

Pemilihan jenis pengendalian lalu lintas pada simpang tak ber – APILL dapat dilakukan dengan mengacu pada grafik kriteria penentuan pengendalian simpang, yang mempertimbangkan besarnya arus lalu lintas pada jalur mayor dan minor. Grafik ini berfungsi sebagai alat bantu analisis untuk menentukan apakah suatu simpang perlu diberi pengaturan tambahan, seperti pengendalian dengan APILL, berdasarkan volume kendaraan yang melintas dari masing-masing pendekatan. Kriteria penentuan pengaturan persimpangan dapat dilihat melalui grafik berikut.



(sumber: Australian Road Research Board (APRB))

Gambar 9. Penentuan Pengendalian Simpang

Menurut Haradongan (2020) Grafik pemilihan jenis pengaturan simpang dapat didasarkan pada ⁶ volume lalu lintas yang melewati persimpangan tersebut, dengan hierarki pengendalian sebagai berikut:

3.2.1 Persimpangan Prioritas

Digunakan apabila volume kendaraan ⁶⁵ pada arus minor kurang dari 9.000 kendaraan/hari dan arus mayor kurang dari 45.000 kendaraan/hari.

3.2.2 Bundaran/APILL

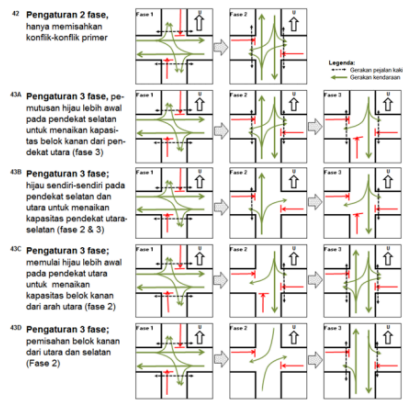
Cocok diterapkan jika volume arus minor berada antara 9.000 – ⁸⁹ 12.000 kendaraan/hari dan arus mayor kurang dari 40.000 kendaraan/hari.

3.2.3 Persimpangan Tidak Sebidang (Grade Separation)

Diperlukan jika volume arus minor melebihi 12.000 kendaraan/hari, guna mengurangi konflik lalu lintas dan meningkatkan keselamatan.

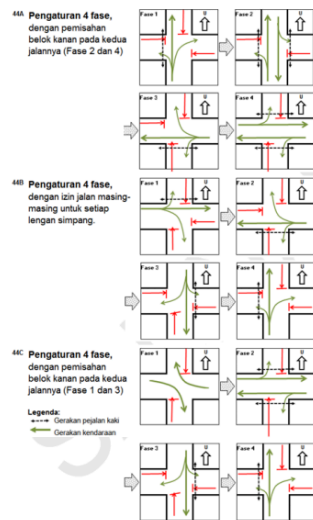
3.3 Pengaturan Tipe Fase Pada Simpang 4

Berdasarkan ²³ Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2023), penentuan fase pada simpang bersinyal empat lengan dilakukan dengan mempertimbangkan rasio arus belok kanan terhadap total ³⁸ arus lalu lintas. Apabila arus belok kanan pada salah satu pendekat melebihi 250 smp/jam, maka diperlukan pengaturan fase yang terpisah untuk menghindari konflik dengan arus berlawanan maupun pejalan kaki. Berikut ⁵ merupakan pengaturan fase APILL pada simpang 4 menurut PKJI 2023:



(Sumber: PKJI 2023)

10
Gambar 10. Pengaturan Fase APILL Pada Simpang 4



(Sumber: PKJI 2023)

Gambar 11. Pengaturan Fase APILL Pada Simpang 4

Pada simpang 4, terdapat 3 tipe pengaturan fase yaitu sebagai berikut:

3.3.1 Tipe 42

Pengaturan dua fase merupakan sistem yang paling sederhana karena hanya memisahkan konflik utama antar dua arah arus lalu lintas. Pada sistem ini, fase 1 dan fase 2 masing-masing mengatur pergerakan kendaraan dari dua arah utama secara bergiliran. Namun, kelemahan dari sistem ini adalah tidak adanya fase khusus untuk kendaraan yang berbelok kanan, sehingga berpotensi menimbulkan konflik antar arus, terutama pada simpang dengan volume belok kanan yang tinggi.

3.3.2 Tipe 43

Pengaturan tiga fase dirancang untuk meningkatkan kapasitas simpang, terutama pada arus lalu lintas dari utara-selatan serta pergerakan belok kanan.

1. 43A: Memberikan waktu hijau lebih awal kepada pendekat selatan, sehingga pergerakan belok kanan dari arah tersebut dapat berlangsung lebih lancar.
2. 43B: Setiap pendekat dari arah utara dan selatan memperoleh fase hijau secara terpisah, yang membantu mengurangi konflik pada arus bersilangan.
3. 43C: Fase hijau dimulai lebih awal dari arah utara untuk memfasilitasi kendaraan yang berbelok kanan sebelum arus dari arah lain diberikan sinyal hijau.
4. 43D: Belok kanan dari arah utara dan selatan dipisahkan ke dalam fase tersendiri, sehingga tidak mengganggu gerakan lurus maupun belok dari arah lain.

3.3.3 Tipe 44

Pengaturan empat fase umumnya diterapkan pada simpang dengan volume lalu lintas tinggi dan tingkat kompleksitas pergerakan yang besar, karena memungkinkan pemisahan waktu untuk setiap pendekat atau manuver secara lebih spesifik.

1. 44A: Gerakan belok kanan dipisahkan ke dalam fase 2 dan fase 4, sehingga tidak terjadi konflik dengan arus lalu lintas dari arah berlawanan.

2. 44B: Setiap lengan simpang memperoleh giliran waktu hijau secara tersendiri, yang sangat efektif diterapkan pada simpang dengan distribusi volume lalu lintas yang tidak seimbang.
3. 44C: Pergerakan belok kanan difasilitasi pada fase 1 dan fase 3, sehingga mampu mengurangi potensi konflik pada simpang yang padat, khususnya saat volume belok kanan tinggi.

3.4 Perhitungan Simpang Ber - APILL

Dalam penelitian ini, analisis kapasitas dan kinerja simpang Ber – APILL dilakukan dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Beberapa rumus dasar yang digunakan adalah sebagai berikut:

3.4.1 Simpang Bersinyal

1. Arus Jenuh

Arus jenuh adalah laju maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu pendekat simpang dalam satuan waktu (smp/jam) pada kondisi optimal (lampu hijau penuh). Nilai arus jenuh dipengaruhi oleh karakteristik geometrik, hambatan samping, dan perilaku lalu lintas. Untuk menghitung arus jenuh di simpang bersinyal, digunakan rumus:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk} \quad (3.1)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan:

- J = arus jenuh aktual (smp/jam)
- J₀ = arus jenuh dasar (smp/jam)
- F_{UK} = faktor koreksi ukuran kota
- F_{HS} = faktor koreksi hambatan samping
- F_G = faktor koreksi geometri
- F_P = faktor koreksi parkir
- F_{BKl} = faktor koreksi kendaraan belok kiri
- F_{BKk} = faktor koreksi kendaraan belok kanan

a. Arus Jenuh Dasar (J₀)

Arus jenuh dasar adalah kapasitas lalu lintas maksimal per satuan lebar jalur efektif tanpa adanya gangguan eksternal seperti hambatan samping dan parkir. Arus jenuh dasar dihitung berdasarkan lebar pendekat menggunakan rumus:

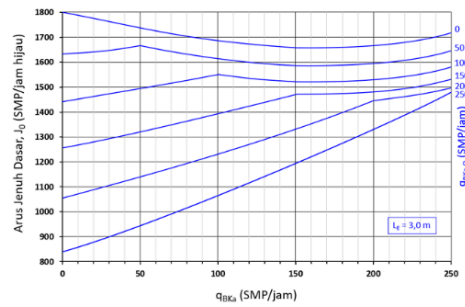
$$J_0 = 600 \times L_E \quad (3.2)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan:

- L_E = lebar efektif pendekat (meter)

Untuk pendekat tipe terlawan menggunakan grafik untuk mendapatkan nilai J_0 dan menggunakan interpolasi dengan melihat q_{Bka} dan q_{Bki} .



Gambar 12. Arus Dasar J_0 Terlawan

(sumber: PKJI 2023)

125
b. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{UK})

Faktor koreksi yang memperhitungkan skala kota berdasarkan jumlah penduduk, karena perilaku mengemudi dan kondisi jalan berbeda antar kota kecil, sedang, dan besar. Faktor ini menyesuaikan kapasitas berdasarkan ukuran kota, ditentukan dari tabel berikut:

Tabel 3. 1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota	Populasi penduduk, juta jiwa	F_{UK}
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

c. Faktor Penyesuaian Hambatan Sampung (F_{HS})

Faktor koreksi untuk menyesuaikan arus jenuh akibat adanya gangguan seperti pejalan kaki, parkir liar, atau kegiatan usaha di pinggir jalan. Faktor ini disesuaikan berdasarkan tingkat hambatan sampung dan lingkungan jalan. Nilainya diambil dari tabel PKJI 2023.

19
Tabel 3. 2 Faktor Penyesuaian Hambatan Sampung

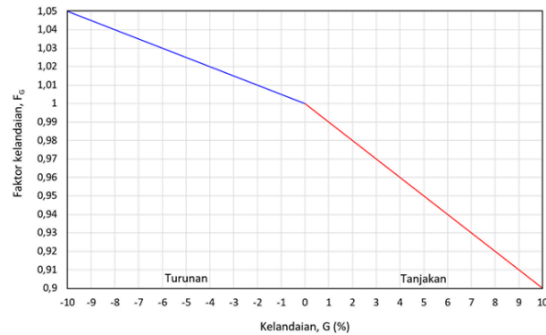
Tipe lingkungan jalan	Hambatan sampung	Tipe Fase	F_{HS} untuk nilai R_{KTB}					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (KOM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,85	0,87	0,88	0,91	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	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 (KIM)	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
		Terlawan	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	0,80	0,86
Akses terbatas (AT)	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 (F_G)

Faktor koreksi yang mempertimbangkan pengaruh kemiringan jalan terhadap kemampuan kendaraan bergerak, terutama pada jalan dengan

tanjakan atau turunan. ¹ Dalam menentukan faktor penyesuaian kelandaian dapat menggunakan grafik.



(Sumber: PKJI 2023)

Gambar 13. Faktor Penyesuaian Kelandaian

⁹ c. Faktor Penyesuaian Parkir

Faktor penyesuaian parkir (Fp) adalah sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai ke kendaraan yang diparkir pertama pada laju rpendekat. Faktor penyesuaian parkir dihitung dengan perhitungan menggunakan rumus:

$$FP = \frac{\frac{Lp}{3} - (WA - 2) \times \left(\frac{Lp}{3 - g}\right) / WA}{g} \quad (3.3)$$

Sumber: PKJI 2023

¹ Keterangan:

- Lp adalah jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) atau panjang dari lajur pendek.
- WA adalah lebar pendekat (m).
- g adalah waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det).

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

²⁶ Faktor penyesuaian belok kanan digunakan untuk memperhitungkan peningkatan rasio belok kanan (Rbka) yang tinggi terhadap arus jenuh. Faktor ini hanya diterapkan pada pendekat tipe P (terlindung),

yang dilengkapi median dan berada pada jalan dua arah. Untuk mempertimbangkan tingginya rasio belok kanan:

$$F_{BKa} = 1 + (R_{BKa} \times 0,26) \quad (3.4)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan:

- R_{BKa} = rasio kendaraan berbelok kanan

g. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{BKk})

Faktor penyesuaian belok kiri diperlukan untuk memperhitungkan pengaruh perlambatan kendaraan yang berbelok kiri pada pendekatan terlindung, di mana belok kiri jalan terus (LTOR) tidak diperbolehkan. Perlambatan ini menyebabkan penurunan arus jenuh, sehingga faktor ini hanya dihitung pada pendekatan tipe P (terlindung) tanpa LTOR.

$$F_{BKk} = 1 - (R_{BKk} \times 0,16) \quad (3.5)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan:

- R_{BKk} = rasio kendaraan berbelok kiri.

h. Rasio Arus terhadap Arus Jenuh (F_R)

Rasio arus masing – masing pendekatan dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$Rq/j = \frac{q}{J} \quad (3.6)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan:

- R_{qj} = rasio arus masing-masing pendekatan
- Q = rasio lalu lintas (smp/jam).
- J = arus jenuh.

i. Rasio Arus Simpang (R_{AS})

Rasio total dari semua pendekatan yang dihitung terhadap kapasitas kritis pada simpang bersinyal, untuk menentukan kebutuhan siklus waktu. Menghitung perbandingan arus terhadap kapasitas kritis:

$$R_{AS} = \sum i (Rq/J_{kritis})_i \quad (3.7)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan :

R_{AS} = rasio arus simpang.
 $R_{qj \text{ kritis}}$ = rasio arus tertinggi masing-masing fase.

j. Rasio Fase (R_F)

Rasio yang menunjukkan proporsi pembagian waktu hijau berdasarkan beban arus pada masing – masing fase sinyal. Rasio fase tiap fase dihitung dengan:

$$R_F = \frac{R_{qj \text{ kritis}}}{R_{AS}} \quad (3.8)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan :

- R_F = rasio fase
- R_{AS} = rasio arus simpang.
- $R_{qj \text{ kritis}}$ = rasio arus tertinggi masing-masing fase.

k. Waktu Siklus (S)

Total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu putaran lengkap dari semua fase lampu lalu lintas, termasuk waktu hijau, kuning, dan merah semua. Waktu siklus diperoleh menggunakan rumus:

$$S = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum R_{qj \text{ kritis}})} \quad (3.9)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan:

- s = waktu siklus (detik)
- R_q = rasio arus simpang terkritik
- W_{HH} = waktu hilang total per siklus (detik)
- Q = Arus lalu lintas

Atau:

Tabel 3. 3 Penentuan Waktu Siklus

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

Sumber: PKJI 2023

1. Waktu Hijau (W_H)

Waktu efektif untuk tiap fase hijau di mana kendaraan diberi kesempatan untuk melaju melewati persimpangan. Waktu hijau untuk setiap fase dihitung menggunakan:

$$W_{Hi} = (S - W_{HH}) \times \frac{Rq_i / \text{kritis}}{\sum_i (Rq_i / \text{kritis})} \quad (3.10)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan:

- S = Waktu siklus sebelum penyesuaian
- W_{HH} = Waktu hilang total per siklus (detik)
- W_{Hi} = Waktu hijau pada fase ke- i

2. Waktu Merah Semua (W_{MS})

Waktu di mana semua pendekat menunjukkan sinyal merah untuk mengosongkan persimpangan dari kendaraan.

$$W_{MS} = \text{Max} \left\{ \frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}}, \frac{L_{pk}}{V_{pk}} \right\} \quad (3.11)$$

Sumber: PKJI 2023

Keterangan:

- W_{MS} = Waktu merah semua
- S_{KBR} = Jarak kendaraan berangkat
- P_{KBR} = Panjang kendaraan berangkat
- V_{KBR} = Kecepatan kendaraan berangkat
- L_{KDT} = Jaak kendaraan datang
- V_{KDT} = Kecepatan kendaraan datang

3. Waktu Hijau Hilang Total (W_{HH})

Total waktu hijau yang hilang dalam satu siklus akibat percepatan awal dan keterlambatan akhir kendaraan.

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

Sumber: PKJI 2023

Keterangan:

- W_{MS} = Waktu merah semua
- W_k = Waktu kuning

4. Waktu Siklus Disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan adalah hasil perhitungan dari survei inventarisasi lapangan. Untuk menentukan nilai waktu siklus ini (c), digunakan rumus tertentu sesuai standar perhitungan.

$$C = \sum Wh + WHH \quad (3.13)$$

Sumber: PKJI 2023

3.5 Indikator Kinerja Persimpangan

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No 96 Tahun 2015 mengenai Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, dijelaskan bahwa terdapat tingkatan pelayanan (Level of Service/LOS) beserta karakteristik operasionalnya yang berlaku untuk persimpangan ber – APILL. Peraturan ini juga memuat tabel klasifikasi tingkat pelayanan yang menggambarkan kondisi operasional lalu lintas pada simpang tersebut.

Tabel 3. 4 Indikator Layanan Persimpangan

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

Sumber: PM 96 Tahun 2015

3.6 Kecepatan Setempat (Spot Speed)

Kecepatan setempat (spot speed) merupakan kecepatan sesaat yang dicapai oleh kendaraan pada titik atau segmen jalan tertentu yang relatif pendek. Pengukuran kecepatan setempat bertujuan untuk mengetahui perilaku kecepatan aktual pengguna jalan pada lokasi tertentu, yang dapat digunakan untuk evaluasi keselamatan jalan, penetapan batas kecepatan, serta perencanaan lalu lintas (Risdiyanto, 2018). Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan setempat, antara lain:

1. Langsung menggunakan radar meter (speed gun). Alat ini bekerja berdasarkan prinsip fisika mengenai pantulan gelombang dari benda yang bergerak. Ketika gelombang dipantulkan oleh kendaraan, terjadi perubahan panjang gelombang

yang sesuai dengan kecepatan gerak kendaraan tersebut. Gelombang yang digunakan bisa berupa gelombang radio, gelombang ultrasonik, atau gelombang inframerah. Speed gun memberikan hasil yang cepat dan akurat, serta umum digunakan oleh pihak kepolisian dan lembaga teknis transportasi.

2. Dengan menggunakan video camera, Dalam metode ini, kamera diarahkan pada ruas jalan tertentu untuk merekam pergerakan kendaraan. Selanjutnya, rekaman video dianalisis ulang untuk menghitung waktu tempuh kendaraan pada jarak tertentu. Dengan mengetahui jarak dan waktu tempuh, kecepatan kendaraan dapat dihitung secara akurat. Metode ini bermanfaat untuk dokumentasi dan analisis lebih lanjut.
3. Menggunakan bendera. Metode sederhana ini melibatkan dua orang yang bekerja sama pada jarak tertentu (biasanya kurang dari 100 meter). Orang pertama akan mengangkat bendera sebagai penanda saat kendaraan melintas di titik awal, dan orang kedua mulai menekan stopwatch. Stopwatch dihentikan ketika kendaraan melewati titik akhir. Kecepatan dihitung berdasarkan jarak dan waktu tempuh yang tercatat. Meskipun sederhana, metode ini masih sering digunakan dalam kondisi terbatas atau untuk keperluan edukatif.

3.7 Pemodelan Menggunakan Perangkat Lunak Vissim

Menurut (PrimaJ, 2019), VISSIM merupakan perangkat lunak simulasi lalu lintas mikroskopis berbasis multi-moda yang dikembangkan oleh PTV Group di Karlsruhe, Jerman. Nama VISSIM sendiri berasal dari bahasa Jerman “Verkehr In Stadten – Simulations model”, yang berarti “Lalu Lintas di Kota – Model Simulasi”. Program ini dirancang untuk mensimulasikan pergerakan lalu lintas secara detail, mencakup berbagai jenis kendaraan dan perilaku pengemudi dalam suatu jaringan jalan.

VISSIM memiliki kemampuan untuk memodelkan elemen – elemen penting lalu lintas, seperti geometri jalan, jenis kendaraan, fase sinyal lalu lintas, lokasi stop line, serta perilaku pengemudi. Fitur animasi tiga dimensi juga tersedia untuk memberikan visualisasi yang lebih realistis terhadap kondisi lalu lintas. Dengan memasukkan data input berupa geometri simpang, volume kendaraan, dan pengaturan sinyal, perangkat lunak ini mampu menghasilkan output berupa volume

lalu lintas, kecepatan rata-rata kendaraan, serta panjang antrian. Output tersebut kemudian digunakan sebagai bahan kalibrasi dengan membandingkan hasil simulasi terhadap data observasi lapangan hingga mencapai hasil yang valid dan representatif. VISSIM menjadi alat yang efektif untuk mendukung proses analisis, evaluasi, dan pengambilan keputusan dalam perencanaan dan rekayasa transportasi. Terdapat empat langkah utama pemodelan VISSIM yaitu membangun model eksisting VISSIM, kalibrasi model VISSIM, validasi model VISSIM, dan evaluasi hasil output *Vissim*.

3.6.1 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:

- a. *Vehicle Input*
- b. *2D/3D Model*
- c. *Vehicle Composition*
- d. *Desired Speed Distribution*
- e. *Vehicle type, class and category*
- f. *Driving Behaviour*
- g. *Signal Control*
- h. *Configuration evaluation*
- i. *Node result*
- j. *Data collection point*

3.6.2 Kalibrasi VISSIM

Kalibrasi adalah proses memeriksa dan mengatur akurasi atau ketepatan suatu alat ukur (Putri & Irawan, 2015). Proses ini dilakukan dengan membandingkan alat ukur tersebut dengan standar atau tolok 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. Berikut adalah beberapa parameter driving behaviour yang disesuaikan selama proses kalibrasi.

3.6.3 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. Menurut Collins (2009) dalam (Irwan, 2019), proses validasi dinyatakan tidak memenuhi syarat apabila terdapat simpangan antara data hasil simulasi dan data aktual di lapangan yang melebihi batas toleransi sebesar 15%. Apabila kondisi ini terjadi, maka diperlukan proses kalibrasi guna menyesuaikan parameter model simulasi agar hasil yang diperoleh lebih mendekati kondisi nyata dan validitas model dapat diterima. 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 merupakan rumus statistik modifikasi dari *chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Hasil model dikatakan baik jika nilai $GEH < 5$ (Jepriadi, 2022). Rumus GEH adalah sebagai berikut :

$$GEH = \sqrt{\frac{(X - Y)^2}{0.5 \times (X + Y)}} \quad (3.14)$$

Sumber: Jepriadi, 2022

Keterangan:

X = Hasil Simulasi

Y = Data real

Berikut merupakan tabel ¹⁴ Kesimpulan dari hasil uji statistik Geoffrey E. Havers (GEH).

³²
Tabel 3. 5 Hasil Uji Statistik GEH

Nilai GEH	Keterangan
GEH < 5	Hasil Diterima
5 < GEH < 10	Kemungkinan kesalahan pemodelan atau data buruk
GEH > 10	Hasil Ditolak

Sumber: Jepriadi, 2022

3.8 Penanganan Tingkat Kemacetan Dan Keselamatan Simpang

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi kemacetan dan kecelakaan pada simpang tidak ber-APILL, melalui pendekatan yang mencakup rekayasa lalu lintas, serta peningkatan aspek keselamatan bagi pengguna jalan. Berikut merupakan bentuk penerapan dari rekomendasi yang telah diusulkan sebagai solusi terhadap permasalahan yang ditemukan pada simpang tersebut.

Tabel 3. 6 Rekomendasi Perencanaan Simpang

No	¹⁷ Judul	Penulis	Ringkasan
1	Perencanaan Simpang Bersinyal Jalan Tlogo – Serut Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung	Roky Amerosady, Johannes Asdhi, Udi Subagyo (2023)	Fokus pada perencanaan simpang bersinyal 2 fase, mengurangi tundaan menjadi 13,589 det/smp, LOS B berdasarkan PM No.96/2015. ¹⁰⁸
2	Perencanaan Simpang Bersinyal pada Simpang Tak Bersinyal di Pasar Mijen, Semarang	Windarwati Haryono & Yudia Atsila	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang eksisting (tak bersinyal) serta ⁴³ memberikan alternatif solusi berupa perencanaan simpang bersinyal 3 fase menggunakan metode MKJI 1997. ⁵⁶
3	Studi Rekayasa Lalu Lintas pada Simpang Tujuh Ulee Kareng dengan Merencanakan Bundaran (roundabout)	Ruhdi Faisal, Sugiarto, Zulhazli, Muhammad Irza (2019)	Rekayasa lalu lintas dengan merancang bundaran (roundabout) sebagai solusi penanganan kemacetan dan konflik pada Simpang Tujuh Ulee Kareng di Banda Aceh, yang merupakan simpang tak bersinyal dengan tujuh pendekat. ⁹⁶
4	Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomi Simpang Tak Sebidang Kota Pekanbaru	Mhd. Islah (2017)	Penelitian ini membandingkan dua alternatif solusi, yaitu pelebaran jalan pendekat dan pembangunan fly over (simpang tak sebidang).

No	Judul	Penulis	Ringkasan
			Analisis dilakukan menggunakan metode survei lalu lintas, perhitungan derajat kejenuhan, tundaan, dan kapasitas berdasarkan MKJI.

3.9 Keaslian Penelitian

Berikut merupakan daftar penelitian yang sejenis dengan penelitian yang dilaksanakan:

Tabel 3. 7 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis dan Tahun	Ringkasan	Pembeda
1	Perencanaan Simping Bersinyal Jalan Cokroaminoto – Jalan Pattimura – Jalan Trunojoyo Kota Malang	Nanda Yustiawinata, Udi Subagyo, Johanes Asdhi (2021)	Penelitian ini membahas perubahan simping tak bersinyal menjadi simping bersinyal di Kota Malang dengan metode MKJI 1997. Hasil menunjukkan LOS tetap C dengan tundaan meningkat sedikit.	Menggunakan MKJI 1997, belum memakai PKJI 2023 dan tidak menggunakan Vissim untuk simulasi.
2	Perencanaan Simping Bersinyal Jalan Tlogo – Serut Kecamatan Ngunut Kabupaten Tulungagung	Roky Amerosady, Johanes Asdhi, Udi Subagyo (2023)	Fokus pada perencanaan simping bersinyal 2 fase, mengurangi tundaan menjadi 13,589 det/smp, LOS B berdasarkan PM No.96/2015.	Tidak menggunakan simulasi Vissim, dan Belum berbasis PKJI 2023 penuh. Fokus pada prediksi kinerja hingga 6 tahun mendatang.
3	Perencanaan Simping Bersinyal Jl. Diponegoro – Jl. Supratman, Kota Bandung	Muhammad Zakiyy Ghifari, Herman (2024)	Penelitian menerapkan PKJI 2023 untuk menilai kinerja simping tak bersinyal yang macet, dengan usulan pemasangan APILL. Hasil menunjukkan perbaikan derajat kejenuhan dan tundaan.	Sudah menggunakan PKJI 2023 tetapi tanpa simulasi Vissim sebagai verifikasi atau animasi kinerja.
4	Perencanaan Simping Bersinyal Pada Persimpangan Jalan Brigpol	Heryan Surya Wardana, Udy Subagyo,	Studi melakukan perencanaan simping bersinyal untuk kawasan komersial, menghasilkan tundaan 9,269 det/smp	Metode analisis berbasis MKJI 1997, belum menggunakan PKJI 2023 dan tanpa

No	Judul	Penulis dan Tahun	Ringkasan	Pembeda
	Sudalaran – Jalan Mastrip Kabupaten Bondowoso	Nain Raharjo (2024)	dan LOS B setelah perubahan ke 3 fase sinyal.	integrasi simulasi Vissim.
5	Kajian Simpang Empat Tak Bersinyal Pada Jalan Argopuro Kecamatan Kalipuro Kabupaten Nyuwangi Menjadi Simpang Bersinyal Menggunakan Aplikasi PTV VISSIM Student Version	Yoga Pratama (2024)	Penelitian ini menganalisis kinerja simpang empat Jalan Argopuro sebelum dan sesudah dipasang APILL menggunakan simulasi PTV VISSIM. Sebelumnya tingkat pelayanan F (buruk), setelah diberikan APILL dua fase menjadi tingkat pelayanan B, dan empat fase menjadi C.	Menggunakan software VISSIM, tetapi tidak menggunakan metode PKJI 2023. Fokusnya pada simulasi perubahan kondisi eksisting menjadi simpang bersinyal saja.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Data dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis kinerja lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon Kota Mojokerto secara numerik dan sistematis. Penelitian ini didasarkan pada data primer dan sekunder yang dikumpulkan melalui survei lapangan, kemudian dianalisis dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 serta perangkat lunak VISSIM sebagai alat bantu simulasi mikroskopis.

Metode kuantitatif digunakan karena penelitian ini melibatkan pengukuran dan perhitungan terhadap parameter – parameter kinerja simpang seperti tundaan rata – rata dan panjang antrian kendaraan. Sementara itu, pendekatan deskriptif dilakukan untuk menggambarkan kondisi eksisting dan merancang skenario pengaturan simpang yang optimal, termasuk penghitungan siklus sinyal (APILL) berdasarkan data volume lalu lintas yang diperoleh.

4.1.1 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi atau lembaga terkait, yang digunakan untuk menunjang proses analisis perencanaan penerapan simpang bersinyal pada Simpang 4 Pekayon.

Adapun data sekunder yang diperlukan antara lain:

a. Peta Jaringan Jalan

Peta jaringan jalan diperlukan untuk mengetahui klasifikasi fungsi jalan pada kawasan kajian, seperti arteri, kolektor, serta ruas penghubung antar kota dan kabupaten. Informasi ini digunakan untuk membantu penentuan faktor – faktor penyesuaian dalam analisis kapasitas berdasarkan PKJI 2023. Peta jaringan jalan eksisting ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kota Mojokerto.

b. Peta Tata Guna Lahan

Peta tata guna lahan digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik lingkungan di sekitar Simpang 4 Pekayon. Kondisi tata guna lahan, seperti kawasan pendidikan, perdagangan, dan permukiman, berpengaruh terhadap tingkat hambatan samping dan arus lalu lintas di simpang tersebut. Data ini diperoleh dari Dinas PUPR Kota Mojokerto dan menjadi dasar dalam penentuan faktor koreksi hambatan samping saat menghitung arus jenuh.

c. Data Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk diperlukan untuk menentukan faktor penyesuaian ukuran kota dalam analisis kapasitas simpang. Besarnya jumlah penduduk akan mempengaruhi perilaku lalu lintas, kepadatan kendaraan, serta kebutuhan infrastruktur lalu lintas di kawasan tersebut. Data ini diperoleh melalui Badan Perencanaan Pembangunan, Riset, dan Inovasi Daerah (Bapperida) Kota Mojokerto berdasarkan publikasi "Mojokerto Dalam Angka 2024".

4.1.2 Data Primer

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran nyata kondisi eksisting lalu lintas di Simpang 4 Pekayon Kota Mojokerto. Data primer dikumpulkan secara langsung di lapangan melalui berbagai metode survei untuk mendukung analisis dengan pendekatan PKJI 2023 dan simulasi menggunakan PTV VISSIM.

Adapun jenis data primer yang digunakan antara lain:

1. Survei Inventarisasi Simpang

Survei inventarisasi pada penelitian ini dilaksanakan dengan metode pengamatan langsung, pengukuran fisik, serta pencatatan detail terhadap seluruh elemen simpang, sebagaimana tercantum dalam formulir survei yang telah disiapkan. Penyesuaian juga dilakukan sesuai dengan kebutuhan lapangan untuk memperoleh data yang lebih akurat.

Pada kajian Simpang 4 Pekayon, survei inventaris difokuskan pada empat lengan simpang, yaitu:

- a. Pendekat Utara: Jalan Mojopahit (arteri, dua lajur satu arah).
- b. Pendekat Selatan: Jalan Pekayon (kolektor, dua lajur dua arah).
- c. Pendekat Timur: Jalan Raden Wijaya (arteri, dua lajur dua arah, terdapat sekolah di sekitarnya).
- d. Pendekat Barat: Jalan Mojopahit (khusus untuk jalur keluar simpang satu arah).

Kegiatan survei dilaksanakan pada sore hari antara pukul 16.00 – 19.00 WIB, setiap pendekat simpang diukur oleh dua orang surveyor yang sama satu orang bertugas untuk melakukan pengukuran geometrik (seperti lebar lajur, radius belok, panjang pendekat), dan satu orang lagi bertugas mencatat hasil pengukuran serta mengamati kondisi lalu lintas di sekitar lokasi.

Data yang dikumpulkan mencakup:

- 1) Tipe simpang (simpang empat tak bersinyal).
- 2) Fungsi dan klasifikasi jalan pada tiap pendekat (arteri primer, kolektor sekunder, hingga jalan lokal kabupaten).
- 3) Lebar efektif jalur pendekat.
- 4) Radius putar pada lengan simpang.
- 5) Kondisi hambatan samping (aktivitas parkir, pertokoan, pejalan kaki).
- 6) Kelengkapan fasilitas lalu lintas seperti rambu, marka, median, dan saluran drainase.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, pengukuran menggunakan alat bantu (rol meter, walking measure, serta dokumentasi foto lapangan). Semua hasil dicatat dalam formulir survei sesuai kebutuhan analisis PKJI 2023.

2. Survei Classified Turning Movement Count (CTMC)

Survei CTMC (Classified Turning Movement Count) atau survei gerakan membelok bertujuan untuk mendapatkan data volume kendaraan berdasarkan arah pergerakan lurus, belok kiri, dan belok kanan, pada masing – masing pendekat Simpang 4 Pekayon. Survei ini bertujuan untuk

menghitung total arus kendaraan pada jam – jam tertentu yang kemudian menjadi input dalam analisis kapasitas simpang.

Survei dilaksanakan selama 16 jam penuh pada hari kerja biasa (weekday), mulai pukul 05.00 hingga 21.00 WIB pada Kamis 08 Mei 2025, untuk memastikan pola lalu lintas pada jam – jam sibuk (pagi, siang, sore) dapat terwakili secara menyeluruh. Pelaksanaan survei dilakukan dengan metode perekaman menggunakan kamera CCTV. Pengambilan data video dilaksanakan pada hari kerja (weekday) dengan kondisi lalu lintas normal, tanpa adanya gangguan seperti hujan lebat, kecelakaan, atau peristiwa khusus lainnya yang dapat memengaruhi kelancaran arus lalu lintas dan menyebabkan volume kendaraan menjadi tidak representatif. Hal ini dilakukan agar data yang diperoleh mencerminkan kondisi lalu lintas yang sebenarnya.

Data rekaman kemudian dianalisis melalui laptop, di mana perhitungan jumlah kendaraan dilakukan menggunakan metode interval waktu 15 menit, dengan bantuan alat pencacah manual (hand counter). Dalam pencatatan, kendaraan diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yakni sepeda motor, kendaraan ringan (mobil pribadi, pick-up, bus kecil, truk kecil), kendaraan berat (bus sedang, bus besar, truk sedang, truk besar, truk gandeng/tempelan), serta kendaraan tak bermotor (sepeda, dan pejalan kaki). Data ini menjadi dasar untuk menganalisis pola pergerakan lalu lintas di simpang serta menjadi input utama dalam perhitungan kapasitas.

3. Survei Kecepatan Kendaraan

Pengumpulan data kecepatan kendaraan dilakukan dengan metode spot speed survey menggunakan alat speed gun. Tujuan survei ini adalah untuk mengetahui kecepatan aktual kendaraan yang masuk dan keluar dari setiap pendekatan simpang. Kendaraan yang diukur kecepatannya dikelompokkan menjadi:

- a. Mobil Penumpang (MP): mobil pribadi, pick – up, truk kecil, dan bus kecil.

b. Kendaraan Sedang (KS): truk sedang, truk besar, bus sedang, bus besar dan truk gandeng/tempelan.

c. Sepeda Motor (SM): sepeda motor.

Survei kecepatan dilaksanakan pada jam tidak sibuk, dimana kendaraan dianggap bebas dari hambatan. Untuk teknis pelaksanaannya, setiap pendekatan Simpang 4 Pekayon dijaga oleh dua orang surveyor yang bertugas mengukur kecepatan kendaraan dari arah masuk dan keluar simpang. Pengambilan sampel dilakukan secara acak dengan memperhatikan variasi jenis kendaraan dan kondisi lalu lintas aktual di lokasi survei. Data kecepatan ini penting dalam penyusunan simulasi mikroskopik VISSIM serta penentuan waktu fase sinyal, seperti waktu merah semua dan waktu hijau efektif.

4.2 Metode Analisis Data

Setelah seluruh data berhasil dikumpulkan melalui survei primer dan sekunder, tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis data guna mengevaluasi performa eksisting dari Simpang 4 Pekayon serta membandingkannya dengan kondisi pasca penerapan pengaturan simpang bersinyal (APILL). Penelitian ini menggunakan dua pendekatan analisis, yaitu:

4.2.1 Inventaris Simpang

Inventarisasi kondisi eksisting Simpang 4 Pekayon dilakukan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai karakteristik geometrik simpang. Data yang dikumpulkan disajikan dalam bentuk visual menggunakan aplikasi AutoCAD, mencakup penampang melintang setiap pendekatan, seperti lebar lajur, bahu jalan, dan trotoar. Selain itu, kondisi tata guna lahan sekitar simpang juga dipetakan dari tampak atas guna mengetahui potensi hambatan samping yang dapat mempengaruhi kinerja simpang.

4.2.2 Analisis Kinerja Simpang

Analisis kinerja simpang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak simulasi mikroskopik PTV VISSIM. Dalam tahap ini, indikator yang digunakan untuk mengevaluasi adalah panjang antrian dan tundaan rata-rata pada masing-masing pendekatan. Pemodelan dimulai dengan pembangunan jaringan jalan sesuai

kondisi eksisting berdasarkan citra satelit dan survei geometrik. Data lalu lintas yang diinput mencakup volume kendaraan, distribusi jenis kendaraan, kecepatan operasional (hasil survei spot speed), dan rute pergerakan.

Setelah model dibangun, dilakukan kalibrasi terhadap parameter perilaku mengemudi (driving behavior) agar simulasi mencerminkan kondisi nyata di lapangan. Validasi dilakukan menggunakan uji statistik GEH (Geoffrey E. Havers Test) untuk memastikan kesesuaian antara hasil simulasi dan data aktual. Apabila model dinyatakan valid, maka dapat dilanjutkan untuk skenario rekayasa simpang menjadi bersinyal.

4.2.3 Penentuan Plan Simping

Perencanaan jumlah plan sinyal dilakukan dengan menganalisis data volume lalu lintas yang dikumpulkan selama 16 jam pada hari kerja (weekday). Berdasarkan pola volume harian yang diperoleh, dilakukan identifikasi terhadap periode jam sibuk (peak hour) dan jam tidak sibuk (off – peak). Dari hasil analisis ini, akan ditentukan jumlah plan yang paling sesuai untuk diterapkan pada Simping 4 Pekayon, agar pengoperasian sinyal dapat menyesuaikan dengan kondisi lalu lintas dan memaksimalkan efisiensi arus kendaraan sepanjang hari.

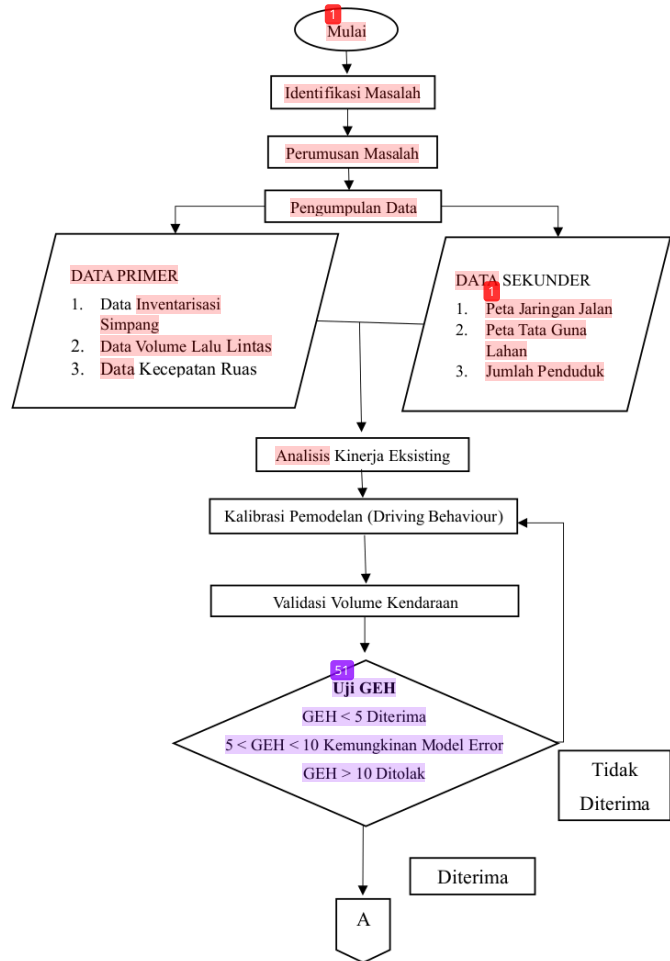
4.2.4 Perhitungan Waktu Siklus

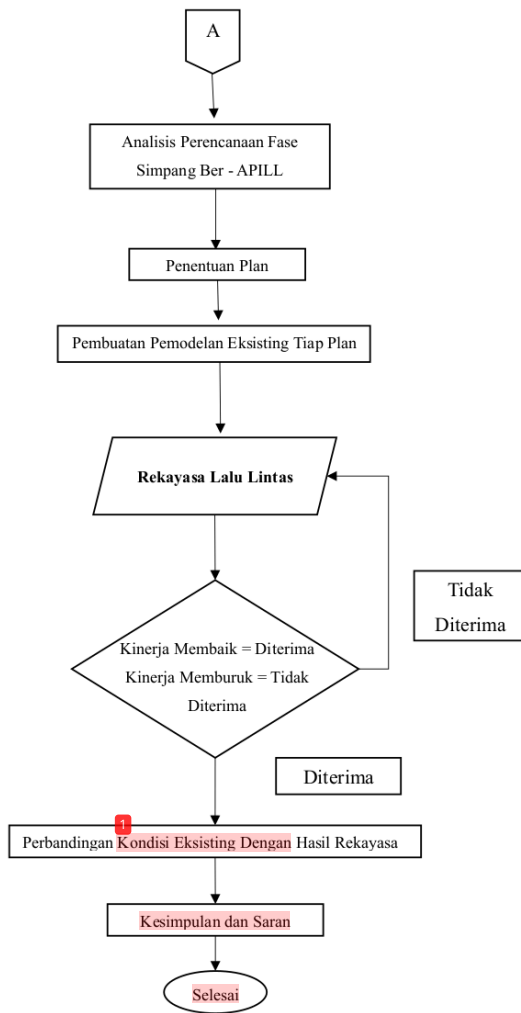
Perhitungan waktu siklus pada simpang bersinyal dilakukan dengan menggunakan metode dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Proses ini mempertimbangkan beberapa parameter, antara lain tipe pendekat, arus kendaraan belok kanan dan kiri, volume lalu lintas dalam satuan smp/jam, dan lebar efektif pendekat. Berdasarkan parameter tersebut dihitung arus jenuh (J) masing-masing pendekat, kemudian diperoleh rasio arus (Rq/J) dan rasio fase (Rf). Kedua nilai tersebut digunakan untuk menentukan panjang waktu siklus sinyal serta alokasi waktu hijau untuk setiap fase simpang.

4.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur sistematis pelaksanaan studi mulai dari tahap awal hingga diperolehnya kesimpulan akhir. Tahapan tersebut mencakup proses identifikasi permasalahan lalu lintas di Simping 4 Pekayon, penjabaran alasan pemilihan lokasi kajian, dilanjutkan dengan

pengumpulan data primer dan sekunder, serta pengolahan dan analisis data menggunakan metode PKJI 2023 dan simulasi PTV VISSIM.





Gambar 14. Diagram Alir

Penjabaran tahapan dalam diagram alir penelitian:

1. Mulai Penelitian

Penelitian diawali dengan proses pengamatan awal di Simpang 4 Pekayon untuk mengidentifikasi gejala permasalahan lalu lintas yang muncul.

2. Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini dilakukan survei pendahuluan dan dilakukan identifikasi permasalahan yang terjadi pada wilayah kajian.

3. Perumusan Masalah

Setelah melakukan identifikasi masalah di lapangan dan studi awal yang telah dilakukan, maka dapat dirumuskan permasalahan utama yang akan dikaji.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dikumpulkan dalam dua bentuk yaitu:

- a. Dalam kajian perencanaan lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon, data primer menjadi elemen penting untuk menggambarkan kondisi eksisting di lapangan. Beberapa komponen utama data primer yang digunakan sebagai berikut:

1) Inventarisasi simpang yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan mencatat kondisi fisik simpang secara detail. Data ini mencakup jumlah dan lebar lajur, jenis simpang, keberadaan median, radius tikungan, jenis dan kondisi perlengkapan jalan (rambu, marka, lampu lalu lintas), serta hambatan samping. Inventarisasi ini sangat penting untuk proses pemodelan dalam simulasi VISSIM, serta sebagai dasar dalam menghitung kapasitas pendekatan dan geometri simpang menggunakan metode PKJI 2023.

2) Data volume lalu lintas diperoleh melalui survei gerakan membelok di mana kendaraan yang melalui simpang dicatat berdasarkan arah pergerakan (lurus, belok kiri, dan belok kanan) dan jenis kendaraan (sepeda motor, mobil penumpang, kendaraan sedang dan kendaraan tidak bermotor). Fungsi dari data ini adalah untuk mengetahui pola arus lalu lintas harian dan untuk menentukan pengaturan simpang dengan melihat arus minor dan mayor. Data ini digunakan sebagai

input utama dalam analisis kapasitas dan kinerja simpang, serta dalam pembuatan skenario pengaturan sinyal (plan) yang optimal.

- 3) Kecepatan kendaraan (Spot Speed) Survei kecepatan kendaraan dilakukan untuk mengetahui distribusi kecepatan aktual kendaraan pada masing – masing pendekat simpang. Data ini penting untuk input pemodelan dalam simulasi mikroskopik di VISSIM, khususnya untuk kalibrasi dan validasi model agar mendekati kondisi nyata. Distribusi kecepatan juga dapat menunjukkan potensi risiko keselamatan dan efisiensi lalu lintas, serta menjadi acuan dalam pengaturan waktu sinyal dan desain geometrik pendekat.
- b. Dalam kajian perencanaan lalu lintas di Simpang 4 Pekayon Kota Mojokerto, data sekunder memegang peranan penting sebagai dasar analisis dan perencanaan. Salah satu data sekunder yang digunakan sebagai berikut:
 - 1) peta jaringan jalan, peta ini berfungsi untuk mengidentifikasi klasifikasi dan fungsi dari masing-masing pendekat simpang, apakah tergolong jalan arteri, kolektor, atau lokal. Informasi ini penting dalam menentukan hierarki prioritas arus lalu lintas serta sangat berguna dalam pembangunan jaringan jalan secara virtual dalam perangkat lunak simulasi seperti PTV VISSIM, termasuk pengaturan arah arus, jumlah lajur, dan titik konektor.
 - 2) Peta tata guna lahan juga digunakan untuk mengetahui karakteristik lingkungan di sekitar simpang, apakah merupakan kawasan permukiman, komersial, pendidikan, atau campuran. Informasi ini dibutuhkan untuk menentukan tingkat hambatan samping yang menjadi salah satu faktor koreksi dalam perhitungan kapasitas simpang berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Tata guna lahan juga dapat membantu dalam memprediksi potensi konflik lalu lintas, seperti keberadaan parkir liar atau aktivitas pejalan kaki, yang berdampak pada kinerja simpang.

- 3) ¹⁰ Data jumlah penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan digunakan untuk menentukan faktor koreksi ukuran kota dalam perhitungan arus jenuh dasar simpang sesuai dengan metode PKJI 2023. Jumlah penduduk juga memberikan gambaran mengenai tingkat mobilitas masyarakat yang akan mempengaruhi volume kendaraan. Dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan akan infrastruktur lalu lintas yang memadai pun meningkat.
4. Analisis Kondisi Eksisting
Data volume kendaraan digunakan untuk menganalisis kinerja simpang eksisting menggunakan Vissim, dengan indikator Panjang antrian, dan tundaan rata-rata.
5. Pemodelan Eksisting dalam VISSIM
Setelah dilakukannya pengolahan data dan menemukan jam puncak, maka selanjutnya adalah membangun permodelan eksisting dengan vissim. Model eksisting dibangun di VISSIM dengan memasukkan data geometrik simpang, distribusi kecepatan kendaraan, jenis kendaraan, serta rute pergerakan. Ini mencakup:
 - a. Pembuatan Jaringan Jalan
³ Tahap awal dalam pemodelan lalu lintas menggunakan perangkat lunak *PTV VISSIM* adalah membangun jaringan jalan yang merepresentasikan kondisi eksisting Simpang 4 Pekayon. Gambar dasar simpang diperoleh dari citra satelit melalui aplikasi *Google Earth*, kemudian diekspor dan diskalakan ke dalam *VISSIM* agar sesuai dengan ukuran aktual di lapangan. Jaringan jalan dibentuk dengan menggunakan elemen *link* dan *connector*, serta disesuaikan dengan lebar lajur, jumlah lajur, radius tikungan, dan pola jalur yang sesuai dengan survei geometrik simpang.
 - b. Jenis Kendaraan
Menyediakan klasifikasi jenis kendaraan yang umum melintas di Simpang 4 Pekayon, seperti sepeda motor, mobil penumpang, truk ringan, dan bus besar. Data ini digunakan untuk menentukan karakteristik fisik serta perilaku kendaraan dalam simulasi.

c. Model Kendaraan

Model kendaraan merupakan tampilan visual (2D atau 3D) dari masing-masing jenis kendaraan di dalam simulasi. Dalam penelitian ini, digunakan tiga kategori utama: sepeda motor, kendaraan ringan (mobil), dan kendaraan berat (truk/bus).

d. Distribusi Model Kendaraan

Distribusi model mengatur proporsi masing-masing jenis kendaraan yang akan tampil dalam simulasi, sehingga mencerminkan komposisi aktual lalu lintas yang melewati simpang berdasarkan hasil survei lapangan.

e. Kelas Kendaraan

Data ini digunakan untuk mengelompokkan kendaraan berdasarkan ukuran dan karakteristik pergerakannya, yang berpengaruh terhadap interaksi antar kendaraan dalam simulasi.

f. Rute Pergerakan Kendaraan

Setiap kendaraan diberikan rute tertentu pada pendekatan simpang sesuai dengan arah pergerakan (lurus, belok kiri, belok kanan), yang menggambarkan pola pergerakan lalu lintas aktual pada simpang.

g. Kecepatan Kendaraan (Desired Speed)

Kecepatan kendaraan yang digunakan dalam simulasi diambil dari hasil survei kecepatan titik (spot speed) yang dilakukan pada setiap pendekatan simpang. Data ini dimasukkan dalam desired speed distribution untuk mencerminkan variasi kecepatan antar kendaraan.

h. Volume Kendaraan (Vehicle Input)

Jumlah kendaraan yang masuk ke simpang per satuan waktu dimasukkan ke dalam sistem vehicle input. Nilai ini diambil dari data volume kendaraan hasil survei gerakan membelok (CTMC).

i. Komposisi Kendaraan

Komposisi kendaraan adalah proporsi masing-masing jenis kendaraan pada setiap pendekatan, disesuaikan berdasarkan data survei lapangan. Komposisi ini digunakan untuk mengatur distribusi kendaraan yang masuk ke jaringan dalam simulasi.

6. Kalibrasi Model VISSIM

Kalibrasi pemodelan dilakukan untuk memastikan hasil simulasi yang dihasilkan oleh perangkat lunak *PTV VISSIM* mampu menggambarkan kondisi nyata lalu lintas di Simpang 4 Pekayon. Proses ini dilakukan dengan menyesuaikan parameter perilaku pengemudi (*driving behavior*) agar sesuai dengan karakteristik lokal pengguna jalan.

Dalam proses kalibrasi ini, beberapa elemen perilaku mengemudi disesuaikan, antara lain:

- a. Pembuntutan Kendaraan (*Following Behavior*): Mengatur jarak dan waktu reaksi antar kendaraan saat mengikuti kendaraan di depannya.
- b. Perpindahan Lajur (*Lane Changing*): Menyesuaikan sensitivitas dan frekuensi kendaraan berpindah lajur, baik secara strategis maupun darurat.
- c. Pergerakan Lateral (*Lateral Behavior*): Mengatur respons kendaraan terhadap ruang samping, penting dalam kondisi jalan sempit atau padat.
- d. Pengendalian Sinyal (*Signal Control*): Memastikan sistem sinyal lalu lintas (jika ada) sesuai dengan waktu dan siklus yang telah dirancang.

7. Validasi Model melalui Volume Kendaraan

Setelah proses kalibrasi selesai, simulasi dijalankan selama 4.200 detik dengan data dikumpulkan mulai detik ke – 600 agar lalu lintas stabil. Hasil simulasi dianalisis menggunakan data collection dan node result untuk melihat volume kendaraan, panjang antrian, dan tundaan. Validasi model dilakukan dengan uji GEH untuk membandingkan volume simulasi dan data survei. Jika nilai GEH < 5, model dianggap valid; 5 – 10 perlu evaluasi; >10 harus dikalibrasi ulang agar hasil simulasi sesuai kondisi nyata.

7. Analisis Perencanaan Fase Simpang Ber – APILL

Setelah kinerja dinyatakan valid, maka selanjutnya dilakukan penentuan fase simpang dengan acuan volume kendaraan dari hasil survei selama 16 jam, untuk dilakukan penerapan fase pada simpang kajian agar pengoperasian simpang optimal sepanjang hari.

8. Penentuan Plan

Setelah volume dikatakan valid maka, langkah selanjutnya menentukan plan menggunakan pendekatan pkji 2023 dengan menggunakan indikator derajat kejenuhan, perhitungan tersebut dilakukan untuk mengetahui kapan plan 1 dimulai dan kapan plan tersebut berakhir.

8. Rekayasa Lalu Lintas

Setelah dilakukan penentuan plan maka terapkannya waktu siklus yang telah didapatkan dalam perhitungan PKJI untuk melihat kinerja tersebut pada pemodelan Vissim.

9. Perbandingan Kinerja Eksisting dan Rekayasa

Tahap ini merupakan hasil simulasi dari kondisi sebelum dan sesudah rekayasa dibandingkan untuk melihat apakah rekayasa yang dilakukan mampu mengoptimalkan kinerja persimpangan. Indikator pembandingan mencakup tundaan rata – rata dan panjang antrian.

10. Kesimpulan dan Rekomendasi

Tahap akhir berisi simpulan dari keseluruhan proses penelitian dan rekomendasi teknis untuk pihak terkait (Dinas Perhubungan) dalam upaya peningkatan kinerja lalu lintas di Simpang 4 Pekayon Kota Mojokerto.

4.4 Rencana Kegiatan Penelitian

Berikut ini disajikan tabel rencana kegiatan penelitian dan penyusunan Kertas Kerja Wajib (KKW) yang menggambarkan tahapan pelaksanaan studi mulai dari persiapan awal hingga penyusunan dokumen akhir. Tabel ini memuat rangkaian aktivitas yang akan dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur, dimulai dari pengumpulan data di lapangan, proses analisis menggunakan metode PKJI 2023 dan simulasi VISSIM, penyusunan proposal, hingga tahapan penarikan kesimpulan dan penyusunan laporan akhir.

Tabel 4.1 Timeline

NO	KEGIATAN PENELITIAN	APRIL				MEI				JUNI				JULI			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengumpulan Data	■	■	■	■												
2	Pengolahan Data				■												
3	Penyusunan Proposal KKW					■											
4	Seminar Proposal KKW						■	■									
5	Pengolahan dan Penyusunan Laporan KKW								■	■	■	■	■	■			
6	Pengumpulan Laporan KKW														■		
7	Sidang Akhir KKW																■

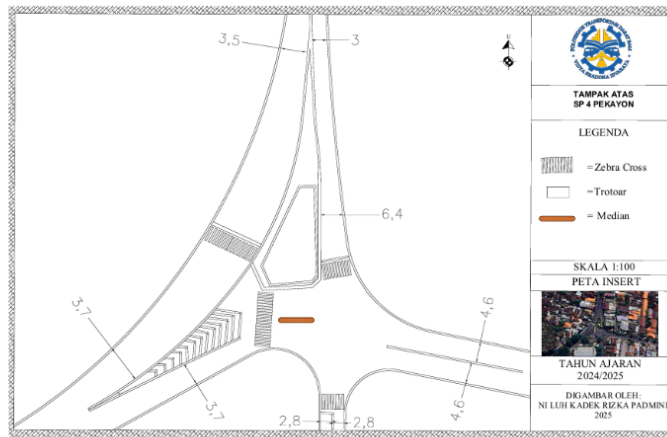
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengumpulan Data

Dalam proses analisis Simpang 4 Pekayon, diperlukan data sekunder dan data primer yang berperan penting dalam mengevaluasi kinerja simpang. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data inventarisasi simpang, volume lalu lintas pada masing-masing lengan simpang serta data kecepatan kendaraan pada setiap pendekatan. Kedua jenis data tersebut menjadi dasar dalam menganalisis tingkat pelayanan dan efisiensi operasional simpang.

5.1.1 Data Inventarisasi Simpang

Data inventarisasi simpang sangat diperlukan dalam proses analisis, khususnya untuk perhitungan kapasitas simpang, identifikasi hambatan samping, serta mengetahui kondisi geometrik simpang secara menyeluruh.



Gambar 15. Hasil Inventarisasi Simpang 4 Pekayon

Dalam penelitian ini, objek yang dikaji adalah Simpang 4 Pekayon, yang merupakan simpang tidak ber – Apill dengan konfigurasi tipe 422 TT. Simpang ini mempertemukan empat ruas jalan, yaitu Jalan Raden Wijaya 1 dari arah timur, Jalan Mojopahit 6 dari arah barat, Jalan Pekayon dari arah selatan, dan Jalan

Mojopahit 5 dari arah utara. Berdasarkan klasifikasi arus lalu lintas dan fungsi jalan, pendekat utara Jl. Mojopahit 5 dan selatan Jl. Pekayon dikategorikan sebagai jalan mayor karena memiliki arus lalu lintas yang lebih dominan, sedangkan pendekat timur Jl. Raden Wijaya 1 dan barat Jl. Mojopahit 6 merupakan jalan minor. Dari sisi geometrik, lebar pendekat pada jalan minor sebesar 4,6 meter, sedangkan lebar pendekat efektif pada jalan mayor masing – masing sebesar 6,4 meter. Karakteristik ini menunjukkan bahwa simpang Pekayon beroperasi dengan sistem prioritas tanpa Apill, di mana kendaraan dari arah jalan mayor memiliki hak utama melintas dibandingkan kendaraan dari arah jalan minor. Data inventarisasi ini menjadi dasar penting dalam analisis kinerja simpang, baik menggunakan pendekatan teoritis PKJI 2023 maupun simulasi melalui perangkat lunak VISSIM. Untuk melihat data lebih lengkap dapat dilihat dari **Tabel 5.1**.

Tabel 5.1 Inventarisasi Pendekat Simpang

Nama Jalan	Jl. Mojopahit 5	Jl. Pekayon	Jl. Raden Wijaya 1	Jl. Mojopahit 6
Fungsi Jalan	Arteri	Kolektor	Arteri	Arteri
Tipe Jalan	2/1 TT	2/2 TT	2/2 TT	2/1 TT
Lebar Lajur Masuk	3,4 m dan 3 m	2,8 m	4,6 m	3,7 m dan 3,7 m
Lebar Lajur Keluar	-	2,8 m	4,6 m	-
Lebar Lajur Total	6,4 m	5,6 m	9,2	7,4 m

5.1.2 Data Volume Simpang

Data volume simpang diperoleh dari hasil survei gerakan membelok terklasifikasi (Classified Turning Movement Count/CTMC) yang dilakukan selama 16 jam pengamatan, yaitu mulai pukul 05.00 WIB hingga 21.00 WIB. Data ini mencatat jumlah kendaraan yang melintas berdasarkan jenis dan arah pergerakannya pada masing – masing pendekat simpang. Data yang diperoleh dari survei volume lalu lintas ini digunakan sebagai dasar untuk menilai kinerja simpang dalam kondisi eksisting, serta menjadi acuan utama dalam menyusun rekomendasi penanganan yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi di lapangan. Melalui analisis terhadap data volume, dapat dilakukan identifikasi terhadap jam sibuk, arus dominan, serta pola konflik lalu lintas yang terjadi. Adapun data lengkap volume lalu lintas pada jam sibuk untuk masing-masing kondisi dapat dilihat pada **Lampiran 2** sampai **lampiran 4**.

5.1.3 Data Kecepatan Titik

Data kecepatan yang dikumpulkan digunakan sebagai input dalam pemodelan simulasi menggunakan perangkat lunak VISSIM. Berdasarkan hasil analisis terhadap fluktuasi lalu lintas harian, diketahui bahwa jam puncak sore hari memiliki volume lalu lintas tertinggi dibandingkan periode lainnya. Maka, volume lalu lintas pada jam puncak sore dijadikan acuan dalam penentuan jumlah sampel untuk survei kecepatan titik. Penentuan jumlah sampel dilakukan dengan menggunakan rumus Slovin, yang memungkinkan perhitungan ukuran sampel secara proporsional berdasarkan populasi lalu lintas yang ada. Berikut ini merupakan hasil perhitungan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Keterangan:

n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi (jumlah kendaraan dalam 1 jam)

e = Tingkat Kesalahan (10%)

Diketahui jumlah kendaraan pendekat utara pada kondisi eksisting adalah sebagai berikut:

5.3.1 Sepeda Motor

Pada jam puncak sore, jumlah sepeda motor yang tercatat melintasi simpang mencapai 3.487 kend/jam. Jumlah ini digunakan sebagai populasi (N) dalam perhitungan jumlah sampel untuk survei kecepatan sepeda motor.

$$\begin{aligned} n &= \frac{3,487}{1 + 3,487 (0,1)^2} \\ &= 97 \end{aligned}$$

5.3.2 Mobil Penumpang

Pada jam puncak sore, jumlah mobil penumpang yang melintasi simpang tercatat sebanyak 734 kendaraan per jam. Jumlah ini digunakan sebagai populasi (N) dalam menentukan jumlah sampel untuk survei kecepatan kendaraan jenis mobil penumpang.

$$n = \frac{734}{1 + 734 (0,1)^2}$$

$$= 88$$

5.3.3 Kendaraan Sedang

Pada jam puncak sore, jumlah kendaraan sedang yang tercatat melintasi simpang adalah sebanyak 16 kendaraan per jam. Jumlah ini digunakan sebagai populasi (N) dalam menentukan jumlah sampel untuk survei kecepatan kendaraan sedang. Meskipun jumlahnya relatif kecil, survei tetap dilakukan untuk memperoleh gambaran kecepatan dari seluruh klasifikasi kendaraan yang melintas.

$$n = \frac{16}{1 + 16 (0,1)^2}$$

$$= 14$$

Adapun untuk menentukan jumlah sampel pada pendekatan utara adalah sebagai berikut:

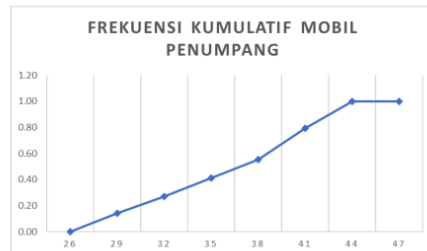
a. Pendekat Utara

Berikut merupakan rekapan data kecepatan titik untuk kendaraan sepeda motor, mobil penumpang, dan kendaraan sedang pada pendekatan Utara yang telah diolah dan dimasukkan ke dalam perangkat lunak Vissim sebagai parameter input simulasi.

Tabel 5. 2 Frekuensi Kumulatif Pendekat Utara

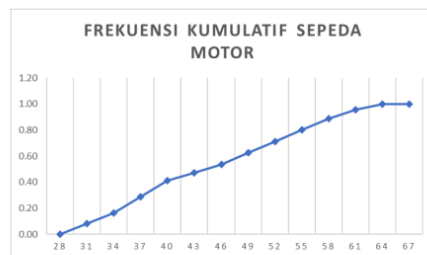
Class Interval MP	Cum Freq MP	Class Interval SM	Cum Freq SM	Class Interval KS	Cum Freq KS
26	0.00	28	0.00	26	0.00
29	0.14	31	0.08	29	0.31
32	0.27	34	0.16	32	0.54
35	0.41	37	0.29	35	0.69
38	0.56	40	0.41	38	0.92
41	0.79	43	0.47	41	1.00
44	1.00	46	0.54	44	1.00
47	1.00	49	0.63	47	1.00
50	1.00	52	0.71	50	1.00
53	1.00	55	0.80	53	1.00
56	1.00	58	0.89	56	1.00
59	1.00	61	0.96	59	1.00
62	1.00	64	1.00	62	1.00
65	1.00	67	1.00	65	1.00

Pada **Gambar 16**, menunjukkan distribusi kecepatan mobil penumpang pada pendekatan utara yang diperoleh dari hasil survei kecepatan titik. Pengambilan data dilakukan pada jam tidak puncak, sehingga mencerminkan kondisi lalu lintas saat arus kendaraan relatif lancar.



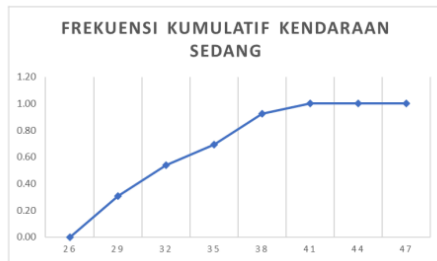
Gambar 16. Grafik Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang

Pada **Gambar 17**, menunjukkan distribusi kecepatan sepeda motor pada pendekatan utara yang diperoleh dari hasil survei kecepatan titik. Pengambilan data dilakukan pada jam tidak puncak, sehingga mencerminkan kondisi lalu lintas saat arus kendaraan relatif lancar.



Gambar 17. Grafik Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor

Pada **Gambar 18**, menunjukkan distribusi kecepatan kendaraan sedang pada pendekatan utara yang diperoleh dari hasil survei kecepatan titik. Pengambilan data dilakukan pada jam tidak puncak, sehingga mencerminkan kondisi lalu lintas saat arus kendaraan relatif lancar.



Gambar 18. Grafik Frekuensi Kumulatif kendaraan Sedang

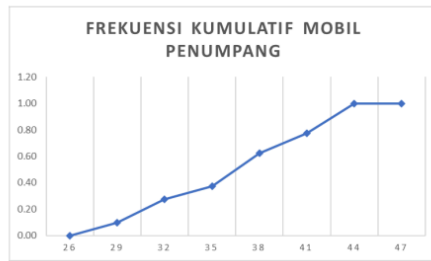
b. Pendekat Selatan

Berikut merupakan rekapan data kecepatan titik untuk kendaraan sepeda motor, mobil penumpang, dan kendaraan sedang pada pendekat Utara yang telah diolah dan dimasukkan ke dalam perangkat lunak Vissim sebagai parameter input simulasi.

Tabel 5. 3 Frekuensi Kumulatif Pendekat Selatan

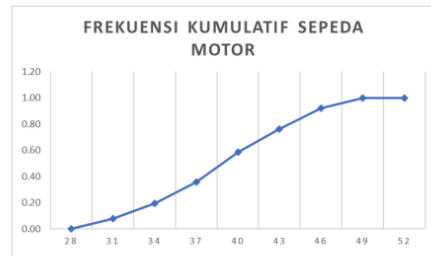
Class Interval MP	Cum Freq MP	Class Interval SM	Cum Freq SM	Class Interval KS	Cum Freq KS
26	0.00	28	0.00	27	0.00
29	0.10	31	0.08	30	0.50
32	0.28	34	0.20	33	1.00
35	0.38	37	0.36	36	1.00
38	0.63	40	0.59	39	1.00
41	0.78	43	0.76	42	1.00
44	1.00	46	0.92	45	1.00
47	1.00	49	1.00	48	1.00
50	1.00	52	1.00	51	1.00

Pada Gambar 19. menunjukkan distribusi kecepatan mobil penumpang pada pendekat utara yang diperoleh dari hasil survei kecepatan titik. Pengambilan data dilakukan pada jam tidak puncak, sehingga mencerminkan kondisi lalu lintas saat arus kendaraan relatif lancar.



Gambar 19. Grafik Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang

Pada **Gambar 20.** menunjukkan distribusi kecepatan sepeda motor pada pendekatan utara yang diperoleh dari hasil survei kecepatan titik. Pengambilan data dilakukan pada jam tidak puncak, sehingga mencerminkan kondisi lalu lintas saat arus kendaraan relatif lancar.



Gambar 20. Grafik Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor

Pada **Gambar 21.** menunjukkan distribusi kecepatan kendaraan sedang pada pendekatan utara yang diperoleh dari hasil survei kecepatan titik. Pengambilan data dilakukan pada jam tidak puncak, sehingga mencerminkan kondisi lalu lintas saat arus kendaraan relatif lancar.



Gambar 21. Grafik Frekuensi Kumulatif Kendaraan Sedang

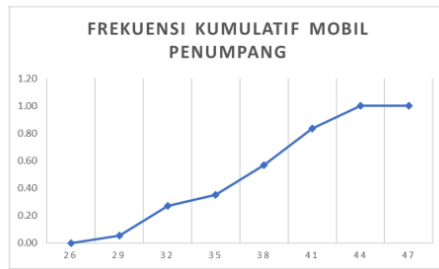
c. Pendekat Timur

Berikut merupakan rekaman data kecepatan titik untuk kendaraan sepeda motor, mobil penumpang, dan kendaraan sedang pada pendekat Utara yang telah diolah dan dimasukkan ke dalam perangkat lunak Vissim sebagai parameter input simulasi.

Tabel 5. 4 Frekuensi Kumulatif Pendekat Timur

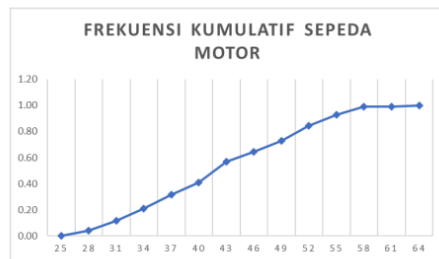
Class Interval MP	Cum Freq MP	Class Interval SM	Cum Freq SM	Class Interval KS	Cum Freq KS
26	0.00	25	0.00	25	0.00
29	0.05	28	0.04	28	0.20
32	0.27	31	0.12	31	0.40
35	0.35	34	0.21	34	0.80
38	0.57	37	0.32	37	1.00
41	0.84	40	0.41	40	1.00
44	1.00	43	0.57	43	1.00
47	1.00	46	0.64	46	1.00
50	1.00	49	0.73	49	1.00
53	1.00	52	0.84	52	1.00
56	1.00	55	0.93	55	1.00
59	1.00	58	0.99	58	1.00
62	1.00	61	0.99	61	1.00
65	1.00	64	1.00	64	1.00

Pada Gambar 22. menunjukkan distribusi kecepatan sepeda motor pada pendekat utara yang diperoleh dari hasil survei kecepatan titik. Pengambilan data dilakukan pada jam tidak puncak, sehingga mencerminkan kondisi lalu lintas saat arus kendaraan relatif lancar.



Gambar 22. Grafik Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang

Pada **Gambar 23**, menunjukkan distribusi kecepatan sepeda motor pada pendekatan utara yang diperoleh dari hasil survei kecepatan titik. Pengambilan data dilakukan pada jam tidak puncak, sehingga mencerminkan kondisi lalu lintas saat arus kendaraan relatif lancar.



Gambar 23. Grafik Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor

Pada **Gambar 24**, menunjukkan distribusi kecepatan kendaraan sedang pada pendekatan utara yang diperoleh dari hasil survei kecepatan titik. Pengambilan data dilakukan pada jam tidak puncak, sehingga mencerminkan kondisi lalu lintas saat arus kendaraan relatif lancar.



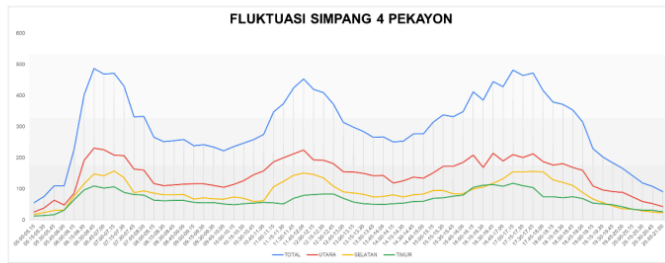
Gambar 24. Grafik Frekuensi Kumulatif Kendaraan Sedang

Berdasarkan data kecepatan titik sesuai klasifikasi kendaraan yang diperoleh dari survei lapangan, nilai kecepatan ini akan digunakan sebagai input parameter *desired speed* pada pemodelan lalu lintas menggunakan perangkat lunak VISSIM. Hal ini dikarenakan nilai kecepatan titik mewakili kecepatan aktual kendaraan di lapangan, yang sesuai dengan definisi kecepatan yang digunakan dalam VISSIM sebagai acuan untuk menggambarkan perilaku kecepatan kendaraan pada masing – masing pendekat. Dengan menggunakan data kecepatan titik sebagai input, model simulasi dalam VISSIM diharapkan dapat merepresentasikan kondisi lalu lintas nyata secara lebih akurat.

5.2 Kondisi Eksisting Simpang

5.2.1 Fluktuasi Volume Lalu Lintas

Dari hasil survei Classified Turning Movement Count (CTMC) yang dilakukan selama 16 jam pengamatan melalui CCTV pada pendekat selatan dan timur, diperoleh data fluktuasi volume kendaraan pada Simpang 4 Pekayon. Data ini digunakan sebagai dasar dalam melakukan evaluasi kinerja simpang serta penentuan rekomendasi penanganan yang sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.



Gambar 25. Fluktuasi 16 Jam Simpang 4 Pekayon

Berdasarkan hasil analisis terhadap fluktuasi ³ volume lalu lintas, diketahui bahwa jam puncak pada Simpang 4 Pekayon terjadi pada sore hari, tepatnya pada pukul 17.00 – 17.15 WIB. Pada periode tersebut, terjadi lonjakan volume kendaraan yang cukup signifikan dibandingkan dengan waktu lainnya, sehingga interval waktu ini dijadikan sebagai acuan utama dalam evaluasi kapasitas simpang dan perencanaan sistem pengendalian lalu lintas yang optimal.

5.2.2 Proporsi Kendaraan

Berdasarkan data volume kendaraan yang tercatat selama 16 jam pengamatan di Simpang 4 Pekayon, diperoleh informasi mengenai proporsi jenis kendaraan yang melintas di simpang tersebut.

Tabel 5. 5 Proporsi Kendaraan Simpang 4 Pekayon

Jenis Kendaraan	Total	Persentase
SM	46032	88,613%
KS	171	0,329%
MP	5744	11,057%
Total	51947	100%

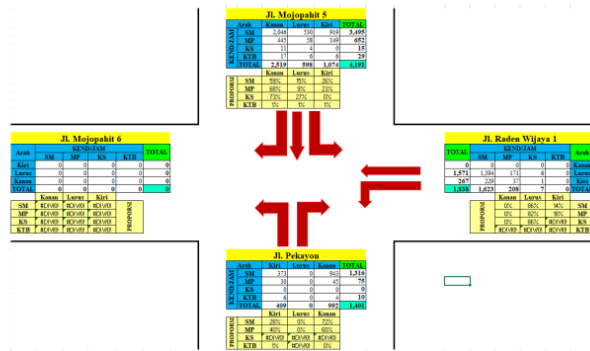


Gambar 26. Persentase Kendaraan Simpang 4 Pekayon

Dari hasil analisis terhadap **Tabel 5.2** dan **Gambar 26.** yang tersedia, diketahui bahwa lalu lintas pada simpang ini didominasi oleh sepeda motor dengan persentase sebesar 88,613% dari total kendaraan. Selanjutnya, mobil penumpang dengan persentase sebesar 11,057%, sedangkan kendaraan sedang tercatat hanya sebesar 0,329%. Kategori mobil penumpang dalam klasifikasi ini mencakup mobil pribadi, pick up, mini bus, dan truk kecil. Sementara itu, klasifikasi kendaraan sedang terdiri atas bus sedang, truk sedang, bus besar, truk besar, dan truk gandeng. Proporsi ini menunjukkan bahwa karakteristik lalu lintas di Simpang 4 Pekayon didominasi oleh sepeda motor, yang memiliki pengaruh signifikan terhadap pola pergerakan dan kebutuhan pengendalian lalu lintas di lokasi tersebut.

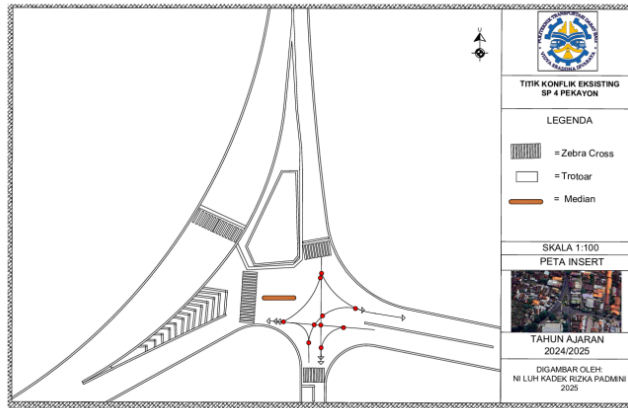
5.2.3 Diagram Flow Simpang

Analisis kinerja pada Simpang 4 Pekayon dilakukan dengan fokus pada satu jam puncak yaitu pada saat volume lalu lintas mencapai titik tertinggi.



Gambar 27. Diagram Flow Simpang Pada Peak Hour Dalam Satu Hari

Pada periode tersebut, dilakukan pengamatan terhadap pola pergerakan arus lalu lintas dari ketiga pendekatan simpang. Berdasarkan diagram arus lalu lintas yang diperoleh dari hasil survei, diketahui bahwa pendekatan arah utara Jl. Mojopahit 5 memiliki volume lalu lintas tertinggi dibandingkan tiga pendekatan lainnya, yaitu sebesar 4.191 Smp/jam. Tingginya volume dari arah utara ini menunjukkan bahwa arus kendaraan dari pendekatan tersebut mendominasi pergerakan lalu lintas di simpang. Selain tingginya volume lalu lintas, pada kondisi eksisting Simpang 4 Pekayon juga ditemukan adanya konflik primer dan konflik sekunder yang memperburuk kinerja simpang. Konflik primer terjadi akibat pergerakan kendaraan yang saling berpotongan langsung, seperti kendaraan dari arah selatan yang berbelok kanan berpotongan dengan kendaraan dari arah timur yang bergerak lurus. Sementara itu, konflik sekunder muncul dari perilaku kendaraan yang berhenti mendadak, saling menunggu celah, atau berpindah jalur secara tiba-tiba, yang sering kali disebabkan oleh tidak adanya pengaturan sinyal lalu lintas. Keberadaan kedua jenis konflik ini tidak hanya menyebabkan tundaan dan antrian yang panjang, tetapi juga meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas, terutama pada jam periode sibuk.



Gambar 28. Titik Konflik Eksisting

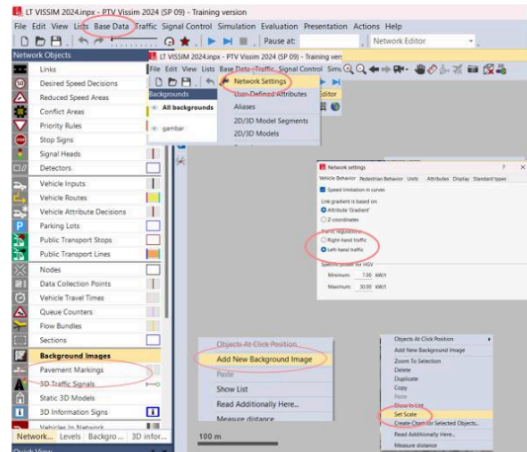
Pada **Gambar 28**. Hasil Identifikasi masalah titik konflik pada Simpang 4 Pekayon menunjukkan bahwa terdapat sebanyak 10 titik konflik yang tersebar di area persimpangan. Titik konflik tersebut terdiri dari 4 titik konflik diverging, yaitu pergerakan kendaraan yang memisah dari arus utama; 3 titik konflik crossing, yaitu pergerakan kendaraan yang saling memotong dari arah berbeda; serta 3 titik konflik merging, yaitu pergerakan kendaraan yang bergabung ke dalam satu arus yang sama. Jumlah dan jenis konflik ini menceminkan kompleksitas pergerakan lalu lintas pada simpang tersebut, serta menjadi dasar penting dalam perencanaan pengaturan lalu lintas yang lebih aman dan efisien. Kondisi ini menjadi faktor penting dalam penentuan pembagian fase sinyal, alokasi waktu hijau, serta strategi pengendalian lalu lintas lainnya agar kinerja simpang tetap optimal pada saat beban lalu lintas paling tinggi.

5.3 Pemodelan Vissim

Dalam penelitian ini, perangkat lunak Vissim digunakan sebagai alat bantu simulasi mikroskopik untuk menganalisis kinerja simpang berdasarkan data lapangan. Tahapan permodelan Vissim dilakukan secara sistematis agar simulasi yang dihasilkan mendekati kondisi aktual. Adapun tahapan – tahapan yang dilakukan dalam proses permodelan Vissim adalah sebagai berikut:

5.3.1 Network Setting

Network Setting merupakan tahap awal dalam proses pemodelan di VISSIM yang berfungsi untuk menyesuaikan konfigurasi dasar lalu lintas sesuai dengan lokasi penelitian. Karena Indonesia menerapkan sistem lalu lintas jalur kiri, maka pengaturan arah berkendara perlu disesuaikan di dalam software. Selain itu, satuan ukuran seperti panjang, kecepatan, dan waktu juga harus diubah agar sesuai dengan standar satuan yang berlaku di Indonesia. Dapat dilihat pada Gambar 29. Berikut.



Gambar 29. Pengaturan Units Pada Network Setting

5.3.2 Membangun Lokasi Penelitian

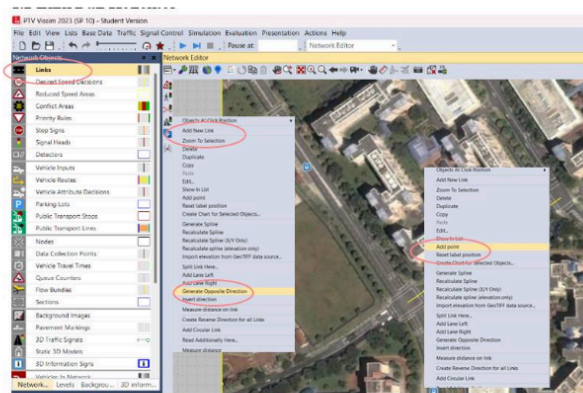
Dalam software VISSIM, pengendalian jaringan jalan terdiri dari dua jenis utama, yaitu:

1. Pembuatan Link

Link dalam pemodelan VISSIM berfungsi sebagai representasi jalur lalu lintas pada suatu jaringan jalan. Link menjadi elemen dasar dalam pembentukan jaringan, yang menggambarkan arah dan alur pergerakan kendaraan. Dalam setiap pemodelan, link digunakan untuk menyusun struktur jaringan jalan secara menyeluruh, sehingga pergerakan kendaraan

dapat disimulasikan sesuai kondisi nyata. Langkah pembuatan link dapat dilakukan dengan cara :

- a. Klik menu Links pada Network Object > tekan ctrl dan klik kanan pada mouse secara bersamaan > add new link > tarik sesuai panjang link yang diinginkan > masukkan nama link, jumlah lajur dan lebar lajur
- b. klik kanan pada link yang sudah dibuat > klik generate opposite direction (untuk membuat arah sebaliknya) > masukkan jumlah lajur yang diinginkan > klik OK
- c. Tekan CTRL + SHIFT + Klik kanan atau bisa dengan cara add point + klik kanan (untuk merapikan/membuat belokan jalan)

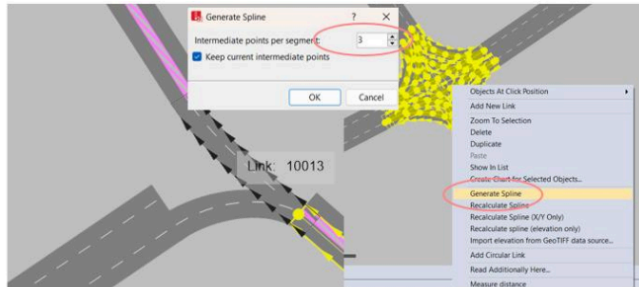


Gambar 30. Pengaturan Link Pada Vissim

2. Pembuatan Connectors

Connector merupakan elemen yang berfungsi sebagai penghubung antara dua link dalam jaringan jalan pada pemodelan VISSIM. Komponen ini memungkinkan transisi pergerakan kendaraan dari satu link ke link lainnya, baik untuk belok kiri, kanan, maupun lurus, sehingga membentuk alur lalu lintas yang kontinuu dan realistis dalam simulasi. Pembuatan connectors dengan cara :

- a. Klik link yang akan di beri connector > tekan ctrl dan klik kanan pada mouse secara bersamaan > tarik dan arahkan pada link tujuan
- b. Blok semua connector > klik kanan > generate spline > gunakan angka sesuai agar membentuk belokan yang sempurna (Menyempurnakan belokan)



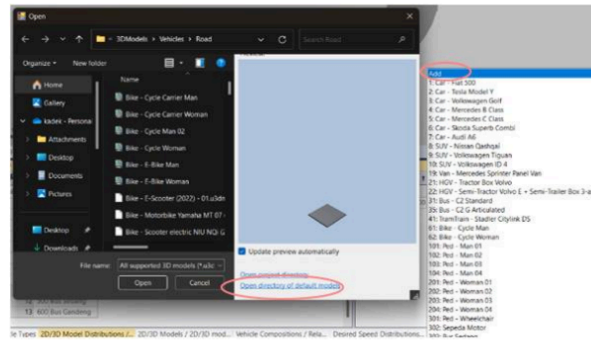
Gambar 31. Pengaturan Connectors Pada Vissim

5.3.3 Penyesuaian 2D/3D Model

Fitur 2D/3D Models pada VISSIM digunakan untuk menambahkan jenis kendaraan lengkap dengan tampilan animasi dua atau tiga dimensi. Kendaraan yang digunakan dapat disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan. Dalam fitur ini, berbagai jenis kendaraan telah tersedia secara default, namun pengguna dapat menghapus atau mengganti model yang tidak relevan dengan memilih kendaraan yang lebih sesuai dengan kebutuhan simulasi. Beberapa cara untuk memperindah tampilan simulasi VISSIM dapat dijelaskan sebagai berikut.

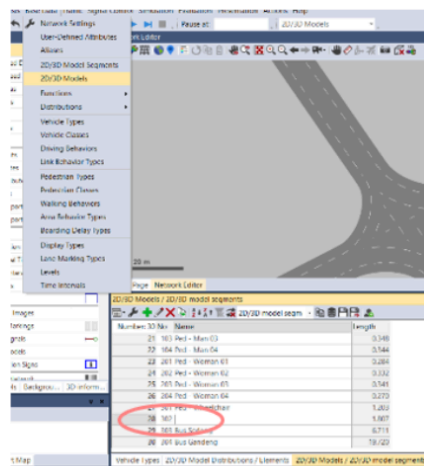
1. Mengubah 3D Model tipe kendaraan “Bike” Dalam pengaturan default VISSIM, 3D model bike diperlihatkan dengan gambar sepeda sehingga harus di rubah pengaturannya menjadi sepeda motor. Langkah yang dapat dilakukan dengan cara :
 - a. Klik menu Base data > vehicle types
 - b. Menambah kendaraan tekan tanda tambah hijau > rubah menjadi bike > setelah itu rubah model 2D/3D dengan pilihan add
 - c. Setelah muncul angka masuk ke base data > distribution > 2d/3d model

- d. Selanjutnya diangka tersebut masukkan Sepeda motor dan disebelahnya karena belum sesuai namanya sepeda motor maka kita klik dan add > open directory of default model > vehicle > road > motor bike



Gambar 32. Langkah-Langkah Pengaturan 2/3D Model

- e. Setelah muncul angka 302 kita beri nama di base data > 2D/3D model

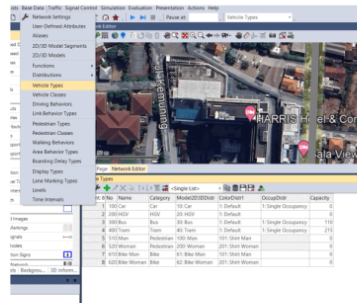


Gambar 33. Langkah-Langkah Pengaturan 2/3D Model

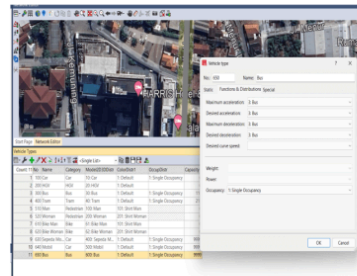
5.3.4 *Vehicle Types dan Vehicle Classes*

Pada tahap ini, *Vehicle Types* berfungsi untuk menentukan karakteristik teknis dan perilaku mengemudi dari masing – masing jenis kendaraan yang digunakan dalam 2D/3D Model Distributions. Pengaturan ini perlu disesuaikan dengan kategori kendaraan yang telah ditentukan dalam model distribusi agar simulasi berjalan realistis. Sementara itu, *Vehicle Classes* digunakan untuk mengelompokkan berbagai jenis kendaraan berdasarkan *Vehicle Types* yang telah ditentukan sebelumnya.

1. *Vehicle Types* (klik “+” tambahkan kendaraan sesuai yang ditambahkan tadi-untuk mobil dan sepeda motor maksimum acc-bawah menggunakan “car”-bus dan truck menyesuaikan)

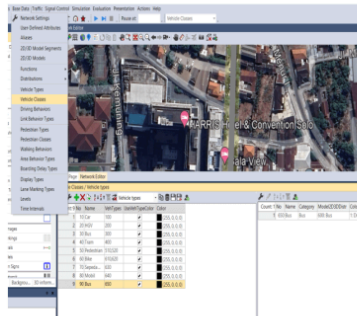


Gambar 34. Pengaturan *Vehicle Type*



Gambar 35. Pengaturan *Vehicle Type*

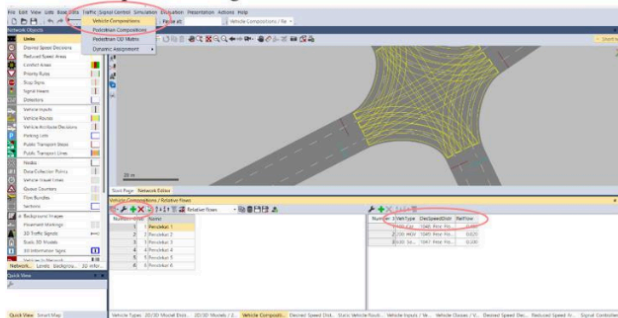
2. *Vehicle Class* (pastikan jenis-jenis kendaraan yang ditambahkan pada “VehTypes” kodenya sudah sesuai dan unchecked pada bagian “car” hanya ada satu check list pada jenis kendaraan)



Gambar 36. Pengaturan *Vehicle Class*

5.3.5 *Vehicle Composition*

Dibutuhkan komposisi dari setiap jenis kendaraan beserta kecepatannya pada jam puncak yang akan dimasukkan pada pengaturan *Vehicle Composition*. Kecepatan kendaraan diperoleh dari hasil survei yang telah dilakukan. Langkah pengaturan *Vehicle Composition* dengan cara :



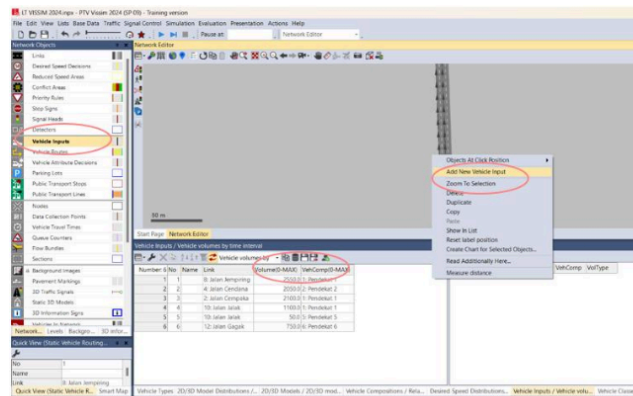
Gambar 37. Pengaturan *Vehicle Composition*

- a. Traffic > Vehicle composition
- b. Pada bagian kiri jendela, klik simbol “+” untuk menambahkan jenis komposisi. Setelah muncul baris baru, isikan kolom Name dengan nama komposisi kendaraan pada suatu link

- c. Pada bagian kanan jendela, klik simbol “+” untuk menambahkan tipe kendaraan > tambah sesuai yang masuk kesimpang pada “VEHTYPE” sesuaikan dengan kendaraan yang akan di masukkan
- d. Pada bagian kanan jendela, ubah kolom DesSpeedDistr sesuai dengan kecepatan berdasarkan data survey yang dilakukan

5.3.6 Vehicle Input

Vehicle Input digunakan untuk memasukkan volume arus lalu lintas. Input data volume ke dalam VISSIM membutuhkan data volume kendaraan selama jam puncak. Langkah pengaturan Vehicle Input dengan cara :



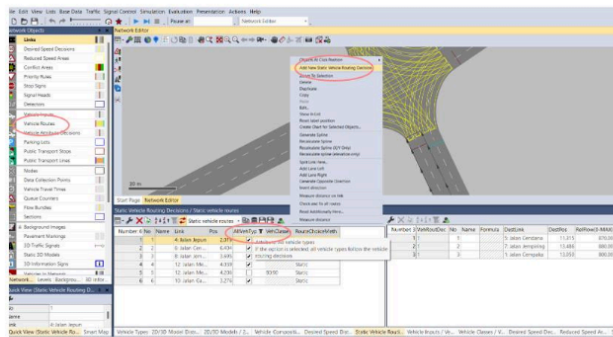
Gambar 38. Pengaturan Vehicle Input

- a. Klik menu Vehicle Input pada Network Object > kemudian klik link yang masuk ke simpang > tekan CTRL + Klik kanan atau klik kanan pilih Add New Vehicle Input > lalu input data total kendaraan (belok kanan, kiri dan lurus) > vehicle composition (masukkan persentase komposisi kendaraan)/pendekat 1-4 sesuai jaringan.

Gambar 39. Data Vehicle Input, Vehicle Composition, dan Vehicle Routes

5.3.7 Vehicle Routes

Setelah Vehicle Input dan Vehicle Composition sudah selesai diinput kemudian dilakukan proses rute. Rute berfungsi untuk membuat pergerakan kendaraan menuju lanjut lainnya. Langkah pengaturan rute adalah :



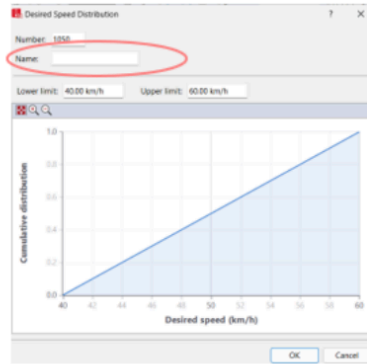
Gambar 40. Pengaturan Vehicle Routes

- Klik Vehicle Routes pada Network Object > tekan pada jalan yang akan dibuat rute > Klik kanan > add new static vehicle routing decision > telusuri jalannya ke kiri lurus dan ke kanan dan klik kanan
- Pada bagian sebelah kiri terdapat AllVehTypes dan VehClasses. AllVehTypes dicentang apabila rute tersebut digunakan untuk semua jenis kendaraan.

5.3.8 Desire Speed Distributions

Desire speed adalah kecepatan target yang ingin dicapai kendaraan. Pada tahap ini, dilakukan input kecepatan rata – rata berdasarkan hasil survei kecepatan titik di lapangan untuk masing – masing pendekat. Kecepatan ini kemudian diaktifkan sesuai dengan lokasi pendekatnya.

- c. DesSpeedDist > Isi Name sesuai tipe kendaraan (isi nama seperti free flow speed MC) > klik OK



Gambar 41. Pengaturan Disered Speed Distribution

- d. Base data > distribution > disered speed > lalu copy data class interval dan cum freq pada data excel dan paste.

NB : pada vissim diagram flow menggunakan kend/jam, bukan smp/jam. Tetapi pada olah data menggunakan smp/jam

Class Interval	Cum Freq
24	0.00
27	0.00
30	0.01
33	0.02
36	0.04
39	0.06
42	0.15
45	0.23
48	0.35
51	0.48
54	0.59
57	0.72
60	0.81
63	0.97
66	1.00

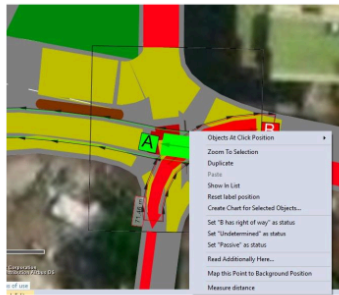
Gambar 42. Input Data Disered Speed

5.3.9 Conflict Area Dan Signal Controller

Dalam pemodelan lalu lintas menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM, pendekatan pengaturan arus kendaraan dibedakan berdasarkan jenis simpang, yaitu simpang tidak ber-APILL (eksisting) dan simpang ber-APILL (rencana). Setiap jenis simpang menggunakan metode kontrol yang berbeda dalam simulasi, yaitu prioritas dan pengaturan waktu siklus sinyal.

1. Conflict Area

Conflict Area digunakan untuk mengontrol kendaraan agar tidak saling bertabrakan satu sama lain. Conflict Area juga dapat digunakan untuk memprioritaskan kendaraan agar jalan terlebih dahulu sesuai kondisi dilapangan. Area yang berwarna kuning merupakan area terjadinya konflik yang secara default dianalisis oleh software VISSIM. Setelah dilakukan pengaturan maka akan muncul warna hijau dan merah. Warna hijau menyatakan arus kendaraan yang didahulukan dan warna merah merupakan kendaraan yang menunggu. Langkah untuk memunculkan Conflict Area dapat dijalankan dengan cara :

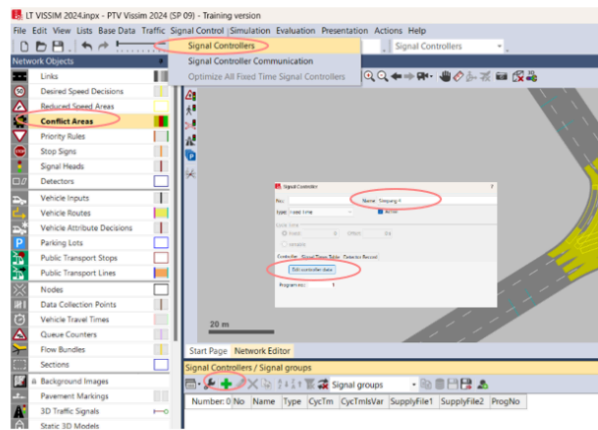


Gambar 43. Langkah-Langkah Pengaturan Conflict Areas

- a. Klik Conflict Area pada Network Object > tekan konflik pada link dengan tanda warna kuning > klik kanan > set status 2 wats for 1 salah satu link akan berwarna hijau dan link lainnya berwarna merah atau keduanya berwarna merah (jika warna hijaunya kebalik di set lagi, hijaunya lurus)

2. Signal Controller

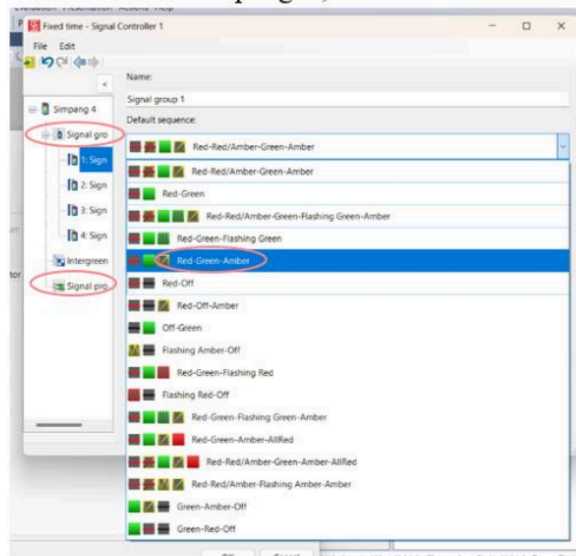
Pada kondisi rencana, ketika simpang dirancang untuk menggunakan APILL, pengaturan lalu lintas dalam VISSIM dilakukan melalui pengaturan sinyal lalu lintas (signal control). Dalam hal ini, digunakan waktu siklus (cycle time) yang terdiri dari fase-fase sinyal, yaitu waktu hijau, kuning, dan merah untuk setiap pendekatan atau arah. **Signal Controllers digunakan untuk mengatur lampu lalu lintas pada persimpangan. Sebelum membuat Signal Controllers kita harus menyimpan data sesuai kondisi di lapangan. Cara untuk membuat Signal Controllers yaitu :**



Gambar 44. Pengaturan *Signal Control* Pada Vissim

1. a. **Klik Signal Control pada Menu Bar > Klik Signal Controllers > Klik Add pada jendela Signal Controller/tanda tambah hijau > lalu masukkan nama Signal Controller (contoh simpah 4) > Klik Edit Signal Control > beri nama simpang 4**
2. b. **Klik Signal Groups > Klik simbol Plus (New) sebanyak lengan yang akan di (contoh 4 fase) > tekan tanda (+) di sebelah Signal Groups > pilih default sequence > red-green-ember > beri nama signal lalu masukkan waktu durasi untuk lampu Merah, All Red, Hijau serta**

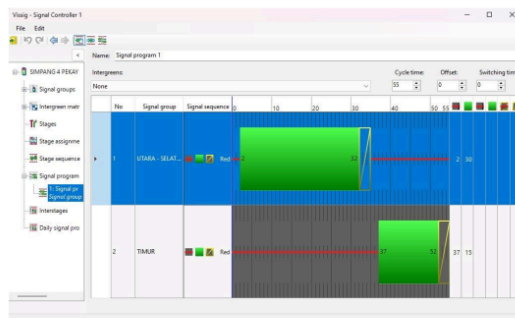
Kuning (waktu siklus). (contoh masukkan red 2 green 5 ember 3
sesuaikan fase dilapangan)



Gambar 45. Langkah-Langkah Pengaturan Signal Control

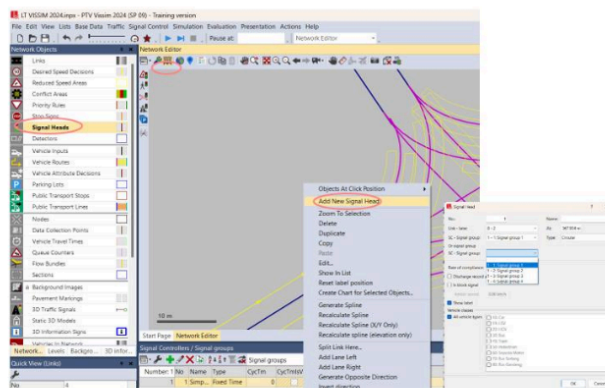
- c. Setelah Signal Group dibuat > Intergreen > klik disebelah intergreen > ketik 5 disemua kolom
- d. Untuk mengatur waktu siklus setiap signal yaitu dengan cara > Klik Signal Program > kemudian pilih jenis lampu lalu lintas di Signal Sequence > lalu atur Cycle Time (Waktu Siklus) contoh masukkan 55 > masukkan waktu green di signal goup 1 mulai dari 2 lalu waktu hijau 29 > signal 2 waktu hijau 15 > seterusnya atur peletakan Signal yang inginkan > Klik Save data and go back vissim (warna kuning) > Klik OK

NB = Intergreen : jumlah antara ember dan red all, cycle time : semua waktu hijau ditambah semua intergreen



Gambar 46. Input Data *Signal Control*

2. Klik **Signal Head** > pilih lengan jalan yang akan dibuat **Signal Controllers** lalu tekan **CTRL + A** > Klik kanan pada mouse > add new signal head > **1** maka akan muncul menu pilih **SC (Signal Controllers)** yang telah dibuat sebelumnya lalu klik nomor yang akan dimasukkan > cek apakah mengenai konektor jika tidak > **2** Klik **OK** > lakukan hal yang sama pada lengan-lengan jalan yang lain.

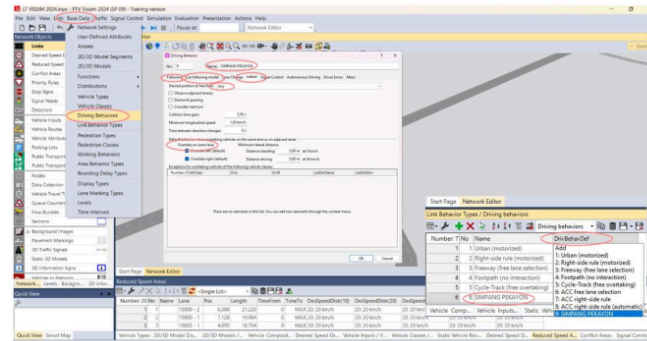


Gambar 47. Langkah-langkah Pengaturan *Signal Head*

5.3.10 Kalibrasi *Driving Behavior*

Perilaku pengemudi atau *Driving Behaviour* merupakan parameter dari VISSIM yang secara langsung mempengaruhi kondisi antar kendaraan. *Driving*

Behaviour harus disesuaikan dengan kondisi eksisting di lapangan agar simulasi yang dibuat pada software VISSIM dapat mewakili kondisi lapangan. Pengaturan ini disebut proses kalibrasi. Apabila hasilnya tidak mewakili kondisi di lapangan, maka diperlukan pengaturan ulang atau kalibrasi agar sesuai kondisi di lapangan dengan memasukkan data survei lapangan. Langkah untuk mengatur Driving Behaviour dapat dilakukan dengan cara :



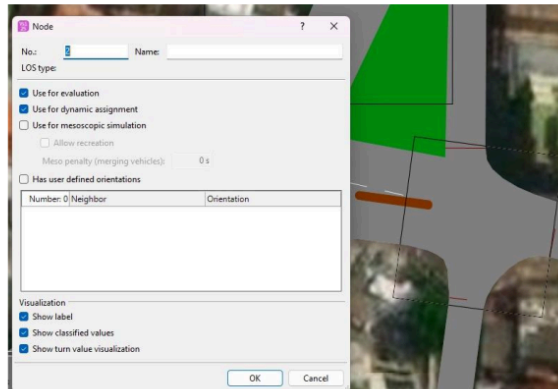
Gambar 48. Input Data Driving Behavior

- a. ² Klik Base Data pada Menu Bar > Klik Driving Behaviour > Akan keluar jendela lalu tambahkan 1 buah driving behavior > beri nama (Pekayon) > klik car following model rubah menjadi wademann 74
NB : wedemann 74 (lalu lintas diperkotaan), wedemann 99 (lalu lintas luar kota)
- b. ³ Klik Lateral > desired position at free flow > rubah menjadi any > overtake on same lane > dicentang keduanya > distance standing dari 1 diubah menjadi 0,80 > distance driving diubah dari 1 menjadi 0,80
- c. ⁷ Klik car following model > Atur nilai Average Standstill Distance menjadi 0,80 > Additive Part of Safety Distance dirubah menjadi 0,80 > Multiplic Part of Safety Distance dirubah menjadi 1,50
- d. Jika sudah ubah link urban menjadi driving behavior yang sudah dibuat (Pekayon) > base data > link behavior types > tambah lalu rubah nama Pekayon > drivbehaviorf rubah menjadi Pekayon

5.3.11 Nodes

Nodes merupakan tools yang digunakan untuk menghitung kinerja simpang. Pada nodes ini dapat digunakan untuk menghitung kendaraan yang memasuki simpang (seperti survei CTMC), dapat menghitung Panjang antrian, level of servis, dll.

- a. ADD Nodes pada simpang yang ingin dihitung kinerjanya



Gambar 49. Langkah-langkah Pengaturan Nodes

5.3.12 Evaluation

Tahap ini digunakan untuk menampilkan hasil simulasi berupa output kinerja lalu lintas. Pengguna dapat mengatur bentuk tampilan hasil, baik berupa grafik, data statistik, maupun animasi visual dari pergerakan kendaraan selama simulasi.

1. Result List dan Configuration Result List

Result List dan Configuration Result List digunakan untuk menampilkan jendela hasil running. Langkah yang dapat dilakukan dengan cara :

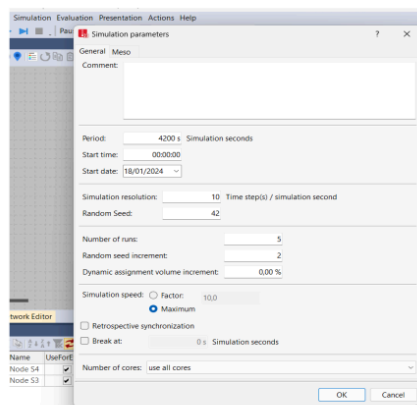
- a. Klik Evaluation pada Menu Bar – Klik Result List – Klik Data Collection, Delays, Queue Length

5.3.13 Simulation

Simulation parameter merupakan pengaturan yang digunakan untuk mengatur jumlah running vissim yang digunakan sehingga dapat melakukan validasi dengan benar.

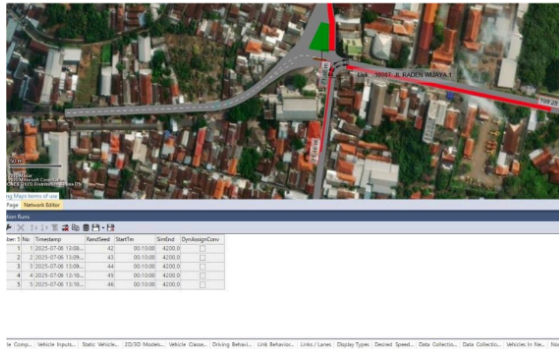
1. Simulation – Parameters

- a. Period apabila menggunakan vissim pro baru bisa sejam (3600 detik, namun disetting menjadi 4200 karna tambahan start simulasi dari menit ke 10) apabila student hanya 10 menit (600 detik).
- b. Start time jangan langsung mulai dari nol, dikarenakan agar dapat mendekati jumlah vehicle eksisting.
- c. Number of runs minimal run 5, disarankan 10, maksimal 20.



Gambar 52. Langkah-Langkah Pengaturan *Simulation*

- d. Evaluation – Result List – Simulation Runs
- e. Pastikan untuk simulation runs kosong, kemudian running dan tunggu sampai running selesai dan jumlah simulation runs sesuai dengan yang diatur pada simulation – parameter di number of runs



Gambar 53. Tampilan Hasil Simulation

5.4 Kalibrasi Dan Validasi Model Vissim

Agar hasil simulasi yang diperoleh benar – benar merepresentasikan kondisi aktual di lapangan, maka perlu dilakukan proses kalibrasi model mikrosimulasi menggunakan pendekatan *trial and error*. Kalibrasi ini dilakukan dengan cara mengubah dan menyesuaikan nilai – nilai pada parameter perilaku pengemudi atau *driving behavior* dilakukan beberapa kali percobaan dengan berbagai macam nilai yang tersedia di dalam perangkat lunak Vissim, agar sesuai dengan karakteristik pengemudi dan dinamika lalu lintas yang terjadi di Simpang 4 Pekayon. Proses ini bertujuan untuk meminimalkan perbedaan antara hasil simulasi dengan kondisi nyata di lapangan, sehingga model yang dihasilkan menjadi valid. Adapun data lengkap nilai parameter yang diubah dalam perangkat lunak Vissim untuk menyesuaikan model simulasi dengan kondisi eksisting di Simpang 4 Pekayon, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. 6 Parameter Validasi Model Vissim

Parameter	Nilai	
	Sebelum	Sesudah
<i>Average Standstill Distance</i>	2,00	0,80
<i>Additive Part Of Safety Distance</i>	2,00	0,80
<i>Multiplic. Part Of Safety Distance</i>	3,00	1,50
<i>Desired Position At Free Flow</i>	<i>Middle Of Lane</i>	<i>Any</i>
<i>Overtake Left</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>
<i>Overtake Right</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>
<i>Distance Standing</i>	1,00	0,80
<i>Distance Driving</i>	1,00	0,80

Berdasarkan **Tabel 5.6** parameter kalibrasi yang telah disesuaikan, berikut merupakan penjelasan dari masing – masing parameter perilaku pengemudi *driving behavior* yang digunakan dalam simulasi mikroskopik pada 4 Pekayon dengan menggunakan perangkat lunak Vissim:

1. *Average Standstill Distance*

Jarak rata – rata antar kendaraan yang berada dalam posisi berhenti di simpang. Nilai ini mencerminkan seberapa rapat pengemudi menjaga jarak saat berhenti, misalnya saat menunggu sinyal hijau atau dalam kondisi antrean panjang.

2. *Additive Part of Safety Distance*

Komponen tambahan dari jarak aman antar kendaraan. Parameter ini berfungsi untuk memberikan ruang ekstra di luar perhitungan standar, terutama dalam kondisi lalu lintas padat atau saat pengemudi merasa perlu menjaga jarak lebih besar.

3. *Multiplicative Part of Safety Distance*

Komponen pengali dari jarak aman. Artinya, parameter ini menentukan seberapa besar jarak antar kendaraan dikalikan untuk menyesuaikan dengan kecepatan dan karakteristik pengemudi di lapangan.

4. *Desired Position at Free Flow*

Menunjukkan jalur atau posisi kendaraan yang diinginkan ketika berada dalam kondisi arus bebas, yaitu ketika tidak ada hambatan dari kendaraan lain di sekitarnya. Parameter ini menggambarkan perilaku pengemudi dalam memilih posisi lajur secara alami.

5. *Overtake on Same Lane (Overtake Left dan Overtake Right)*

Menggambarkan perilaku pengemudi dalam melakukan manuver menyalip pada lajur yang sama, baik ke kiri maupun ke kanan. Nilai ini menentukan apakah pengemudi diperbolehkan menyalip pada lajur tersebut dan seberapa sering perilaku itu terjadi.

6. *Distance Standing*

Jarak antar kendaraan dalam kondisi berhenti. Nilai ini sedikit berbeda dari *average standstill distance* karena mempertimbangkan jarak aktual minimum antar kendaraan saat berhenti di belakang kendaraan lain.

7. *Distance Driving*

Jarak antar kendaraan dalam kondisi bergerak, khususnya saat kendaraan sedang mendekati simpang. Parameter ini penting untuk mencerminkan reaksi pengemudi saat melambat atau mengatur kecepatan ketika berada di dekat zona konflik atau area berhenti.

Setelah dilakukan penyesuaian terhadap parameter driving behavior dalam simulasi Vissim, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi model untuk memastikan bahwa hasil simulasi telah mendekati kondisi aktual di lapangan. Validasi ini penting agar simulasi dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan yang dapat diandalkan dalam perencanaan dan evaluasi lalu lintas. Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kedekatan antara data simulasi dan data observasi lapangan adalah dengan menggunakan uji GEH (Geoffrey E. Havers statistic).

Tabel 5. 7 Nilai GEH (Geoffrey E. Havers statistic).

32 Nilai GEH	Keterangan
GEH < 5	Hasil Diterima
5 < GEH < 10	Kemungkinan kesalahan pemodelan atau data buruk
GEH > 10	Hasil Ditolak

Dalam pemodelan Simpang 4 Pekayon menggunakan perangkat lunak Vissim, proses validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan data eksisting yang diperoleh dari survei lapangan. Indikator utama yang digunakan dalam validasi ini adalah volume kendaraan selama 1 jam tersibuk untuk melihat data volume lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 27 yaitu pada saat jam puncak sore hari, yang merepresentasikan beban lalu lintas tertinggi pada simpang. Volume ini dijadikan sebagai tolok ukur karena memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja simpang secara keseluruhan. Selanjutnya, hasil simulasi Vissim yang telah

melalui proses kalibrasi dibandingkan dengan data volume aktual menggunakan pendekatan statistik uji GEH.

Berikut ini disajikan perbandingan antara volume eksisting dan volume hasil simulasi untuk masing – masing pendekat dan jenis kendaraan selama satu jam tersibuk, yang akan digunakan untuk menghitung nilai GEH sebagai dasar penilaian validitas model simulasi.

Tabel 5. 8 Hasil Volume Eksisting dan Volume Simulasi

Pendekat	Volume Total Eksisting	Volume Total Simulasi
Utara	4,162	4,222
Selatan	1,391	1,387
Barat	1,838	1,878

Berdasarkan volume total eksisting yang diperoleh dari survei lapangan dan volume total hasil simulasi dari perangkat lunak Vissim. Selanjutnya, dilakukan proses validasi model menggunakan metode uji GEH (Geoffrey E. Havers). Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa model yang telah dikembangkan mencerminkan kondisi nyata di lapangan, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu yang akurat dalam perencanaan dan evaluasi sistem pengendalian lalu lintas di Simpang 4 Pekayon. Adapun tabel berikut menyajikan hasil perhitungan nilai GEH pada Simpang 4 Pekayon, yang menjadi dasar dalam menilai validitas keseluruhan model.

Tabel 5. 9 Hasil Uji GEH

Pendekat	Volume Eksisting	Volume Simulasi	Uji GEH	Keterangan
Utara	4,162	4,222	0,93	Diterima
Selatan	1,391	1,387	0,11	Diterima
Timur	1,838	1,878	0,93	Diterima

Tabel di atas merupakan hasil perhitungan uji GEH yang digunakan untuk melakukan validasi terhadap model simulasi Vissim yang telah dibuat. Sampel data yang digunakan dalam validasi ini adalah volume kendaraan selama 1 jam tersibuk, yang dianggap mewakili beban lalu lintas maksimum di simpang. Berdasarkan hasil uji GEH, diperoleh nilai yang seluruhnya berada di bawah ambang batas 5, yaitu pada pendekat Utara sebesar 0,93, pendekat Selatan sebesar 0,11, dan pendekat Timur sebesar 0,93. Nilai – nilai tersebut menunjukkan bahwa selisih antara volume

hasil simulasi dan volume eksisting sangat kecil dan masih dalam rentang toleransi yang dapat diterima menurut standar evaluasi GEH.

5.5 Perencanaan Simpang

Simpang 4 Pekayon merupakan simpang tidak bersinyal yang memiliki volume lalu lintas cukup tinggi, sebagaimana ditunjukkan melalui hasil survei gerakan membelok terklasifikasi (CTMC) yang dilakukan selama 16 jam, yaitu dari pukul 05.00 hingga 21.00 WIB. Berdasarkan data tersebut, dapat dilihat bahwa lalu lintas pada simpang ini didominasi oleh arus yang padat, khususnya pada pendekatan mayor. Untuk menentukan apakah simpang ini memerlukan pengendalian sinyal, maka perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut dengan mengacu pada grafik penentuan tipe pengendalian simpang yang didasarkan pada arus lalu lintas pendekatan mayor dan minor sebagaimana tercantum dalam PKJI 2023. Grafik tersebut memberikan batasan apakah suatu simpang sebaiknya menggunakan pengendalian tak bersinyal, bersinyal, atau bundaran berdasarkan tingkat arus masuk.

Karena durasi survei volume dilakukan selama 16 jam, maka perlu dilakukan perhitungan LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata) sebagai dasar dalam pengambilan keputusan terhadap bentuk pengendalian yang tepat. Berikut ini disajikan perhitungan nilai LHR, yang dihitung dengan menjumlahkan volume kendaraan selama periode 16 jam, dengan rumus sesuai pedoman PKJI 2023.

$$q_{JP} = LHRT \times K$$

Untuk mencari nilai K didapatkan dengan menggunakan rumus:

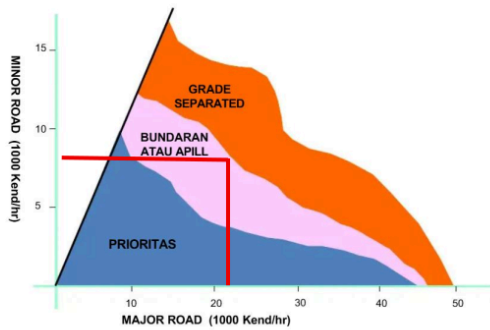
$$\text{Peak Hour Factor (PHF)} = \frac{\text{Laju arus jam jaman (q60)}}{4 \times \text{laju arus 15 menit puncak (q15)}}$$

$$\text{Peak Hour Factor (PHF)} = \frac{1845,35}{4 \times 481,55} = 0,96$$

$$q_{JP} \text{ Mayor Utara dan Selatan} = 14,897 + 9,140 \times 0,96 = 23,07$$

$$q_{JP} \text{ Minor Timur} = 9,011 \times 0,96 = 8,650$$

Pada Simpang 4 Pekayon, hasil perhitungan menunjukkan bahwa arus lalu lintas pada pendekatan minor sebesar 8,650 kend/hari, sedangkan arus pendekatan mayor sebesar 23,07 kend/hari.



Gambar 54. Tipe Penentuan Simpang

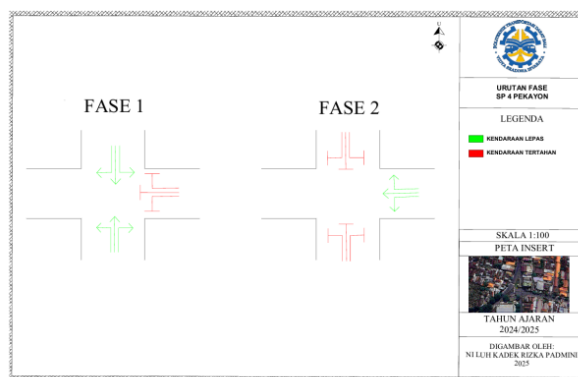
Berdasarkan grafik penentuan tipe pengendalian simpang pada Gambar 53. sesuai pedoman *Australian Road Research Board*, nilai arus mayor kurang dari 40 dan arus minor kurang dari 9 hal tersebut mengindikasikan bahwa tipe pengendalian simpang yang direkomendasikan adalah simpang dengan pengendalian Bundaran atau APILL. Dimana posisi Bundara dengan APILL dianggap setara atau kondisi arus yang sama.

Namun, dari hasil observasi langsung di lapangan diketahui bahwa kondisi eksisting Simpang 4 Pekayon tidak mendukung penerapan bundaran karena terbatasnya ruang simpang dan arus di tiap lengan simpang tidak setara. Melihat dari kondisi tersebut pemilihan bundaran belum menjadi pilihan yang mendesak, maka APILL bisa menjadi pilihan yang lebih relevan karena tidak perlu modal untuk pembangunan bundaran baru dengan melihat dari rekomendasi penelitian terdahulu pada Tabel 3.6 bahwa simpang ber – APILL dapat mengurangi terjadinya konflik. Selain itu, Penggunaan APILL juga dapat menjaga kapasitas persimpangan terutama pada saat jam sibuk, serta untuk menekan risiko kecelakaan akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang saling berlawanan. Dalam penerapannya, demi menjamin aspek keselamatan, sistem sinyal lalu lintas tidak hanya terdiri dari lampu hijau dan merah saja, tetapi juga harus dilengkapi dengan lampu kuning dan fase semua merah *all red*. Lampu kuning berfungsi untuk memberi peringatan kepada kendaraan bahwa waktu fase hijau akan segera berakhir. Sementara itu, fase

all red memberikan jeda waktu bagi kendaraan terakhir dari fase sebelumnya untuk keluar dari zona konflik, sebelum kendaraan dari fase berikutnya mulai bergerak dan memasuki area tersebut.

5.6 Perencanaan Tipe Fase Simpang Ber – APILL

Penentuan jumlah fase pada simpang ber – APILL merupakan langkah krusial dalam perencanaan sistem pengendalian lalu lintas, karena bertujuan untuk menghindari konflik antar pergerakan kendaraan yang dapat mempengaruhi keselamatan dan kinerja simpang. Simpang 4 Pekayon merupakan simpang empat, namun dalam fungsinya hanya tiga lengan yang berperan sebagai pendekat aktif, sedangkan satu lengan lainnya hanya berfungsi sebagai lengan keluar atau tidak melayani arus masuk ke simpang. dipilih skema pengaturan sinyal dengan dua fase.



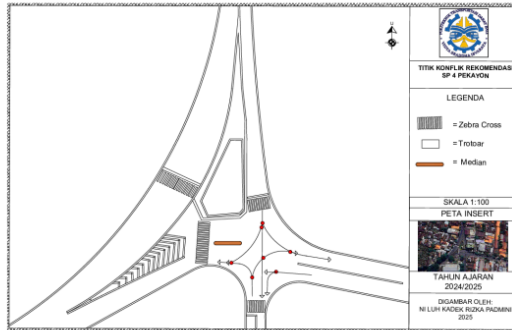
Gambar 55. Tipe 2 Fase

Dalam perencanaan pengaturan sinyal lalu lintas pada simpang, pemilihan jumlah fase menjadi salah satu aspek penting yang mempengaruhi kinerja simpang secara keseluruhan. Berdasarkan hasil analisis awal, pengaturan dua fase dipilih sebagai opsi utama karena memberikan kapasitas maksimum dan tundaan rata – rata yang paling rendah dibandingkan dengan pengaturan 3 fase. Pengaturan tiga fase pada simpang ber – Apill memang terbukti mampu mengurangi konflik sebanyak 6 titik konflik terdiri dari 3 konflik crossing dan 3 konflik merging tetapi pengaturan 3 fase memiliki beberapa kekurangan, di antaranya adalah menurunnya

kapasitas simpang karena waktu hijau terbagi lebih banyak fase. Hal ini menyebabkan tundaan lalu lintas meningkat dan waktu siklus menjadi lebih panjang. Maka, pengaturan 2 fase dipilih pada penerapan simpang 4 pekayon dilihat dari volume lalu lintas sedang atau arus belok kanan yang masih dapat ditangani dengan 2 fase serta pengaturan 2 fase sudah mampu menghilangkan konflik utama atau primer (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023). Selain itu, pada pengaturan dua fase kendaraan dari dua arah berlawanan diberikan giliran secara bergantian, sehingga masing – masing fase mendapatkan waktu hijau yang lebih panjang. Hal ini memungkinkan lebih banyak kendaraan dilayani dalam satu siklus, sehingga cocok digunakan pada simpang dengan volume lalu lintas tinggi dan distribusi arus yang relatif seimbang.

Keunggulan lain dari pengaturan dua fase adalah kesederhanaan dalam pengaturan sinyal dan efisiensi waktu siklus. Semakin sedikit jumlah fase, maka waktu hilang *lost time* per siklus juga akan semakin sedikit, sehingga waktu efektif untuk melayani kendaraan menjadi lebih optimal. Selain itu, pengaturan 2 fase dapat memisahkan konflik – konflik primer. Kondisi ini menjadikan pengaturan dua fase ideal digunakan pada simpang dengan jumlah lengan terbatas dan konfigurasi geometri yang relatif sederhana, seperti halnya Simpang 4 Pekayon yang secara fisik memiliki empat lengan, namun hanya tiga lengan yang berfungsi sebagai pendekat.

Selain itu, pengaturan dua fase juga dinilai sesuai karena belum ditemukan volume belok kanan yang melebihi ambang batas 200 SMP/jam, sehingga tidak diperlukan fase khusus untuk belok kanan pada awal perencanaan. Selama konflik belok kanan masih dapat ditangani melalui manajemen ruang tunggu di tengah simpang, sistem dua fase tetap menjadi pilihan paling efisien. Dengan kondisi tersebut, penerapan dua fase sinyal dianggap cukup efektif untuk mengeliminasi potensi konflik, khususnya jenis konflik tabrakan depan – samping yang umum terjadi pada simpang dengan pergerakan bersilangan. Selain itu, penggunaan dua fase juga dapat meningkatkan efisiensi siklus sinyal karena waktu hijau dapat dialokasikan secara optimal pada pendekat yang aktif, tanpa perlu membagi ke dalam banyak fase.



Gambar 56. Titik Konflik Setelah Penerapan APILL

Pada **Gambar 55**, merupakan penerapan pengaturan sinyal tipe dua fase di Simpang 4 Pekayon, terjadi pengurangan jumlah titik konflik sebanyak 3 titik, yang terdiri dari 2 titik konflik primer (crossing) dan 1 titik konflik sekunder (merging). Pengurangan ini disebabkan oleh pemisahan waktu antar pergerakan yang saling berpotongan, sehingga kendaraan tidak lagi bergerak secara bersamaan di titik konflik tersebut. Dengan berkurangnya konflik crossing dan merging, potensi terjadinya kecelakaan serta hambatan lalu lintas di area simpang dapat diminimalkan, yang pada akhirnya meningkatkan keselamatan dan keteraturan arus lalu lintas secara keseluruhan.

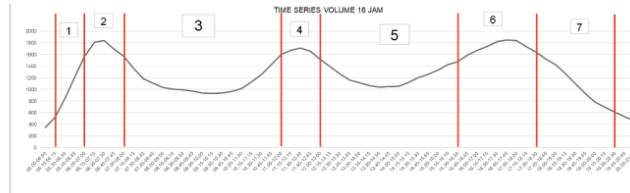
5.7 Perencanaan Plan APILL

Penentuan plan pada simpang ber – APILL berfungsi sebagai pemisah waktu operasional harian yang membagi satu hari menjadi beberapa periode berdasarkan karakteristik volume lalu lintas. Setiap plan dirancang untuk mewakili kondisi lalu lintas tertentu dan membutuhkan pengaturan waktu siklus sinyal yang sesuai agar kinerja simpang tetap optimal.

Dalam penelitian ini, penentuan plan dilakukan menggunakan data volume kendaraan selama 16 jam pengamatan, yaitu dari pukul 05.00 hingga 21.00 WIB, dengan interval waktu per 15 menit dalam rentang satu jam atau bisa dikatakan *time series*.

Selanjutnya, hasil pembagian plan divalidasi menggunakan pedoman PKJI 2023, dengan memperkirakan arus yang membutuhkan waktu siklus minimum

dalam penentuan kapan flashing dan kapan ada sinyal. Sedangkan untuk periode sibuk dengan melihat kapan siklus awal sudah mencapai >0,85. Dengan asumsi derajat kejenuhan diatas 085 diperlukan tindakan penyesuaian atau perbaikan. Dalam kondisi tersebut, penentuan siklus baru menjadi penting guna mengembalikan atau meningkatkan kinerja operasional simpang. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada **Gambar 56**. grafik time series simpang selama 16 jam beserta penjelasan setiap plannya.



Gambar 57. Grafik Time Series Simpang Selama 16 Jam

Berikut disajikan perhitungan penentuan plan ¹⁰ dapat dilihat pada persamaan (3.1) sampai dengan (3.13)

5.7.2 Flashing

Pada pukul 05.00 – 06.15 akan diterapkan *flashing*, dengan perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5. 10. Penentuan Berakhirnya *Flashing*

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau			Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T	U		S	T	
05.00-06.00	174	102	74.2	349.5	8	4	22	0.18	0.14	0.18	
05.15-06.15	234	161	126	521.3	8	9	28	0.27	0.29	0.19	

Berdasarkan **Tabel 5.10**, diketahui bahwa awal mulainya *flashing* diterapkan pada pukul 05.00 – 06.00 hingga 05.15 – 06.15. Hal ini ditunjukkan dengan belum terpenuhinya waktu hijau minimum untuk tipe dua fase, sehingga pada rentang waktu tersebut volume lalu lintas belum memenuhi kriteria untuk diberlakukannya waktu siklus.

5.7.3 Plan 1

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang, plan 1 diterapkan pada periode waktu pukul 06.15 – 07.00 WIB, dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5. 11 Penentuan Batas Awal *Plan 1*

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau		Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T		U	S	T
05.15-06.15	234	161	126	521.3	8	9	28	0.27	0.29	0.19
05.30-06.30	387	254	208	847.85	10	10	30	0.66	0.45	0.32
05.45-06.45	555	371	299	1224.5	10	10	30	0.64	0.67	0.43
06.00-07.00	732	481	370	1583.3	10	10	30	0.84	0.94	0.53

Berdasarkan **Tabel 5.11**, masa berakhirnya mode *flashing* dan dimulainya *Plan 1* terjadi pada pukul 06.15 – 06.15 hingga 06.00 – 07.00 WIB. Hal ini terlihat dari waktu siklus lampu yang mulai mendekati batas minimum untuk pengaturan 2 fase. Maka, waktu tersebut dijadikan sebagai awal penerapan *Plan 1*. Sementara itu, berakhirnya *plan 1* atau peralihan dari *Plan 1* ke *Plan 2*, terjadi pada pukul 06.00 – 07.00 WIB. *Plan 1* berakhir ketika derajat kejenuhan melampaui batas 0,85 yang menandakan bahwa kondisi lalu lintas sudah terlalu padat, sehingga perlu beralih ke pengaturan berikutnya.

5.7.4 *Plan 2*

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang, *plan 2* diterapkan pada periode waktu pukul 07.15 – 08.00 WIB, dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5. 12 Penentuan Batas Awal *Plan 2*

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau		Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T		U	S	T
06.15-07.15	855	561	411	1827.3	29	15	54	0.61	0.72	0.70
06.30-07.30	870	581	404	1855.6	29	15	54	0.62	0.75	0.69
06.45-07.45	803	521	377	1701	29	15	54	0.57	0.63	0.74
07.00-08.00	737	473	354	1564.2	29	15	54	0.52	0.56	0.85

Berdasarkan **Tabel 5.12**, Awal dimulainya *Plan 2* atau peralihan dari *Plan 1* ke *Plan 2*, terjadi pada pukul 06.15 – 07.15 hingga 07.00 – 08.00 WIB. Hal ini ditandai dengan memburuknya kondisi lalu lintas terutama di lengan timur di mana derajat kejenuhan melebihi batas 0,85. Maka, waktu ini ditetapkan sebagai awal penerapan *Plan 2* dan berakhirnya *plan 2* atau *Plan 2* bisa berakhir pada saat terjadi perpotongan garis pada grafik time series, yang menunjukkan bahwa pola volume lalu lintas mulai mirip dengan periode selanjutnya. Penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada **Gambar 56**.

5.7.5 *Plan 3*

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang, *plan 3* diterapkan pada periode waktu pukul 08.15 – 12.00 WIB, dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5.13 Penentuan Batas Awal *Plan 3*

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau		Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T		U	S	T
07.15-08.15	645	402	312	1358.5	18	11	39	0.53	0.53	0.52
07.30-08.30	548	347	285	1179.4	18	11	39	0.45	0.44	0.48
07.45-08.45	497	340	266	1102.6	18	11	39	0.41	0.43	0.45
08.00-09.00	453	327	249	1029.1	18	11	39	0.37	0.41	0.42
08.15-09.15	452	308	242	1001.6	18	11	39	0.37	0.38	0.41
08.30-09.30	458	299	235	992.3	18	11	39	0.38	0.37	0.40
08.45-09.45	457	286	228	971.3	18	11	39	0.38	0.35	0.38
09.00-10.00	446	272	217	934.95	18	11	39	0.37	0.33	0.36
09.15-10.15	445	279	209	932.6	18	11	39	0.37	0.34	0.35
09.30-10.30	456	277	206	938	18	11	39	0.38	0.34	0.35
09.45-10.45	490	268	204	962.2	18	11	39	0.40	0.32	0.34
10.00-11.00	542	263	210	1014.8	18	11	39	0.45	0.32	0.35
10.15-11.15	615	296	216	1126.2	18	11	39	0.51	0.36	0.36
10.30-11.30	687	350	216	1252.9	18	11	39	0.57	0.44	0.36
10.45-11.45	754	435	231	1419.3	18	11	39	0.62	0.58	0.39
11.00-12.00	822	524	253	1598	18	11	39	0.68	0.85	0.42

Berdasarkan **Tabel 5.13**, diketahui bahwa awal dimulainya *plan 3* atau peralihan dari periode *plan 2* menjadi *plan 3* terjadi pada pukul 07.15 – 08.15 hingga 11.00 – 12.00 WIB. Hal ini ditandai dengan menurunnya kinerja lalu lintas, khususnya pada lengan selatan, di mana nilai derajat kejenuhan melebihi ambang batas 0,85. Dengan demikian, waktu tersebut ditetapkan sebagai awal dan akhiran diterapkannya *Plan 3*. Selain itu, akhir dari *Plan 3* dapat juga ditentukan berdasarkan titik perpotongan garis pada grafik time series, yang mengindikasikan adanya pola volume lalu lintas yang serupa dengan periode berikutnya. Informasi lebih rinci mengenai grafik time series dapat dilihat pada **Gambar 56**.

5.7.6 *Plan 4*

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang, *plan 4* diterapkan pada periode waktu pukul 12.15 – 13.00 WIB, dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5.14 Penentuan Batas Awal *Plan 4*

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau		Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T		U	S	T
11.15-12.15	828	563	280	1670.7	21	10	41	0.61	0.74	0.54

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau		Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T		U	S	T
11.30-12.30	821	575	311	1706.1	21	10	41	0.61	0.76	0.60
11.45-12.45	789	539	325	1653.3	21	10	41	0.59	0.69	0.63
12.00-13.00	719	478	316	1513.1	21	10	41	0.54	0.59	0.84

Berdasarkan **Tabel 5.14**, diketahui bahwa awal dimulainya *plan 4* atau peralihan dari periode *plan 3* menjadi *plan 4* terjadi pada pukul 11.15 – 12.15 hingga 12.00 – 13.00 WIB. Hal ini ditandai dengan menurunnya kinerja lalu lintas, khususnya pada lengan timur, di mana nilai derajat kejenuhan melebihi ambang batas 0,85. Dengan demikian, waktu tersebut ditetapkan sebagai awal dan berakhirnya diterapkannya *Plan 4*. Selain itu, akhir dari *Plan 4* dapat juga ditentukan berdasarkan titik perpotongan garis pada grafik time series, yang mengindikasikan adanya pola volume lalu lintas yang serupa dengan periode berikutnya. Informasi lebih rinci mengenai grafik time series dapat dilihat pada **Gambar 56**.

5.7.7 *Plan 5*

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang, *plan 5* diterapkan pada periode waktu pukul 13.15 – 16.45 WIB, dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5. 15 Penentuan Batas Awal *Plan 5*

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau		Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T		U	S	T
12.15-13.15	681	418	292	1390.9	18	10	38	0.55	0.54	0.52
12.30-13.30	639	366	261	1266	18	10	38	0.52	0.46	0.47
12.45-13.45	599	332	228	1158.9	18	10	38	0.48	0.40	0.41
13.00-14.00	587	318	208	1112.8	18	10	38	0.47	0.38	0.38
13.15-14.15	551	311	202	1065.2	18	10	38	0.44	0.38	0.37
13.30-14.30	527	303	204	1033.7	18	10	38	0.42	0.36	0.37
13.45-14.45	523	310	213	1045.5	18	10	38	0.42	0.38	0.38
14.00-15.00	514	318	224	1055.1	18	10	38	0.41	0.39	0.40
14.15-15.15	546	332	241	1119.2	18	10	38	0.44	0.41	0.44
14.30-15.30	593	353	259	1204.1	18	10	38	0.48	0.44	0.47
14.45-15.45	628	356	276	1259.2	18	10	38	0.50	0.44	0.50
15.00-16.00	679	356	295	1330.3	18	10	38	0.54	0.44	0.53
15.15-16.15	736	361	330	1427.6	18	10	38	0.59	0.45	0.60
15.30-16.30	732	372	370	1475	18	10	38	0.58	0.46	0.67
15.45-16.45	775	406	407	1587.5	18	10	38	0.62	0.51	0.84

Berdasarkan **Tabel 5.15**, diketahui bahwa awal dimulainya *plan 5* atau peralihan dari periode *plan 5* menjadi *plan 5* terjadi pada pukul 12.15 – 13.15 hingga 15.45 – 16.45 WIB. Hal ini ditandai dengan menurunnya kinerja lalu lintas, khususnya pada lengan timur, di mana nilai derajat kejenuhan melebihi ambang batas 0,85. Dengan demikian, waktu tersebut ditetapkan sebagai awal dan berakhirnya diterapkannya *Plan 5*. Selain itu, akhir dari *Plan 5* juga dapat ditentukan berdasarkan titik perpotongan garis pada grafik time series, yang mengindikasikan adanya pola volume lalu lintas yang serupa dengan periode berikutnya. Informasi lebih rinci mengenai grafik time series dapat dilihat pada **Gambar 56**.

5.7.8 *Plan 6*

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang, *plan 6* diterapkan pada periode waktu pukul 17.00 – 18.30 WIB, dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5. 16 Penentuan Batas Awal *Plan 6*

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau		Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T		U	S	T
16.00-17.00	779	454	435	1668.1	18	14	42	0.69	0.65	0.62
16.15-17.15	781	509	448	1738.5	18	14	42	0.69	0.76	0.64
16.30-17.30	813	558	447	1817.7	18	14	42	0.72	0.87	0.64
16.45-17.45	811	596	438	1845.4	18	14	42	0.71	0.96	0.63
17.00-18.00	809	619	405	1833.1	18	14	42	0.71	1.02	0.58
17.15-18.15	776	593	362	1730.4	18	14	42	0.69	0.96	0.52
17.30-18.30	756	558	324	1637.3	18	14	42	0.67	0.88	0.46

Berdasarkan **Tabel 5.16**, diketahui bahwa awal dimulainya *plan 6* atau peralihan dari periode *plan 5* menjadi *4* terjadi pada pukul 16.00 – 17.00 hingga 17.30 – 18.30 WIB. Hal ini ditandai dengan menurunnya kinerja lalu lintas, khususnya pada lengan timur, di mana nilai derajat kejenuhan melebihi ambang batas 0,85. Dengan demikian, waktu tersebut ditetapkan sebagai awal dan berakhirnya diterapkannya *Plan 6*. Selain itu, akhir dari *Plan 5* juga dapat ditentukan berdasarkan titik perpotongan garis pada grafik time series, yang mengindikasikan adanya pola volume lalu lintas yang serupa dengan periode berikutnya. Informasi lebih rinci mengenai grafik time series dapat dilihat pada **Gambar 56**.

5.7.9 Plan 7

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang, *plan 2* diterapkan pada periode waktu pukul 18.45 – 20.30 WIB, dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5.17 Penentuan Batas Awal *Plan 7*

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau		Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T		U	S	T
17.45-18.45	711	513	295	1518.8	24	10	44	0.50	0.61	0.62
18.00-19.00	683	445	288	1416.6	24	10	44	0.48	0.51	0.60
18.15-19.15	615	384	267	1266.3	24	10	44	0.43	0.42	0.56
18.30-19.30	531	319	247	1097.4	24	10	44	0.37	0.33	0.52
18.45-19.45	454	253	221	927.35	24	10	44	0.32	0.26	0.46
19.00-20.00	383	201	194	778.1	24	10	44	0.27	0.20	0.40
19.15-20.15	348	169	174	691.05	24	10	44	0.24	0.16	0.36
19.30-20.30	311	142	154	606.85	24	10	44	0.22	0.13	0.32

Berdasarkan **Tabel 5.17**, diketahui bahwa awal dimulainya *plan 7* atau peralihan dari periode *plan 6* menjadi *plan 7* terjadi pada pukul 17.45 – 18.45 hingga 19.30 – 20.30 WIB. Hal ini ditandai dengan meningkatnya kinerja lalu lintas, khususnya pada lengan selatan, di mana nilai derajat kejenuhan kurang dari batas 0,85 atau dianggap kendaraan pada pukul 19.30 – 20.30 sudah melandai. Dengan demikian, waktu tersebut ditetapkan sebagai awal dan berakhirnya diterapkannya *Plan 7*. Selain itu, akhir dari *Plan 7* juga dapat ditentukan berdasarkan titik perpotongan garis pada grafik time series, yang mengindikasikan adanya pola volume lalu lintas yang serupa dengan periode berikutnya. Informasi lebih rinci mengenai grafik time series dapat dilihat pada **Gambar 56**.

5.7.10 Flashing

Berdasarkan hasil perhitungan kinerja simpang, *Flashing* diterapkan pada periode waktu pukul 20.45 – 21.00 WIB, dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5.18 Penentuan Batas Awal *Flashing*

Waktu	Volume			Total	Waktu Hijau		Siklus Disesuaikan	DJ		
	U	S	T		U-S	T		U	S	T
19.45-20.45	272	123	136	531.15	5	5	24	0.29	0.29	0.29
20.00-21.00	227	110	121	457.45	5	5	23	0.25	0.25	0.25

Berdasarkan **Tabel 5.18**, diketahui bahwa awal dimulainya *flashing* atau peralihan dari periode *plan 7* menjadi *flashing* terjadi pada pukul 19.45 – 20.45 WIB, karena volume lalu lintas selama 16 jam maka berakhirnya *flashing* dapat

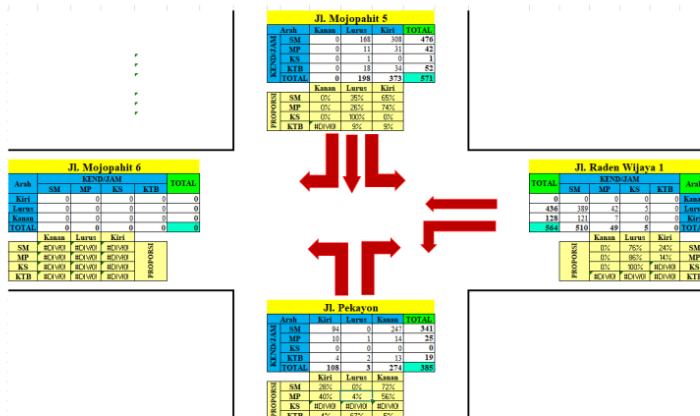
dilihat pada **Tabel 5.10**. Hal ini ditandai dengan meningkatnya kinerja simpang atau menurunnya volume lalu lintas pada jam tersebut. Dengan demikian, waktu tersebut ditetapkan sebagai awal diterapkannya *Flashing*.

5.8 Analisis Kondisi Eksisting Dengan Vissim

Setelah kondisi eksisting pada *peak hour* sudah diuji menggunakan GEH dinyatakan valid dan dilakukan proses pembagian plan, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap kinerja simpang untuk masing – masing kondisi waktu yang telah dibagi ke dalam beberapa plan, yaitu Plan 1 hingga Plan 7. Setiap plan mewakili periode waktu tertentu dalam satu hari yang memiliki karakteristik volume lalu lintas yang berbeda – beda. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui kinerja simpang secara rinci pada tiap plan, baik dari segi panjang antrian dan waktu tundaan. Analisis ini penting dilakukan agar dapat digunakan sebagai dasar perbandingan dengan hasil rekayasa lalu lintas atau perencanaan pengaturan sinyal yang diusulkan nantinya.

5.8.1 Plan 1

Berikut merupakan hasil output simulasi Vissim pada Plan 1, yang menggambarkan kinerja simpang berdasarkan dua indikator utama, yaitu panjang antrian *Queue Length* dan tundaan *Stop Delay*. Kedua indikator ini digunakan untuk mengevaluasi tingkat pelayanan simpang dalam kondisi lalu lintas pada periode waktu yang termasuk dalam Plan 1. Hasil ini menjadi *baseline* dalam membandingkan kinerja eksisting dengan kinerja pada skenario rekayasa yang dirancang, sehingga dapat dinilai sejauh mana peningkatan atau perubahan yang terjadi setelah dilakukan optimasi pengendalian lalu lintas. Berikut pada **Gambar 57** merupakan data volume lalu lintas pada plan 1 dan data lengkap hasil simulasi Plan 1 disajikan dalam **Tabel 5.10**.



Gambar 58. Volume Lalu Lintas Pada Plan 1

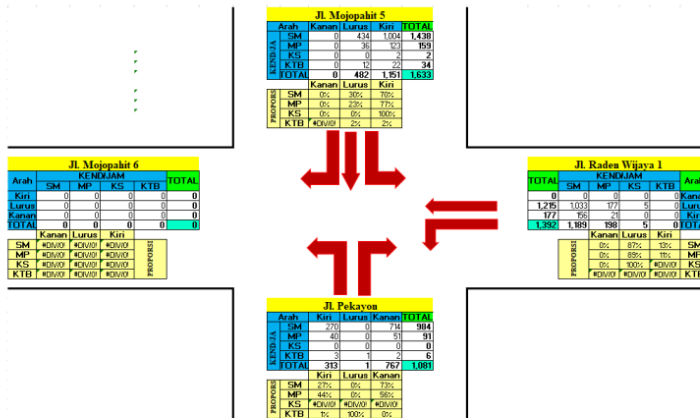
Tabel 5. 19 Hasil Kinerja Eksisting Plan 1 Pada Vissim

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	7.20	0.09
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	7.20	0.56
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	12.95	3.83
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	12.95	0.86
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	8.49	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	8.49	0.89
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	8.49	

Berdasarkan hasil analisis simulasi pada Plan 1, dapat diketahui bahwa panjang antrian tertinggi yang terjadi adalah sebesar 12,95 meter pada pendekat selatan, yang mencerminkan tingkat kepadatan lalu lintas pada periode tersebut. Sementara itu, tundaan tertinggi yang tercatat dari hasil simulasi kondisi eksisting menggunakan Vissim adalah sebesar 3,83 detik pada pendekat selatan.

5.8.2 Plan 2

Berikut merupakan hasil output simulasi Vissim pada Plan 2 yang menggambarkan kinerja simpang berdasarkan dua indikator utama, yaitu panjang antrian *Queue Length* dan tundaan *Stop Delay*. Berikut pada Gambar 58. merupakan data volume lalu lintas pada plan 2 dan data lengkap hasil simulasi Plan 2 disajikan dalam Tabel 5.20.



Gambar 59. Volume Lalu Lintas Pada Plan 2

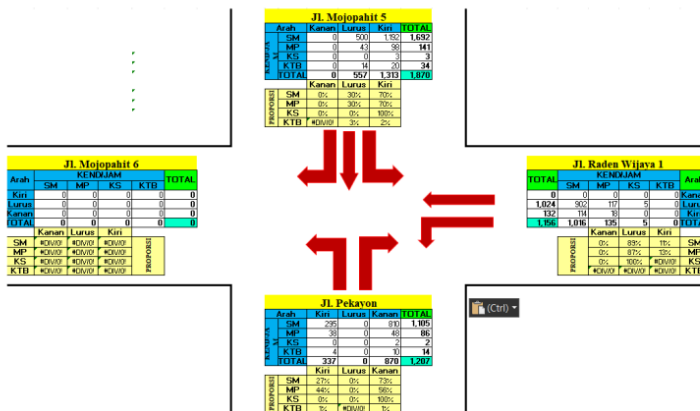
Tabel 5. 20 Hasil Kinerja Eksisting Plan 2 Pada Vissim

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	104,55	26,27
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	104,55	31,16
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	29,93	4,55
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	29,93	2,01
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	20,26	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	20,26	0,98
600 - 126	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	20,26	

Berdasarkan hasil analisis simulasi pada Plan 2, dapat diketahui bahwa panjang antrian tertinggi yang terjadi adalah sebesar 104,55 meter pada pendekat timur, yang mencerminkan tingkat kepadatan lalu lintas pada periode tersebut. Sementara itu, tundaan tertinggi yang tercatat dari hasil simulasi kondisi eksisting menggunakan Vissim adalah sebesar 31,16 detik pada pendekat timur.

5.8.3 Plan 3

Berikut merupakan hasil output simulasi Vissim pada Plan 3 yang menggambarkan kinerja simpang berdasarkan dua indikator utama, yaitu panjang antrian *Queue Length* dan tundaan *Stop Delay*. Berikut pada Gambar 59. merupakan data volume lalu lintas pada plan 3 dan adapun data lengkap hasil simulasi Plan 3 disajikan dalam Tabel 5.21.



Gambar 60. Volume Lalu Lintas Pada Plan 3

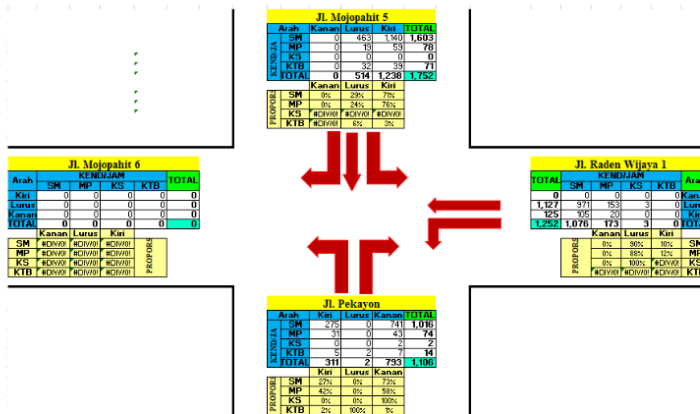
Tabel 5. 21 Hasil Kinerja Eksisting Plan 3 Pada Vissim

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	14.62	0,50
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	14.62	1,44
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	19.65	5,60
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	19.65	1,66
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	3.47	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	3.47	1,01
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	3.47	

Berdasarkan hasil analisis simulasi pada Plan 3, dapat diketahui bahwa panjang antrian tertinggi yang terjadi adalah sebesar 19,65 meter pada pendekat selatan, yang mencerminkan tingkat kepadatan lalu lintas pada periode tersebut. Sementara itu, tundaan tertinggi yang tercatat dari hasil simulasi kondisi eksisting menggunakan Vissim adalah sebesar 5,60 detik pada pendekat selatan.

5.8.4 Plan 4

Berikut merupakan hasil output simulasi Vissim pada Plan 4 yang menggambarkan kinerja simpang berdasarkan dua indikator utama, yaitu panjang antrian *Queue Length* dan tundaan *Stop Delay*. Berikut pada Gambar 60. merupakan data volume lalu lintas pada plan 4 dan adapun data lengkap hasil simulasi Plan 4 disajikan dalam Tabel 5.22.



Gambar 61. Volume Lalu Lintas Pada Plan 4

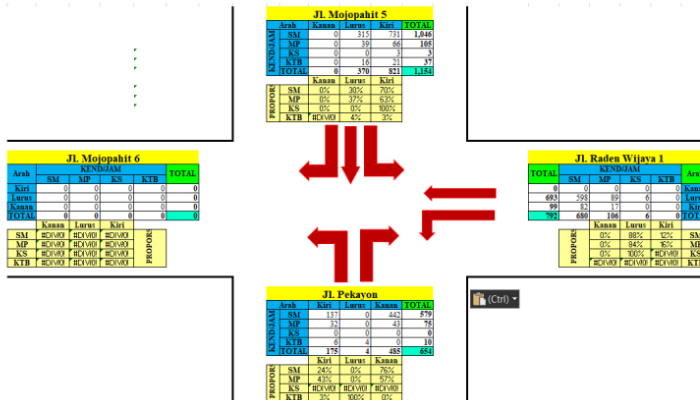
Tabel 5. 22 Hasil Kinerja Eksisting Plan 4 Pada Vissim

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	129,75	34,43
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	129,75	37,82
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	24,26	4,09
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	24,26	1,67
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	10,58	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	10,58	0,70
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	10,58	

Berdasarkan hasil analisis simulasi pada Plan 4, dapat diketahui bahwa panjang antrian tertinggi yang terjadi adalah sebesar 129,75 meter pada pendekat timur, yang mencerminkan tingkat kepadatan lalu lintas pada periode tersebut. Sementara itu, tundaan tertinggi yang tercatat dari hasil simulasi kondisi eksisting menggunakan Vissim adalah sebesar 37,82 detik pada pendekat timur.

5.8.5 Plan 5

Berikut merupakan hasil output simulasi Vissim pada Plan 5 yang menggambarkan kinerja simpang berdasarkan dua indikator utama, yaitu panjang antrian *Queue Length* dan tundaan *Stop Delay*. Berikut pada Gambar 61. merupakan data volume lalu lintas pada plan 5 dan adapun data lengkap hasil simulasi Plan 5 disajikan dalam Tabel 5.23.



Gambar 62. Volume Lalu Lintas Pada Plan 5

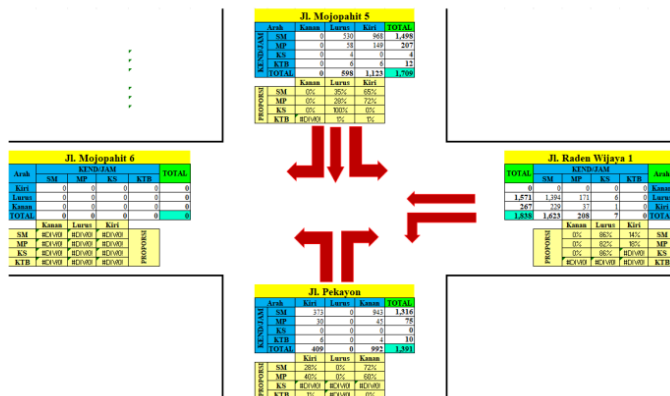
Tabel 5. 23 Hasil Kinerja Eksisting Plan 5 Pada Vissim

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	12.85	0.19
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	12.85	0.92
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	29.74	9.42
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	25.94	4.50
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	10.99	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	12.26	3.71
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	23.53	2.62

Berdasarkan hasil analisis simulasi pada Plan 5, dapat diketahui bahwa panjang antrian tertinggi yang terjadi adalah sebesar 29,74 meter pada pendekat selatan, yang mencerminkan tingkat kepadatan lalu lintas pada periode tersebut. Sementara itu, tundaan tertinggi yang tercatat dari hasil simulasi kondisi eksisting menggunakan Vissim adalah sebesar 9,42 detik pada pendekat timur.

5.8.6 Plan 6

Berikut merupakan hasil output simulasi Vissim pada Plan 6 yang menggambarkan kinerja simpang berdasarkan dua indikator utama, yaitu panjang antrian Queue Length dan tundaan Stop Delay. Berikut pada Gambar 62. merupakan data volume lalu lintas pada plan 6 dan adapun data lengkap hasil simulasi Plan 6 disajikan dalam Tabel 5.24.



Gambar 63. Volume Lalu Lintas Pada Plan 6

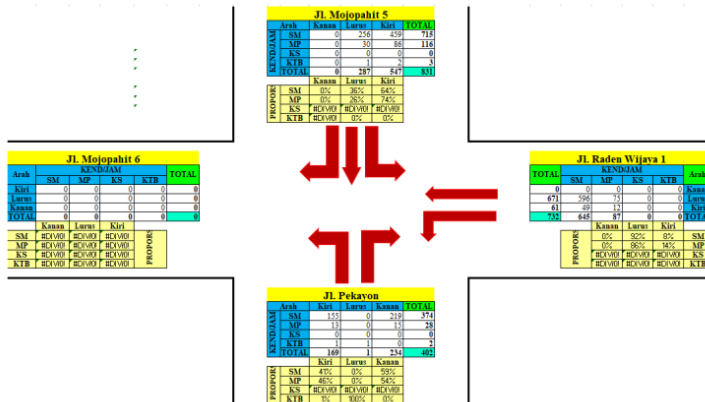
Tabel 5. 24 Hasil Kinerja Eksisting Plan 6 Pada Vissim

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	199,25	42,55
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	199,25	45,73
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	71,46	12,30
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	71,46	7,18
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	96,56	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	96,56	3,16
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	96,56	

Berdasarkan hasil analisis simulasi pada Plan 6, dapat diketahui bahwa panjang antrian tertinggi yang terjadi adalah sebesar 199,25 meter pada pendekat timur, yang menceminkan tingkat kepadatan lalu lintas pada periode tersebut. Sementara itu, tundaan tertinggi yang tercatat dari hasil simulasi kondisi eksisting menggunakan Vissim adalah sebesar 45,73 detik pada pendekat timur.

5.8.7 Plan 7

Berikut merupakan hasil output simulasi Vissim pada Plan 7, yang menggambarkan kinerja simpang berdasarkan dua indikator utama, yaitu panjang antrian Queue Length dan tundaan Stop Delay. Berikut pada Gambar 63. merupakan data volume lalu lintas pada plan 7 dan adapun data lengkap hasil simulasi Plan 7 disajikan dalam Tabel 5.25.



Gambar 64. Volume Lalu Lintas Pada Plan 7

Tabel 5. 25 Hasil Kinerja Eksisting Plan 7 Pada Vissim

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	21.99	1.12
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	22.82	2.87
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	40.54	4.45
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	24.08	2.13
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	20.88	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	22.15	7.71
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	20.88	2.74

Berdasarkan hasil analisis simulasi pada Plan 7, dapat diketahui bahwa panjang antrian tertinggi yang terjadi adalah sebesar 40,54 meter pada pendekat selatan, yang mencerminkan tingkat kepadatan lalu lintas pada periode tersebut. Sementara itu, tundaan tertinggi yang tercatat dari hasil simulasi kondisi eksisting menggunakan Vissim adalah sebesar 4,45 detik pada pendekat timur.

5.9 Perencanaan Waktu Siklus Dengan PKJI 2023

Perencanaan pengendalian dengan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) akan dianalisis secara menyeluruh pada masing – masing plan waktu yang telah direncanakan berdasarkan karakteristik volume lalu lintas selama 16 jam pengamatan. Rekomendasi ini mencakup penentuan waktu siklus yang akan diterapkan pada setiap plan. Setiap plan mewakili rentang waktu dengan kondisi volume lalu lintas yang relatif seragam, sehingga memerlukan pengaturan siklus

sinyal yang spesifik agar kinerja simpang dapat dioptimalkan. Berikut merupakan perhitungan kinerja dari masing – masing perencanaan waktu siklus.

5.9.1 Rasio Kendaraan Berbelok

Dari hasil survei gerakan membelok terklasifikasi (CTMC) yang dilakukan pada Simpang 4 Pekayon, diperoleh data volume kendaraan berdasarkan jenis dan arah pergerakan pada **Gambar 57**, sampai dengan **Gambar 63**. Data tersebut selanjutnya dikonversi ke dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) atau equivalen mobil penumpang (EMP) guna menyamakan satuan dalam proses analisis kapasitas dan kinerja simpang ber – Apill

Tabel 5. 26 Nilai EMP

Jenis Kendaraan	EMP	
	Terlindung	Terlawan
MP	1,0	1,0
KS	1,3	1,3
SM	0,15	0,4

Sumber: PKJI 2023

Setelah mendapatkan nilai smp/jam maka selanjutnya adalah menentukan rasio kendaraan yang melakukan pergerakan berbelok. Penentuan ini penting sebagai dasar dalam perencanaan pengaturan sinyal lalu lintas, karena setiap jenis pergerakan lurus, belok kiri, dan belok kanan memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kapasitas dan konflik di simpang. Pada **Tabel 5.27** disajikan data rasio kendaraan pada setiap plan:

Tabel 5. 27 Rekap Rasio Kendaraan Berbelok

Plan	Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase	Tipe Pendekat	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus Berbelok Kanan	
				R _{BKLT}	R _{BKI}	R _{BKa}	Dari Arah Ditinjau	Dari Arah Berlawanan
							Q _{BKa}	Q _{Rto}
1	U	1	T	0.67	0.67	-	-	51
	S	1	T	0.32	0.32	0.67	113	-
	T	2	P	0.19	0.19	-	-	-
2	U	1	T	0.73	0.73	-	-	158
	S	1	T	0.34	0.34	0.66	158	-
	T	2	P	0.12	0.12	-	-	-
3	U	1	T	0.70	0.70	-	-	172
	S	1	T	0.32	0.32	0.68	172	-
	T	2	P	0.12	0.12	-	-	-
4	U	1	T	0.72	0.72	-	-	157
	S	1	T	0.32	0.32	0.68	157	-
	T	2	P	0.11	0.11	-	-	-

Plan	Kode Pendekat	Hijau Dalam Fase	Tipe Pendekat	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus Berbelok Kanan	
				R _{BKLT}	R _{BKI}	R _{BKa}	Dari Arah Ditinjau	Dari Arah Berlawanan
							Q _{BKa}	Q _{Rto}
5	U	1	T	0.68	0.68	-	-	109
	S	1	T	0.32	0.32	0.68	109	-
	T	2	P	0.14	0.14	-	-	-
6	U	1	T	0.67	0.67	-	-	186
	S	1	T	0.32	0.32	0.68	186	-
	T	2	P	0.16	0.16	-	-	-
7	U	1	T	0.69	0.69	-	-	48
	S	1	T	0.43	0.43	0.57	48	-
	T	2	P	0.11	0.11	-	-	-

Setelah didapatkan rasio kendaraan berbelok pada simpang, selanjutnya adalah mencari arus jenuh pada simpang tersebut

5.9.2 Arus Jenuh

Arus jenuh merupakan kapasitas maksimum arus lalu lintas yang dapat dilayani oleh suatu lajur pada kondisi eksisting, dan diperoleh dari hasil perkalian antara arus jenuh dasar J_0 dengan berbagai faktor koreksi yang merepresentasikan penyimpangan antara kondisi eksisting dengan kondisi ideal dapat dilihat pada persamaan (3.1).

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKI} \times F_{BKa}$$

1. Arus Jenuh Dasar

Karena perencanaan pengendalian simpang menggunakan tipe terlindung dan terlawan, maka perhitungan arus jenuh dasar (J_0) pada masing – masing pendekat perlu disesuaikan berdasarkan jenis pergerakannya. Untuk pergerakan terlindung, seperti arus lurus dan belok kiri yang tidak berkonflik langsung dengan arus lawan, perhitungan J_0 pada persamaan (3.2) dilakukan dengan menggunakan persamaan dasar, yaitu:

$$J_0 = 600 \times L_E$$

$$\text{Pendekat Timur} = 600 \times 4,6 = 2,760$$

Sementara itu, untuk pergerakan terlawan, khususnya belok kanan yang berpotensi berkonflik dengan arus dari arah berlawanan, nilai J_0 tidak dapat dihitung secara langsung, melainkan diperoleh dengan menggunakan grafik arus jenuh dasar terlawan grafik tersebut dapat dilihat pada **Gambar 12**. dengan mempertimbangkan rasio arus berlawanan dan dari arah ditinjau.

2. Faktor Hambatan Samping

Tipe lingkungan di sekitar Simpang 4 Pekayon tergolong komersial, dengan tingkat hambatan samping yang berbeda pada tiap pendekatan. Berdasarkan hasil observasi, pendekatan utara memiliki aktivitas yang cukup padat, seperti parkir kendaraan, keluar – masuk toko, dan terdapat pedagang kaki lima, sehingga dikategorikan sebagai hambatan tinggi. Sementara itu, pendekatan selatan dan timur memiliki aktivitas komersial yang lebih terkendali, sehingga diklasifikasikan sebagai hambatan sedang. Dalam perencanaan sistem pengendalian lalu lintas ber – Apill dengan tipe fase terlindung dan terlawan, keberadaan hambatan samping menjadi salah satu parameter penting dalam menghitung arus jenuh efektif.

Mengacu pada tabel faktor koreksi hambatan samping sesuai pedoman PKJI 2023, nilai faktor koreksi hambatan samping (FHS) dapat dilihat pada Tabel 3.2 yang digunakan untuk Simpang 4 Pekayon adalah sebesar 0,94 untuk pendekatan utara dan 0,93 untuk pendekatan selatan dan timur

3. Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

Kota Mojokerto memiliki jumlah penduduk sebanyak 142.272 jiwa pada tahun 2023 (BPS Kota Mojokerto, 2024). Berdasarkan klasifikasi pada tabel faktor koreksi ukuran kota dalam PKJI 2023 dapat dilihat pada Tabel 3.1 jumlah tersebut menjadikan Kota Mojokerto termasuk dalam kategori kota besar. Maka, nilai FUK yang digunakan dalam perhitungan arus jenuh adalah sebesar 0,83.

4. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)

Wilayah sekitar Simpang 4 Pekayon memiliki topografi datar, sehingga tidak terdapat kemiringan jalan yang signifikan pada masing-masing pendekatan. Karena itu, untuk penyesuaian terhadap kemiringan jalan atau kelandaian, digunakan nilai $FG = 1,00$ sesuai pedoman PKJI 2023 dapat dilihat pada Gambar 12. untuk kondisi datar atau horizontal.

5. Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, pada pendekatan utara, selatan, dan timur tidak ditemukan aktivitas parkir kendaraan dalam radius kurang dari 80

meter dari garis henti simpang. Hal ini menunjukkan bahwa parkir tidak memberikan gangguan terhadap pergerakan lalu lintas di kaki simpang tersebut. Dengan demikian, nilai faktor penyesuaian parkir (FP) untuk ketiga pendekat tersebut adalah sebesar 1,00 pada persamaan (3.3).

6. Faktor Koreksi Belok Kanan

Berikut merupakan perhitungan faktor koreksi belok kanan pada persamaan (3.4) plan 1 untuk pendekat Timur dapat:

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

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

$$F_{BKa} = 1$$

7. Faktor Koreksi Belok Kiri

Berikut merupakan perhitungan faktor koreksi belok kanan pada persamaan (3.5) pada plan 1 untuk pendekat Timur:

$$F_{BKk} = 1 - (R_{BKk} \times 0,16)$$

$$F_{BKk} = 1 - (0 \times 0,16)$$

$$F_{BKk} = 1$$

Apabila faktor – faktor penyesuaian telah ditentukan, maka arus jenuh masing – masing pendekat dapat dihitung dengan persamaan (3.1). Pada Tabel 5.28 disajikan rekap data arus jenuh tiap plan.

Tabel 5. 28 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Tiap Plan

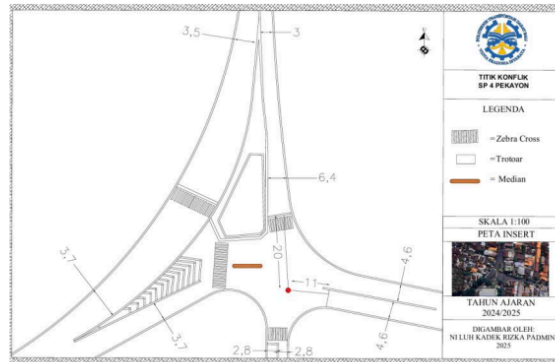
Plan	Pendekat	Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh Dasar (smp/jam)	Kelandaian	FG	FBka	FBki	Arus jenuh (smp/jam)
1	U	6,4	3,840	1,00	1,00	0,89	1,00	2,645
	S	2,8	2,454	1,00	1,00	1,00	1,00	1,915
	T	4,6	2,760	1,00	1,00	0,97	1,00	2,088
2	U	6,4	3,840	1,00	1,00	0,88	1,00	2,617
	S	2,8	2,032	1,00	1,00	1,00	1,00	1,585
	T	4,6	2,760	1,00	1,00	0,98	1,00	2,113
3	U	6,4	3,840	1,00	1,00	0,89	1,00	2,630
	S	2,8	2,274	1,00	1,00	1,00	1,00	1,774
	T	4,6	2,760	1,00	1,00	0,98	1,00	2,112
4	U	6,4	3,840	1,00	1,00	0,88	1,00	2,622
	S	2,8	2,021	1,00	1,00	1,00	1,00	1,577
	T	4,6	2,760	1,00	1,00	0,98	1,00	2,117
5	U	6,4	3,840	1,00	1,00	0,89	1,00	2,644
	S	2,8	2,250	1,00	1,00	1,00	1,00	1,755
	T	4,6	2,760	1,00	1,00	0,98	1,00	2,107

Plan	Pendekat	Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh Dasar (smp/jam)	Kelandaian	FG	FBka	FBki	Arus jenuh (smp/jam)
6	U	6,4	9,600	1,00	1,00	0,89	1,00	6,612
	S	2,8	1,861	1,00	1,00	1,00	1,00	1,452
	T	4,6	2,760	1,00	1,00	0,97	1,00	2,099
7	U	6,4	9,600	1,00	1,00	0,89	1,00	6,588
	S	2,8	2,485	1,00	1,00	1,00	1,00	1,939
	T	4,6	2,760	1,00	1,00	0,98	1,00	2,117

Waktu Merah Semua dan Waktu Hilang Total

1. Waktu Merah Semua

Inventarisasi perhitungan untuk menentukan waktu merah semua (all red) dilakukan guna memastikan bahwa tidak ada konflik antar pergerakan kendaraan dari berbagai pendekat selama fase peralihan sinyal. Waktu merah semua (all red) adalah interval waktu ketika semua pendekat diberikan sinyal merah secara bersamaan, dengan tujuan memberikan waktu aman bagi kendaraan yang masih menyelesaikan pergerakannya di dalam area simpang, serta mencegah potensi tabrakan akibat konflik fase.



Gambar 65. Hasil Inventarisasi Simpang 4 Pekayon

Berdasarkan Gambar 64. yang ditampilkan sebelumnya, dapat diketahui bahwa jarak kendaraan datang (L_{KDT}) menuju titik konflik adalah sepanjang 11 meter, sedangkan jarak kendaraan berangkat (L_{KBR}) dari titik konflik adalah sejauh 22 meter. Kecepatan kendaraan berangkat (V_{KBR}) dan kendaraan datang adalah 10 m/detik. Dengan menggunakan data tersebut, maka dapat dilakukan

perhitungan waktu merah semua *all red* dapat dilihat pada persamaan (3.11) untuk Simpang 4 Pekayon guna menjamin tidak terjadi konflik antar pergerakan selama fase peralihan sinyal.

$$\begin{aligned}
 W_{ms} &= \frac{LKBR+PKBR}{VKBR} - \frac{LKDT}{VKDT} \\
 W_{ms} &= \frac{20+5}{10} - \frac{11}{10} \\
 W_{ms} &= 1,40 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu merah semua pada simpang tersebut adalah 2 detik.

2. Waktu Hijau Hilang Total

Setelah didapatkan waktu merah semua, langkah berikutnya adalah menghitung waktu hijau hilang total. Waktu hijau hilang ini adalah waktu yang tidak bisa digunakan secara maksimal oleh kendaraan saat lampu hijau menyala, biasanya karena adanya waktu perpindahan antar fase. Dalam perhitungan ini digunakan waktu kuning (WK) selama 3 detik sesuai ketentuan pada PKJI 2023 pada persamaan (3.12), dan rencana pengaturan sinyal menggunakan 2 fase, yaitu terlindung dan terlawan. Berikutnya akan dilakukan perhitungan waktu hijau hilang total yang nantinya akan digunakan untuk menentukan lama siklus lampu lalu lintas dan pembagian waktu hijau di setiap arah simpang.

$$W_{HH} = \sum_i (W_{ms} + W_k) i$$

$$W_{HH} = \sum_2 (2 + 3) 2$$

$$W_{HH} = 10$$

Jadi waktu hijau total pada simpang tersebut adalah 10 detik.

5.9.3 Rasio Arus

Rasio arus menunjukkan perbandingan antara arus lalu lintas pada setiap pendekat simpang dengan arus jenuh pada pendekat tersebut yang sudah dihitung sebelumnya. Rasio ini digunakan untuk menilai tingkat beban lalu lintas yang harus dilayani oleh masing – masing pendekat. Semakin tinggi nilai rasio arus, maka semakin besar beban lalu lintasnya. Nilai rasio arus ini dapat dihitung menggunakan rumus atau persamaan (3.6) berikut:

$$Rq/j = \frac{q}{J}$$

$$\text{Rasio arus pendekat utara} : Rq/j = \frac{233,70}{2,645} = 0,09$$

$$\text{Rasio arus pendekat selatan} : Rq/j = \frac{161,40}{1,915} = 0,08$$

$$\text{Rasio arus pendekat timur} : Rq/j = \frac{132,0}{2,088} = 0,06$$

5.9.4 Rasio Simpang

Rasio arus simpang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.7), yang menunjukkan seberapa besar beban lalu lintas dibandingkan dengan kapasitas maksimum (arus jenuh) pada setiap pendekat simpang:

$$R_{AS} = \sum i(Rq/j_{kritis})_i$$

$$R_{AS} = 0,09 + 0,06 = 0,15$$

5.9.5 Rasio Fase

Rasio fase dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan (3.8), yang menunjukkan perbandingan antara rasio arus pada suatu fase dengan jumlah siklus waktu efektif yang tersedia untuk fase tersebut:

$$RF = \frac{Rq/j_{kritis}}{R_{AS}}$$

$$\text{Rasio fase pendekat utara} : RF = \frac{0,09}{0,15} = 0,58$$

$$\text{Rasio fase pendekat selatan} : RF = \frac{0,08}{0,15} = 0,56$$

$$\text{Rasio fase pendekat timur} : RF = \frac{0,06}{0,15} = 0,42$$

5.9.6 Waktu Siklus Pra Penyesuaian

Berdasarkan rencana pengaturan waktu siklus yang akan diterapkan, yaitu dengan menggunakan rumus atau persamaan (3.9) berikut:

$$S = \frac{(1,5 \times WHH + 5)}{(1 - \sum Rq/j_{kritis})}$$

$$S = \frac{(1,5 \times 10 + 5)}{(1 - 0,15)} = 23,57 \text{ detik}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh bahwa waktu siklus pra – penyesuaian pada skenario rekomendasi ini adalah sebesar 23,57 detik.

5.9.7 Waktu Hijau

5 Waktu hijau untuk masing – masing pendekat pada simpang bersinyal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.10), yang didasarkan pada proporsi rasio arus terhadap total rasio fase:

$$W_{Hi} = (S - W_{HH}) \times \frac{Rq_i / J_{kritis}}{\sum (Rq_i / J_{kritis})}$$

Waktu hijau pada pendekat utara – selatan

$$W_{Hi} = (23,57 - 10) \times \frac{0,58}{0,15} = 10$$

Waktu hijau pada pendekat timur

$$W_{Hi} = (23,57 - 10) \times \frac{0,42}{0,15} = 10$$

5.9.8 Waktu Siklus Yang Disesuaikan

Perhitungan waktu siklus yang disesuaikan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$s = \sum W_{Hi} + W_{HH}$$

$$s = 20 + 10 = 30$$

38 Setelah didapatkan waktu siklus dan waktu hijau pada plan 1 selanjutnya dilakukan perhitungan yang sama pada setiap pendekat di semua plan, sehingga dihasilkan rekapitulasi siklus dan waktu hijau sebagai berikut.

15 **Tabel 5. 29** Rekapitulasi Waktu Siklus Dan Waktu Hijau

Plan	Pendekat	Arus Lalu Lintas	Rasio Arus	Rasio Simpang	Rasio Fase	Waktu Siklus Pra	Waktu Hijau	Waktu Siklus Disesuaikan
1	U	233.70	0.09	0,15	0.58	23,57	10	30
	S	161.40	0.08		0.56		10	
	T	132.00	0.06		0.42		10	
2	U	736.80	0.28	0,49	0.63	38,97	18	39
	S	484.60	0.31		0.63		18	
	T	382.85	0.18		0.37		11	
3	U	2,630	821.70	0,49	0.66	36,47	18	38
	S	1,774	530.60		0.66		18	
	T	2,112	293.90		0.31		10	
4	U	719.20	0.27	0,47	0.66	37,46	18	39
	S	483.00	0.31		0.66		18	
	T	338.30	0.16		0.34		10	
5	U	3,840	0.93	0,30	0.66	26,65	12	32
	S	2,250	0.94		0.58		12	
	T	2,760	0.94		0.34		10	
6	U	811.40	0.12	0,63	0.65	54,59	29	55
	S	601.40	0.41		0.65		29	

Plan	Pendekat	Arus Lalu Lintas	Rasio Arus	Rasio Simpang	Rasio Fase	Waktu Siklus Pra	Waktu Hijau	Waktu Siklus Disesuaikan
	T	460.55	0.22		0.35		15	
7	U	6,588	402.00	0,18	0.51	24,34	10	30
	S	1,939	177.60		0.51		10	
	T	2,117	183.75		0.49		10	

Dari hasil perhitungan tersebut, langkah selanjutnya adalah membuat diagram fase pada tiap plan. Berikut rekapitulasi waktu siklus tiap plan rekomendasi.

Tabel 5. 30 Rekapitulasi Waktu Siklus Tiap Plan

Plan	Waktu	Pendekat	Fase	Merah	Waktu Kuning	Merah Semua	Waktu Hijau Perencanaan	Waktu Siklus
Plan 1	06.15-07.00	Utara - Selatan	1	15	3	2	10	30
		Timur	2	15	3	2	10	
Plan 2	07.00-08.00	Utara - Selatan	1	16	3	2	18	39
		Timur	2	23	3	2	11	
Plan 3	08.00-12.00	Utara - Selatan	1	15	3	2	18	38
		Timur	2	23	3	2	10	
Plan 4	12.00-13.00	Utara - Selatan	1	15	3	2	18	38
		Timur	2	23	3	2	10	
Plan 5	13.00-16.45	Utara - Selatan	1	19	3	2	12	32
		Timur	2	23	3	2	10	
Plan 6	16.45-18.30	Utara - Selatan	1	20	3	2	29	54
		Timur	2	34	3	2	15	
Plan 7	18.30-20.30	Utara - Selatan	1	15	3	2	10	30
		Timur	2	18	3	2	10	

Berikut diagram fase dari masing – masing plan menunjukkan urutan lampu hijau untuk setiap arah dan kapan setiap arah mendapat giliran. Khusus untuk plan yang berada pada bagian lembah dari diagram penentuan plan, waktu siklus yang digunakan merujuk pada kondisi lalu lintas pada jam tidak sibuk dalam rentang waktu plan tersebut. Pendekatan ini diterapkan guna meminimalkan pemborosan waktu hijau yang tidak diperlukan, khususnya ketika volume lalu lintas berada dalam kondisi landai. Untuk melihat data lebih lengkap dapat dilihat pada **Tabel 5.30**.

1. Waktu Siklus Plan 1

Berikut ini merupakan diagram fase dan waktu siklus yang digunakan pada plan 1. Diagram ini menunjukkan urutan pergantian lampu lalu lintas (fase) dan lama waktu siklus untuk setiap fase yang berlaku pada jam – jam tertentu sesuai dengan plan 1.

Plan 1	Waktu Siklus	30			
	Utara-Selatan	10	3	2	15
	Timur	15		10	3 2

Gambar 66. Diagram Fase Plan 1

2. Waktu Siklus Plan 2

Berikut ini merupakan diagram fase dan waktu siklus yang digunakan pada plan 2. Diagram ini menunjukkan urutan pergantian lampu lalu lintas (fase) dan lama waktu siklus untuk setiap fase yang berlaku pada jam – jam tertentu sesuai dengan plan 2.

Plan 2	Waktu Siklus	39			
	Utara-Selatan	18	3	2	16
	Timur	23		11	3 2

Gambar 67. Diagram Fase Plan 2

3. Waktu Siklus Plan 3

Berikut ini merupakan diagram fase dan waktu siklus yang digunakan pada plan 3. Diagram ini menunjukkan urutan pergantian lampu lalu lintas (fase) dan lama waktu siklus untuk setiap fase yang berlaku pada jam – jam tertentu sesuai dengan plan 3.

Plan 3	Waktu Siklus	38			
	Utara-Selatan	18	3	2	15
	Timur	23		10	3 2

Gambar 68. Diagram Fase Plan 3

4. Waktu Siklus Plan 4

Berikut ini merupakan diagram fase dan waktu siklus yang digunakan pada plan 4. Diagram ini menunjukkan urutan pergantian lampu lalu lintas (fase) dan lama waktu siklus untuk setiap fase yang berlaku pada jam – jam tertentu sesuai dengan plan 4.

Plan 4	Waktu Siklus	38			
	Utara-Selatan	18	3	2	15
	Timur	23		10	3 2

Gambar 69. Diagram Fase Plan 4

5. Waktu Siklus Plan 5

Berikut ini merupakan diagram fase dan waktu siklus yang digunakan pada plan 5. Diagram ini menunjukkan urutan pergantian lampu lalu lintas (fase) dan lama waktu siklus untuk setiap fase yang berlaku pada jam – jam tertentu sesuai dengan plan 5.

Plan 5	Waktu Siklus	32			
	Utara-Selatan	12	3	2	15
	Timur	17	3	2	10

Gambar 70. Diagram Fase Plan 5

6. Waktu Siklus Plan 6

Berikut ini merupakan diagram fase dan waktu siklus yang digunakan pada plan 6. Diagram ini menunjukkan urutan pergantian lampu lalu lintas (fase) dan lama waktu siklus untuk setiap fase yang berlaku pada jam – jam tertentu sesuai dengan plan 6.

Plan 6	Waktu Siklus	54			
	Utara-Selatan	29	3	2	20
	Timur	34			15

Gambar 71. Diagram Fase Plan 6

7. Waktu Siklus Plan 7

Berikut ini merupakan diagram fase dan waktu siklus yang digunakan pada plan 7. Diagram ini menunjukkan urutan pergantian lampu lalu lintas (fase) dan lama waktu siklus untuk setiap fase yang berlaku pada jam – jam tertentu sesuai dengan plan 7.

Plan 7	Waktu Siklus	30			
	Utara-Selatan	10	3	2	15
	Timur	15			10

Gambar 72. Diagram Fase Plan 7

5.10 Analisis Perencanaan Simpang Ber – APILL Dengan Vissim

Analisis rekayasa menggunakan Vissim dilakukan untuk melihat hasil perubahan lalu lintas secara visual dan mendetail. Dengan bantuan simulasi ini, kita dapat memahami bagaimana kondisi lalu lintas berubah setelah rekayasa diterapkan. Dalam penelitian ini, akan menguji setiap plan yang direncanakan untuk

mengetahui hasil dari waktu siklus yang didapat dari perhitungan PKJI 2023 apakah dapat mengatasi permasalahan lalu lintas di simpang, sehingga dapat diterapkan pada Simpang 4 Pekayon.

5.10.1 Rekomendasi Plan 1

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, diperoleh rekomendasi waktu siklus pada plan 1 hasil sebagai berikut.

Tabel 5.31 Output Vissim Rekomendasi Plan 1

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	16.08	6.70
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	16.08	6.70
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	16.63	6.97
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	16.63	7.00
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	21.23	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	21.23	6.99
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	21.23	7.24



Gambar 73. Visualisasi Panjang Antrian Plan 1

Berdasarkan **Tabel 5.31** dan **Gambar 72**, hasil simulasi plan 1 pada pemodelan Vissim, diperoleh data bahwa panjang antrian tertinggi terjadi pada pendekat utara, yaitu sepanjang 21,23 meter. Sementara itu, pendekat timur memiliki panjang antrian sebesar 16,08 meter, dan pendekat selatan sepanjang 16,63 meter. Selain panjang antrian, juga diperoleh data tundaan kendaraan pada

tiap pendekat. Tundaan terkecil tercatat pada pendekat timur, yaitu 6,70 detik, sedangkan tundaan tertinggi terjadi pada pendekat selatan sebesar 7,00 detik. Data ini menunjukkan bahwa pendekat utara pada plan 1 lebih dominan.

5.10.2 Rekomendasi Plan 2

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, diperoleh rekomendasi waktu siklus pada plan 2 hasil sebagai berikut.

Tabel 5.32 Output Vissim Rekomendasi Plan 2

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	41.66	11.54
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	41.66	12.07
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	38.04	7.74
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	38.04	7.39
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	41.48	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	41.48	7.06
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	41.48	7.35



Gambar 74. Visualisasi Panjang Antrian Plan 2

Berdasarkan **Tabel 5.32** dan **Gambar 73**, hasil simulasi plan 1 pada pemodelan Vissim, diperoleh data bahwa panjang antrian tertinggi terjadi pada pendekat timur, yaitu sepanjang 41,66 meter. Sementara itu, pendekat utara memiliki panjang antrian sebesar 41,48 meter, dan pendekat selatan sepanjang 38,04 meter. Selain panjang antrian, juga diperoleh data tundaan kendaraan pada tiap pendekat. Tundaan terkecil tercatat pada pendekat utara, yaitu 7,06 detik,

sedangkan tundaan tertinggi terjadi pada pendekat timur sebesar 12,07 detik. Data ini menunjukkan bahwa pendekat timur pada plan 2 memiliki panjang antrian yang dominan.

5.10.3 Rekomendasi Plan 3

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, diperoleh rekomendasi waktu siklus pada plan 2 hasil sebagai berikut.

Tabel 5.33 Output Vissim Rekomendasi Plan 3

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	29.89	10.89
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	29.89	11.59
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	20.75	6.37
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	20.75	6.20
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	27.50	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	27.50	6.02
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	27.50	5.91



Gambar 75. Visualisasi Panjang Antrian Plan 3

Berdasarkan **Tabel 5.33** dan **Gambar 74.** hasil simulasi plan 3 pada pemodelan Vissim, diperoleh data bahwa panjang antrian tertinggi terjadi pada pendekat timur, yaitu sepanjang 29,89 meter. Sementara itu, pendekat utara memiliki panjang antrian sebesar 27,50 meter, dan pendekat selatan sepanjang 20,75 meter. Selain panjang antrian, juga diperoleh data tundaan kendaraan pada tiap pendekat. Tundaan terkecil tercatat pada pendekat utara, yaitu 6,02 detik,

sedangkan tundaan tertinggi terjadi pada pendekat timur sebesar 11,59 detik. Data ini menunjukkan bahwa pendekat timur pada plan 3 memiliki panjang antrian yang dominan.

5.10.4 Rekomendasi Plan 4

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, diperoleh rekomendasi waktu siklus pada plan 4 hasil sebagai berikut.

Tabel 5.34 Output Vissim Rekomendasi Plan 4

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	38.59	11.79
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	38.59	12.10
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	31.16	7.10
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	31.16	6.93
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	33.83	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	33.83	6.71
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	33.83	6.57



Gambar 76. Visualisasi Panjang Antrian Plan 4

Berdasarkan **Tabel 5.34** dan **Gambar 75**, hasil simulasi plan 4 pada pemodelan Vissim, diperoleh data bahwa panjang antrian tertinggi terjadi pada pendekat timur, yaitu sepanjang 38,59 meter. Sementara itu, pendekat utara memiliki panjang antrian sebesar 33,83 meter, dan pendekat selatan sepanjang 31,16 meter. Selain panjang antrian, juga diperoleh data tundaan kendaraan pada tiap pendekat. Tundaan terkecil tercatat pada pendekat utara, yaitu 6,57 detik, sedangkan tundaan tertinggi terjadi pada pendekat timur sebesar 12,10 detik. Data

ini menunjukkan bahwa pendekat timur pada plan 4 memiliki panjang antrian yang dominan.

5.10.5 Rekomendasi Plan 5

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, diperoleh rekomendasi waktu siklus pada plan 5 hasil sebagai berikut.

Tabel 5. 35 Output Vissim Rekomendasi Plan 5

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	24.17	8.03
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	24.17	8.43
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	21.61	7.24
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	21.61	6.94
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	32.17	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	32.17	7.13
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	32.17	7.20



Gambar 77. Visualisasi Panjang Antrian Plan 5

Berdasarkan **Tabel 5.35** dan **Gambar 76**, hasil simulasi plan 5 pada pemodelan Vissim, diperoleh data bahwa panjang antrian tertinggi terjadi pada pendekat utara, yaitu sepanjang 32,17 meter. Sementara itu, pendekat timur memiliki panjang antrian sebesar 24,17 meter, dan pendekat selatan sepanjang 21,61 meter. Selain panjang antrian, juga diperoleh data tundaan kendaraan pada tiap pendekat. Tundaan terkecil tercatat pada pendekat selatan, yaitu 6,94 detik, sedangkan tundaan tertinggi terjadi pada pendekat tinggi sebesar 8,43 detik. Data

ini menunjukkan bahwa pendekat utara pada plan 5 memiliki panjang antrian yang dominan.

5.10.6 Rekomendasi Plan 6

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, diperoleh rekomendasi waktu siklus pada plan 6 hasil sebagai berikut.

Tabel 5. 36 Output Vissim Rekomendasi Plan 6

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	62.56	18.89
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	62.56	18.96
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	44.51	8.36
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	44.51	7.92
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	61.65	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	61.65	7.48
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	61.65	7.91



Gambar 78. Visualisasi Panjang Antrian Plan 6

Berdasarkan **Tabel 5.36** dan **Gambar 77.** hasil simulasi plan 6 pada pemodelan Vissim, diperoleh data bahwa panjang antrian tertinggi terjadi pada pendekat timur, yaitu sepanjang 62,56 meter. Sementara itu, pendekat timur memiliki panjang antrian sebesar 61,65 meter, dan pendekat selatan sepanjang 44,51 meter. Selain panjang antrian, juga diperoleh data tundaan kendaraan pada tiap pendekat. Tundaan terkecil tercatat pada pendekat selatan, yaitu 7,48 detik, sedangkan tundaan tertinggi terjadi pada pendekat utara sebesar 18,96 detik. Data

ini menunjukkan bahwa pendekat timur pada plan 6 memiliki panjang antrian yang dominan.

5.10.7 Rekomendasi Plan 7

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, diperoleh rekomendasi waktu siklus pada plan 7 hasil sebagai berikut.

Tabel 5. 37 Output Vissim Rekomendasi Plan 7

Time - Int	Pendekat	Peluang antrian (m)	Tundaan
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Pekayon	25.87	6.94
600 - 4200	Jl. Raden Wijaya 1 – Jl. Mojopahit 6	25.87	7.25
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Raden Wijaya 1	36.97	9.75
600 - 4200	Jl. Pekayon – Jl. Mojopahit 6	36.97	9.89
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Pekayon	26.09	
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Raden Wijaya 1	26.09	7.73
600 - 4200	Jl. Mojopahit 5 – Jl. Mojopahit 6	26.09	7.69



Gambar 79. Visualisasi Panjang Antrian Plan 7

Berdasarkan **Tabel 5.47** dan **Gambar 78**, hasil simulasi plan 7 pada pemodelan Vissim, diperoleh data bahwa panjang antrian tertinggi terjadi pada pendekat selatan, yaitu sepanjang 36,97 meter. Sementara itu, pendekat utara memiliki panjang antrian sebesar 26,09 meter, dan pendekat timur sepanjang 25,87 meter. Selain panjang antrian, juga diperoleh data tundaan kendaraan pada tiap pendekat. Tundaan terkecil tercatat pada pendekat timur, yaitu 7,25 detik,

sedangkan tundaan tertinggi terjadi pada pendekat selatan sebesar 9,89 detik. Data ini menunjukkan bahwa pendekat selatan pada plan 7 memiliki panjang antrian yang dominan.

5.11 Perbandingan Rekomendasi Dengan Kondisi Eksisting

Setelah diperoleh kinerja eksisting dan kinerja hasil rekomendasi melalui simulasi menggunakan Vissim, maka akan dilakukan perbandingan kinerja pada masing – masing plan. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana efektivitas rekayasa lalu lintas yang diusulkan. Analisis perbandingan dilakukan dengan metode simulasi Vissim, menggunakan indikator utama seperti panjang antrian *queue length* dan tundaan *delay*. Hasil dari perbandingan ini akan menjadi dasar dalam menentukan plan dan rekomendasi terbaik yang dapat diterapkan di Simpang 4 Pekayon.

5.11.1 Perbandingan Plan 1 dengan Kondisi Eksisting

Berikut ini disajikan **Tabel 5.38** perbandingan kinerja antara kondisi eksisting dan kondisi rekomendasi pada plan 1, berdasarkan hasil simulasi menggunakan Vissim. Tabel ini memuat indikator kinerja utama seperti panjang antrian dan tundaan, yang digunakan untuk menilai efektivitas perubahan pengaturan lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon.

Tabel 5. 38 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 1

Pendekat	Panjang Antrian Rata – Rata Eksisting (m)	Panjang Antrian Rata – Rata Rekomendasi (m)	Tundaan Eksisting (m)	Tundaan Rekomendasi (m)
Utara	8,49	21,23	0,33	7,12
Selatan	12,95	16,63	2,34	6,98
Timur	7,20	16,08	2,11	6,70
Rata-rata	9,54	17,98	1,59	6,93

Berdasarkan tabel perbandingan kinerja di atas, dapat dilihat perbedaan antara kondisi eksisting dan rekomendasi plan 1. Pada indikator panjang antrian rata – rata, terjadi peningkatan dari kondisi eksisting sebesar 9,54 meter menjadi 17,98 meter setelah diterapkannya rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa rekayasa lalu lintas berhasil mengurangi kepadatan kendaraan di simpang. Selain itu, pada indikator tundaan rata – rata, juga terjadi peningkatan waktu tundaan, dari 1,59 detik pada kondisi eksisting menjadi 6,93 detik pada kondisi rekomendasi.

Peningkatan tundaan ini dapat disebabkan oleh pengaturan Apill yang mengatur giliran pergerakan kendaraan, sehingga terdapatnya tundaan tetap.

5.11.2 Perbandingan Plan 2 dengan Kondisi Eksisting

Berikut ini disajikan **Tabel 5.39** perbandingan kinerja antara kondisi eksisting dan kondisi rekomendasi pada plan 2, berdasarkan hasil simulasi menggunakan Vissim. Tabel ini memuat indikator kinerja utama seperti panjang antrian dan tundaan, yang digunakan untuk menilai efektivitas perubahan pengaturan lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon.

Tabel 5. 39 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 2

Pendekat	Panjang Antrian Rata – Rata Eksisting (m)	Panjang Antrian Rata – Rata Rekomendasi (m)	Tundaan Eksisting (m)	Tundaan Rekomendasi (m)
Utara	20,26	41,48	2,32	7,21
Selatan	29,93	38,04	3,28	7,56
Timur	104,55	41,66	28,72	11,81
Rata-rata	51,58	40,39	11,44	8,86

Berdasarkan tabel perbandingan kinerja di atas, dapat dilihat perbedaan antara kondisi eksisting dan rekomendasi plan 2. Pada indikator panjang antrian rata – rata, terjadi penurunan dari kondisi eksisting sebesar 51,58 meter menjadi 40,39 meter setelah diterapkannya rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa rekayasa lalu lintas mampu mengurangi tingkat kepadatan kendaraan yang terjadi di simpang. Selain itu, pada indikator tundaan rata-rata, juga terjadi penurunan waktu tundaan, dari 11,44 detik pada kondisi eksisting menjadi 8,86 detik setelah diterapkan perbaikan.

5.11.3 Perbandingan Plan 3 dengan Kondisi Eksisting

Berikut ini disajikan **Tabel 5.40** perbandingan kinerja antara kondisi eksisting dan kondisi rekomendasi pada plan 3, berdasarkan hasil simulasi menggunakan Vissim. Tabel ini memuat indikator kinerja utama seperti panjang antrian dan tundaan, yang digunakan untuk menilai efektivitas perubahan pengaturan lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon.

Tabel 5. 40 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 3

Pendekat	Panjang Antrian Rata – Rata Eksisting (m)	Panjang Antrian Rata – Rata Rekomendasi (m)	Tundaan Eksisting (d/kend)	Tundaan Rekomendasi (d/kend)
Utara	3,47	27,50	0,97	11,24
Selatan	19,65	20,75	3,63	6,28

Pendekat	Panjang Antrian Rata – Rata Eksisting (m)	Panjang Antrian Rata – Rata Rekomendasi (m)	Tundaan Eksisting (d/kend)	Tundaan Rekomendasi (d/kend)
Timur	14,62	29,89	1,74	5,96
Rata-rata	12,58	26,04	2,11	7,82

Berdasarkan tabel perbandingan kinerja di atas, dapat dilihat perbedaan antara kondisi eksisting dan rekomendasi plan 3. Pada indikator panjang antrian rata – rata, terjadi peningkatan dari kondisi eksisting sebesar 12,58 meter menjadi 26,04 meter setelah diterapkannya rekomendasi. Adapun pada indikator tundaan rata – rata, juga terjadi peningkatan waktu tundaan, dari 2,11 detik pada kondisi eksisting menjadi 7,82 detik pada kondisi rekomendasi. Peningkatan tundaan ini dapat disebabkan oleh pengaturan Apill yang mengatur giliran pergerakan kendaraan, sehingga terdapatnya tundaan tetap.

5.11.4 Perbandingan Plan 4 dengan Kondisi Eksisting

Berikut ini disajikan **Tabel 5.41** perbandingan kinerja antara kondisi eksisting dan kondisi rekomendasi pada plan 4, berdasarkan hasil simulasi menggunakan Vissim. Tabel ini memuat indikator kinerja utama seperti panjang antrian dan tundaan, yang digunakan untuk menilai efektivitas perubahan pengaturan lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon.

Tabel 5. 41 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 4

Pendekat	Panjang Antrian Rata – Rata Eksisting (m)	Panjang Antrian Rata – Rata Rekomendasi (m)	Tundaan Eksisting (m)	Tundaan Rekomendasi (m)
Utara	10,58	33,83	2,04	6,64
Selatan	24,26	31,16	3,88	7,01
Timur	129,75	38,59	36,12	11,94
Rata-rata	54,86	34,52	14,01	8,53

Berdasarkan tabel perbandingan kinerja di atas, dapat dilihat perbedaan antara kondisi eksisting dan rekomendasi plan 4. Pada indikator panjang antrian rata – rata, terjadi penurunan dari kondisi eksisting sebesar 54,86 meter menjadi 34,52 meter setelah diterapkannya rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa rekayasa lalu lintas mampu mengurangi tingkat kepadatan kendaraan yang terjadi di simpang. Selain itu, pada indikator tundaan rata – rata, juga terjadi penurunan waktu tundaan, dari 14,01 detik pada kondisi eksisting menjadi 8,53 detik setelah diterapkan perbaikan.

5.11.5 Perbandingan Plan 5 dengan Kondisi Eksisting

Berikut ini disajikan **Tabel 5.42** perbandingan kinerja antara kondisi eksisting dan kondisi rekomendasi pada plan 5, berdasarkan hasil simulasi menggunakan Vissim. Tabel ini memuat indikator kinerja utama seperti panjang antrian dan tundaan, yang digunakan untuk menilai efektivitas perubahan pengaturan lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon.

Tabel 5. 42 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 5

Pendekat	Panjang Antrian Rata – Rata Eksisting (m)	Panjang Antrian Rata – Rata Rekomendasi (m)	Tundaan Eksisting (m)	Tundaan Rekomendasi (m)
Utara	23,53	32,17	0,56	8,23
Selatan	29,74	21,61	6,96	7,09
Timur	12,85	24,17	3,17	7,17
Rata-rata	22,04	25,98	3,56	7,49

Berdasarkan tabel perbandingan kinerja di atas, dapat dilihat perbedaan antara kondisi eksisting dan rekomendasi plan 5. Pada indikator panjang antrian rata – rata, terjadi penurunan dari kondisi eksisting sebesar 22,04 meter menjadi 25,98 meter setelah diterapkannya rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa rekayasa lalu lintas berhasil mengurangi kepadatan kendaraan di simpang. Selain itu, pada indikator tundaan rata – rata, juga terjadi peningkatan waktu tundaan, dari 3,56 detik pada kondisi eksisting menjadi 7,49 detik pada kondisi rekomendasi. Peningkatan tundaan ini dapat disebabkan oleh pengaturan Apill yang mengatur giliran pergerakan kendaraan, sehingga terdapatnya tundaan tetap.

5.11.6 Perbandingan Plan 6 dengan Kondisi Eksisting

Berikut ini disajikan **Tabel 5.43** perbandingan kinerja antara kondisi eksisting dan kondisi rekomendasi pada plan 6, berdasarkan hasil simulasi menggunakan Vissim. Tabel ini memuat indikator kinerja utama seperti panjang antrian dan tundaan, yang digunakan untuk menilai efektivitas perubahan pengaturan lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon.

Tabel 5. 43 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 6

Pendekat	Panjang Antrian Rata – Rata Eksisting (m)	Panjang Antrian Rata – Rata Rekomendasi (m)	Tundaan Eksisting (m)	Tundaan Rekomendasi (m)
Utara	96,56	61,65	6,90	7,69
Selatan	71,46	44,51	9,74	8,14
Timur	199,25	62,56	44,14	18,93
Rata-rata	122,42	56,24	20,26	11,58

Berdasarkan tabel perbandingan kinerja di atas, dapat dilihat perbedaan antara kondisi eksisting dan rekomendasi plan 6. Pada indikator panjang antrian rata – rata, terjadi penurunan dari kondisi eksisting sebesar 122,42 meter menjadi 56,24 meter setelah diterapkannya rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa rekayasa lalu lintas mampu mengurangi tingkat kepadatan kendaraan yang terjadi di simpang. Selain itu, pada indikator tundaan rata-rata, juga terjadi penurunan waktu tundaan, dari 20,26 detik pada kondisi eksisting menjadi 11,58 detik setelah diterapkan perbaikan.

5.11.7 Perbandingan Plan 7 dengan Kondisi Eksisting

Berikut ini disajikan **Tabel 5.44** perbandingan kinerja antara kondisi eksisting dan kondisi rekomendasi pada plan 7, berdasarkan hasil simulasi menggunakan Vissim. Tabel ini memuat indikator kinerja utama seperti panjang antrian dan tundaan, yang digunakan untuk menilai efektivitas perubahan pengaturan lalu lintas pada Simpang 4 Pekayon.

Tabel 5. 44 Perbandingan Rekomendasi Dengan Eksisting Pada Plan 7

Pendekat	Panjang Antrian Rata – Rata Eksisting (m)	Panjang Antrian Rata – Rata Rekomendasi (m)	Tundaan Eksisting (m)	Tundaan Rekomendasi (m)
Utara	20,88	26,09	2,00	7,09
Selatan	24,08	36,97	3,29	9,82
Timur	21,99	25,87	5,23	7,71
Rata-rata	22,31	29,64	3,50	8,20

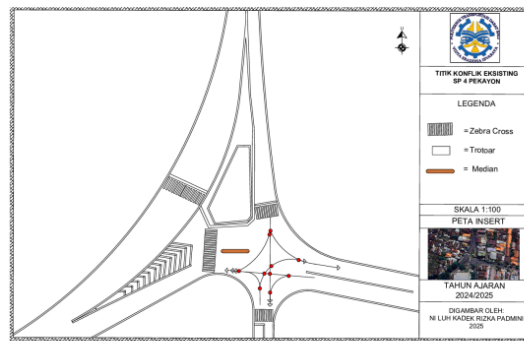
Berdasarkan tabel perbandingan kinerja di atas, dapat dilihat perbedaan antara kondisi eksisting dan rekomendasi plan 7. Pada indikator panjang antrian rata – rata, terjadi peningkatan dari kondisi eksisting sebesar 22,31 meter menjadi 29,64 meter setelah diterapkannya rekomendasi. Selain itu, pada indikator tundaan rata – rata, justru terjadi peningkatan waktu tundaan, dari 3,50 detik pada kondisi eksisting menjadi 8,20 detik pada kondisi rekomendasi. Peningkatan tundaan ini dapat disebabkan oleh pengaturan Apill yang mengatur giliran pergerakan kendaraan, sehingga terdapatnya tundaan tetap.

5.12 Pembahasan

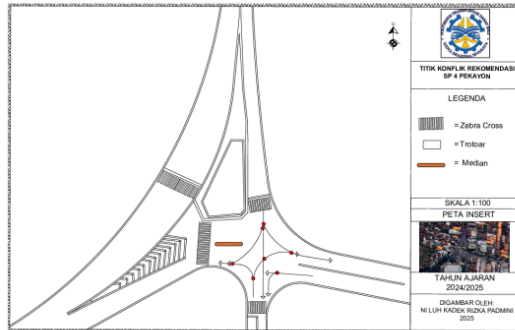
Berdasarkan hasil analisis dan simulasi terhadap kondisi eksisting serta kondisi setelah penerapan APILL di Simpang 4 Pekayon, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem sinyal lalu lintas dengan pengaturan dua fase memberikan

dampak positif terhadap keselamatan dan kinerja lalu lintas simpang. Penggunaan dua fase dianggap sesuai karena volume arus belok kanan pada simpang ini belum melebihi 200 smp/jam, sehingga tidak memerlukan fase tersendiri serta mampu menghilangkan konflik utama secara signifikan.

Salah satu dampak positif yang paling menonjol adalah penurunan jumlah titik konflik secara signifikan. Pada kondisi eksisting, tercatat terdapat 10 titik konflik yang terdiri dari 3 titik konflik crossing, 4 merging, dan 3 diverging. Setelah penerapan simpang ber – Apill dengan pengaturan dua fase, terjadi penurunan jumlah titik konflik sebanyak tiga titik. Penurunan ini mencakup 2 konflik crossing (primer) yang berhasil dieliminasi yakni, konflik antara pergerakan dari pendekat timur menuju pendekat barat dengan pendekat selatan menuju pendekat timur, serta konflik antara pendekat utara menuju selatan dengan pendekat timur menuju barat tidak bertemu kembali. Selain itu, 1 konflik merging (sekunder) juga tidak lagi terjadi, yaitu pada pergerakan kendaraan yang tidak bergabung menuju pendekat selatan. Namun, pengaturan 2 fase masih tetap memiliki konflik dimana masih terjadi konflik bergabung atau merging pada pendekat barat dan timur, serta konflik yang memisah atau diverging pada tiap pendekat yaitu pendekat selatan, utara dan timur. Pada Gambar 79 dan Gambar 80 merupakan perbandingan titik konflik eksisting dan rekomendasi setelah diterapkan simpang ber – Apill dengan pengaturan 2 fase.



Gambar 80. Titik Konflik Kondisi Eksisting



Gambar 81. Titik Konflik Rekomendasi Pengaturan 2 Fase

Selain dari segi keselamatan penerapan simpang ber – Apill dengan pengaturan 2 fase, kinerja simpang meningkat dapat dilihat pada perbandingan kinerja eksisting dengan rekomendasi. Pada perbandingan tersebut ditemukan kinerja yang signifikan terjadi peningkatan pada plan 6, analisis menunjukkan bahwa pendekatan dari Timur pada kondisi eksisting memiliki panjang antrian tertinggi, yaitu sebesar 199,25 meter, dengan tundaan 45,73 detik menurun menjadi 62,56 meter dan tundaan menurun menjadi 18,93 detik. Sementara itu, pendekatan dari Selatan mencatatkan panjang antrian sebesar 71,46 meter dan tundaan 12,30 detik menurun menjadi 44,51 meter dan tundaan menurun menjadi 18,93 detik, sedangkan pendekatan dari Utara menunjukkan panjang antrian sebesar 96,56 meter, dengan tundaan tercatat sebesar 6,90 detik menurun menjadi 61,65 meter tetapi tundaan meningkat menjadi 7,69 detik. Pengurangan ini menunjukkan bahwa pengaturan waktu pergerakan kendaraan melalui sinyal lalu lintas efektif dalam memisahkan arus yang sebelumnya saling berpotongan atau bergabung secara bersamaan, sehingga risiko kecelakaan dan gangguan lalu lintas dapat ditekan.

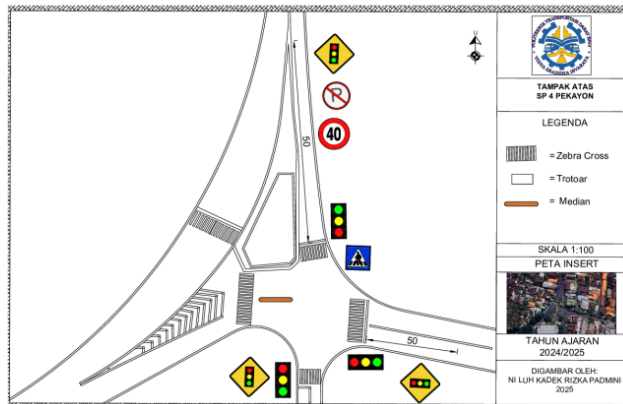
Pengaturan sinyal lalu lintas dua fase memberikan berbagai manfaat, seperti peningkatan keselamatan dan pengurangan titik konflik, namun tundaan dan panjang antrian kendaraan yang tetap terjadi. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh pembagian waktu dalam siklus sinyal yang membatasi durasi lampu hijau untuk setiap pendekatan. Akibatnya, pada pendekatan dengan volume lalu lintas yang tinggi, kendaraan harus menunggu lebih lama untuk memperoleh giliran melintas. Hal ini

berdampak pada terjadinya penumpukan kendaraan serta peningkatan waktu tunggu.

Namun, apabila pada implementasinya kinerja simpang tidak menunjukkan perbaikan yang signifikan atau justru memburuk, maka dapat dipertimbangkan pengaturan tiga fase sebagai alternatif. Pengaturan ini diharapkan mampu menghilangkan konflik yang tersisa dan lebih meningkatkan kinerja operasional simpang secara keseluruhan.

5.13 Perencanaan Perlengkapan Jalan

Selain melakukan analisis perencanaan fase simpang dan memberikan rekomendasi pengaturan fase, juga dilakukan perencanaan perlengkapan jalan sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan kinerja Simpang 4 Pekayon secara menyeluruh. Pada simpang tersebut akan dilakukan penambahan perlengkapan jalan berupa rambu peringatan dan rambu larangan. Selain itu, untuk marka jalan, pada pendekatan timur akan ditambahkan marka penyebrangan pejalan kaki atau *zebra cross* guna meningkatkan keselamatan pejalan kaki. Selain itu, akan dipasang rambu dilarang parkir pada area tertentu yang berpotensi mengganggu kelancaran arus lalu lintas, khususnya di dekat area simpang. Penambahan perlengkapan ini bertujuan untuk mendukung pengaturan lalu lintas yang lebih tertib dan aman di Simpang 4 Pekayon.



Gambar 82. Rekomendasi Perencanaan Perlengkapan Jalan

Selain penerapan APILL yang mampu mengurangi jumlah titik konflik pada Simpang 4 Pekayon, penambahan perlengkapan jalan seperti rambu lalu lintas, zebra cross, dan marka jalan juga turut berperan penting dalam menghindari atau mengurangi potensi konflik, khususnya antara kendaraan dan pejalan kaki. Perencanaan perlengkapan jalan pada simpang tidak hanya mencakup sistem pengaturan sinyal, tetapi juga harus didukung oleh pemasangan rambu – rambu lalu lintas yang sesuai standar. Dimana pemasangan empat rambu peringatan APILL, satu rambu larangan parkir, dan satu rambu batas kecepatan maksimum 40 km/jam di Simpang 4 Pekayon memiliki peran penting dalam meningkatkan keselamatan dan keteraturan lalu lintas. Rambu peringatan APILL berfungsi untuk memberi tahu pengguna jalan akan adanya pengaturan sinyal lalu lintas di depan, sehingga pengemudi dapat mengurangi kecepatan dan lebih waspada. Sementara itu, rambu larangan parkir mencegah kendaraan berhenti sembarangan yang dapat mengganggu arus lalu lintas dan menyebabkan kemacetan maupun potensi kecelakaan, sementara rambu batas kecepatan 40 km/jam bertujuan untuk mengendalikan laju kendaraan guna meminimalisir risiko kecelakaan di area simpang yang rawan konflik. Selain itu, dalam penempatan rambu harus mempertimbangkan kecepatan rata – rata kendaraan pada lokasi pemasangan sesuai dengan (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas, 2014). Diketahui kecepatan kendaraan pada Simpang 4 Pekayon mencapai 60 km/jam, maka rambu harus dipasang paling sedikit 50 meter sebelum titik. Jarak ini bertujuan agar pengemudi memiliki waktu yang cukup untuk membaca, memahami, dan merespon isi rambu secara aman dan tepat sebelum memasuki area simpang.

Selain rambu lalu lintas, marka jalan juga merupakan bagian penting dari perlengkapan jalan yang harus diperhatikan dalam perencanaan simpang. Zebra cross pada simpang berfungsi sebagai fasilitas penyeberangan yang memberikan hak prioritas bagi pejalan kaki, serta meningkatkan keselamatan dan keteraturan arus lalu lintas. Dengan adanya zebra cross yang terintegrasi dengan pengaturan sinyal lalu lintas atau APILL, penyeberang jalan dapat melintas pada waktu yang

aman dan kendaraan dapat berhenti secara tertib sesuai dengan fase sinyal yang berlaku. Perencanaan dan pemasangan marka ini mengacu pada (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 67 Tahun 2018 tentang Marka Jalan, 2018). Dalam peraturan tersebut dijelaskan bahwa pemasangan garis henti *stop line* pada pendekatan timur harus dilakukan dengan jarak 30 cm dari posisi tiang APILL, guna memberikan ruang aman bagi kendaraan saat berhenti pada saat sinyal merah menyala. Sementara itu, zebra cross dipasang pada pendekatan timur dengan jarak 1 meter setelah garis henti, untuk memberikan ruang pemisah antara kendaraan yang berhenti dan jalur penyeberangan pejalan kaki. Penempatan ini juga bertujuan untuk meningkatkan visibilitas pejalan kaki, serta meminimalkan risiko konflik antara kendaraan dan pengguna jalan yang menyeberang.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan rangkuman hasil analisis dari perencanaan simpang bersinyal pada Simpang 4 Pekayon:

1. Berdasarkan hasil pemodelan kondisi eksisting Simpang 4 Pekayon menggunakan perangkat lunak VISSIM yang telah dikalibrasi dan divalidasi, diperoleh gambaran bahwa simpang ini mengalami kinerja yang belum optimal, khususnya pada periode volume tertinggi, yaitu pada sore hari (Plan 6). Analisis menunjukkan bahwa pendekatan dari Timur memiliki panjang antrian tertinggi, yaitu sebesar 199,25 meter, dengan tundaan 45,73 detik. Sementara itu, pendekatan dari Selatan mencatatkan panjang antrian sebesar 71,46 meter dan tundaan 12,30 detik, sedangkan pendekatan dari Utara menunjukkan panjang antrian identik sebesar 96,56 meter, dengan tundaan paling rendah tercatat sebesar 3,16 detik. Selain itu, hasil identifikasi geometri dan pola pergerakan lalu lintas pada simpang menunjukkan bahwa terdapat sebanyak 10 titik konflik, yang terdiri atas 3 titik konflik crossing (primer), 4 titik konflik merging, dan 3 titik konflik diverging. Jumlah konflik ini mengindikasikan tingginya potensi gangguan dan interaksi antar kendaraan yang dapat memengaruhi efisiensi dan keselamatan lalu lintas di simpang tersebut. Secara keseluruhan, hasil evaluasi kondisi eksisting ini memperkuat kebutuhan akan penerapan sistem pengaturan lalu lintas yang lebih terstruktur, seperti penerapan simpang ber – APILL, guna mengurangi konflik, menurunkan tundaan, serta memperpendek panjang antrian, khususnya pada pendekatan dengan beban lalu lintas tertinggi.
2. Pengaturan lampu lalu lintas harian di Simpang 4 Pekayon dilakukan dengan cara membagi waktu operasional selama 16 jam, yaitu dari pukul 05.00 – 21.00 WIB, menjadi beberapa bagian waktu yang disebut *plan*. Setiap plan mewakili kondisi lalu lintas yang berbeda-beda di sepanjang hari. Tujuannya adalah agar

waktu menyala lampu lalu lintas (waktu siklus) bisa disesuaikan dengan jumlah kendaraan yang lewat pada jam-jam tertentu. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, yang memberikan cara untuk menghitung waktu siklus dan mengevaluasi kinerja simpang. Jika jumlah kendaraan sudah cukup banyak, maka waktu siklus bisa dihitung dan diuji menggunakan nilai derajat kejenuhan (DJ). DJ ini menunjukkan apakah simpang masih bisa berfungsi dengan baik. Jika nilai DJ di bawah 0,85, maka kondisi lalu lintas masih tergolong lancar dan waktu siklus bisa digunakan. Setelah waktu siklus dihitung dan dinilai baik, pembagian plan dilanjutkan untuk jam-jam lainnya. Hasilnya, didapatkan 2 *flashing* dan 7 *plan* waktu yang menggambarkan perubahan volume lalu lintas selama satu hari. Setiap plan kemudian diuji lagi dengan simulasi menggunakan program VISSIM. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa pengaturan lampu lalu lintas tersebut benar – benar sesuai dan bisa memperbaiki kinerja simpang sesuai kondisi lalu lintas di lapangan.

3. Berdasarkan hasil analisis dan simulasi menggunakan perangkat lunak VISSIM terhadap tujuh pembagian waktu (plan) yang merepresentasikan kondisi lalu lintas harian di Simpang 4 Pekayon, diperoleh gambaran bahwa penerapan APILL secara umum mampu meningkatkan kinerja operasional simpang. Dampak positif paling terlihat pada Plan 2, Plan 4, dan Plan 6, di mana terjadi penurunan signifikan pada panjang antrian dan tundaan rata – rata. Seperti, pada Plan 6 periode sore hari, panjang antrian berkurang dari 122,42 meter menjadi 56,24 meter, sementara tundaan turun dari 20,26 detik menjadi 11,58 detik. Meskipun terdapat peningkatan tundaan pada Plan 1, 3, 5, dan 7, kondisi tersebut disebabkan oleh penggunaan waktu siklus tetap pada jam tidak sibuk *off-peak*. Selain peningkatan kinerja kuantitatif, penerapan APILL juga berdampak pada pengurangan titik konflik di dalam area simpang. Berdasarkan hasil identifikasi, terjadi pengurangan sebanyak 3 titik konflik, yang terdiri dari 2 titik konflik *crossing* (primer) dan 1 titik konflik *merging* (sekunder). Pengurangan ini terjadi karena pergerakan kendaraan yang sebelumnya saling memotong dan bergabung secara bersamaan, kini dipisahkan melalui

pengaturan waktu sinyal yang terstruktur. Maka, potensi kecelakaan dan gangguan lalu lintas akibat konflik antar pergerakan dapat diminimalkan secara efektif.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan antara lain sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan kajian tambahan terkait survei volume lalu lintas selama 24 jam penuh untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai fluktuasi arus kendaraan sepanjang hari.
2. Perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang implementasi penerapan simpang ber – Apill pada simpang 4 pekayon.
3. Perlunya penelitian lanjutan terkait dampak perubahan sistem simpang ber – Apill terhadap lingkungan sekitar dan perilaku pengguna jalan, guna memastikan penerapan sistem tidak menimbulkan gangguan baru seperti kebisingan, emisi, atau konflik antar pengguna jalan.
4. Evaluasi pasca implementasi sistem APILL untuk melihat apakah sistem yang dirancang benar – benar efektif atau masih perlu disesuaikan.

- Badan Pusat Statistik, & Mojokerto, K. (2024). Kota Mojokerto Dalam Angka 2024. *Katalog /Catalog: 1102001.3576*, 71.
- Direktorat Jenderal, B. M. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023.*
- 1 Haradongan, F. (2020). Kajian Manajemen Rekayasa Lalu Lintas di Simpang Perawang-Minas Kabupaten Siak. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 21(2), 191–198. <https://doi.org/10.25104/jptd.v21i2.1570>
- 41 Hidayat, D. W., Atmajaya, A. B., Suartawan, P. E. S., & Bawa, K. A. (2023). Evaluasi Efektifitas Pengaturan Sinyal Pada Simpang 5 Balapan Untuk Meningkatkan Kinerja Simpang Dengan Pendekatan Pkji 2023 Dan Vissim. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 10(2), 91–101. <https://doi.org/10.46447/ktj.v10i2.568>
- 7 Hidayati, R., Slamet, W., & Sumiyattinah. (2018). Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jl. Sultan Hamid – Jl. Tanjung Raya I – Jl. Perintis Kemerdekaan – Jl. Tanjung Raya II Pontianak). *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 5.3, 1, 102–152.
- 59 Hasanuddin, S. J. (2017). *PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA DENGAN METODE SNI-1732-1989-F PADA RUAS JALAN TADULAKO LOLU KABUPATEN SIGI Hasanuddin.*, 1, 1–10.
- 3 Irwan, M. (2019). *Evaluasi dan Koordinasi Antar Simpang Dengan Menggunakan Pendekatan Mikrosimulasi (VISSIM).*
- 8 Jepriadi, K. (2022). Kalibrasi dan Validasi Model Vissim untuk Mikrosimulasi Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol dengan Lajur Khusus Angkutan Umum (LKAU). *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 9(2), 110–118. <https://doi.org/10.46447/ktj.v9i2.439>
- Juliyani, S. (2022). ANALISA KINERJA PERSIMPANGAN BERSINYAL STUDI KASUS PADA SIMPANG EMPAT SWETA KOTA MATARAM. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.

- PrimaJ, et all (2019). (2019). *Aplikasi Permodelan Lalu Lintas PTV Vissim 9.0*. 6.
- Putri, N. H., & Irawan, M. Z. (2015). Mikrosimulasi Mixed Traffic Pada Simpang Bersinyal Dengan Perangkat Lunak Vissim. *The 18th FSTPT International Symposium*, 10.
- Rafi, Y. A., & Widyatami, F. S. (2023). *ANALISIS KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL DENGAN METODE PKJI 2023 DAN SOFTWARE VISSIM (STUDI KASUS : AREA PERTIGAAN JL . ARIA PUTRA , CIPUTAT)*.
- Ratnaningsih, D. (2020). Koordinasi Sinyal Simpang Jalan Yang Berdekatan Dengan Permodelan Vissim: Study Kasus Simpang Pandanaran Dan Simpang Besi Jangkang Kabupaten Sleman. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Rofi'ah, N., Subagyo, U., & ... (2023). Studi Kelayakan Lalu Lintas Simpang 5 Bypass Mojokerto Terhadap Perencanaan Underpass. *Jurnal Online Skripsi* ..., 4. <http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jos-mrk/article/view/3603><https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jos-mrk/article/download/3603/3158>
- Suartawan, P. E., Sadri, P. D. A., & Rianto, S. S. (2023). Optimization of Interception Coordination on Ir Road. Soekarno, Kediri, Tabanan Through A Microsimulation Approach. *Jurnal Teknologi Transportasi Dan Logistik*, 4(2), 175–182. <https://doi.org/10.52920/jttl.v4i2.206>
- UU 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009. In *Tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan* (Vol. 3, Issue 2).Aswin Badanudin Atmajaya1, Dwi Wahyu Hidayat2, Putu Eka Suartawan3, I. K. A. B. (2023). Evaluasi Efektifitas Pengaturan Sinyal Pada Simpang 5 Balapan Untuk Meningkatkan Kinerja Simpang Dengan Pendekatan Pkji 2023 Dan Vissim. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 10(2), 91–101. <https://doi.org/10.46447/ktj.v10i2.568>
- Bina Marga. (2024). Bina Marga 2024, Pedoman No. 08 Tentang Perencanaan Teknik Geometrik Simpang. *Pedoman Perencanaan Teknik Geometri Simpang*, 08, 1–153.

³⁵
Juliyani, S. (2022). ANALISA KINERJA PERSIMPANGAN BERSINYAL
STUDI KASUS PADA SIMPANG EMPAT SWETA KOTA MATARAM.

Braz Dent J., 33(1), 1–12.

⁴⁰
Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan
Indonesia 2023. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023*.

¹
Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu
Lintas. (2014). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. Pm
⁵⁷
13 Tahun 2014 Tentang Rambu Lalu Lintas. *Pm 115 Tahun 2018*, 1–8.



Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 67 Tahun 2018 tentang Marka Jalan.
¹
(2018). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 67
Tahun 2018 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Perhubungan Nomor
PM 34 Tahun 2014 Tentang Marka Jalan. *Menteri Perhubungan Republik
Indonesia*. <http://hubdat.dephub.go.id/km/tahun-2018/2669-peraturan-menteri-perhubungan-republik-indonesia-nomor-pm-115-tahun-2018-tentang-pengaturan-lalu-lintas-operasional-mobil-barang-selama-masa-angkutan-natal-tahun-2018-dan-tahun-baru-2019/download>

⁸
Risdiyanto. (2018). *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas, Teori dan Aplikasi*
(Issue January).

1 LAMPIRAN



Lampiran 1 Formulir Inventarisasi Simpang

FORMULIR SURVEI INVENTARISASI SIMPANG TIM PRAKTIK KERJA LAPANGAN KOTA MOJOKERTO TAHUN 2025 DIHIMPUN OLEH POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALE									
FORMULIR SURVEI INVENTARISASI SIMPANG									
Nama Simpang		Simpang 4 Pekayon				Pemampang Melintang 			
Surveyor		Irfan & Nabilis							
Hari/Tanggal		Senin, 3 Maret 2025							
Waktu		21.58							
1. Node		1902				S 			
2. Tipe Pendekat		berlawanan							
3. Tipe Simpang		422							
4. Fase Simpang									
		Utara	Selatan	Timur	Barat	T 			
Ruang Jalan		Jl. Mojopahit	Jl. Pekayon	Jl. Raden Wijaya	Jl. Mojopahit				
5. Waktu Hijau (s)									
6. Waktu Merah (s)									
7. Waktu Kuning (s)						B 			
8. Lebar Jalan Total (m)		11,4	6,4	10	9,6				
9. Lebar Median (m)									
10. Lebar Bahu Kanan (m)		0,8	0,7	0,4	1,7				
11. Lebar Bahu Kiri (m)		4,2	0,10	0,4	0,5	U VISUALISASI SIMPANG 			
12. Parkir On-Street Kanan (m)									
13. Parkir On-Street Kiri (m)				1,5					
14. Lebar Trotoar Kanan (m)		1,8		1,5					
15. Lebar Trotoar Kiri (m)		1,5		1,1		S 			
16. Lebar Drainase Kanan (m)									
17. Lebar Drainase Kiri (m)									
18. Lebar Jalur Hidrolif Pendekat (m)		6,8	2,8	6,6	7,4				
19. Lebar Jalur Pendekat (m)						T 			
Kiri		3	2,8	4,6	3,7				
Kanan		3,4	2,8	4,6	3,7				
20. Radius Simpang		13,7	11	11,3	19,8				
21. Hambatan Simpang		Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	B 			
22. Cara Lahan		KOM	KOM	KOM	KOM				
23. Model Arus (Arah)		1 Arah	2 Arah	2 Arah	1 Arah				
24. Kondisi Marka		Baik	Baik	Baik	Buruk				
25. Fasilitas Zebra Cross		Baik	Baik	Tidak Ada	Buruk	T 			
26. Marka Line Stop		Baik	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada				
27. Fasilitas Ruang Khusus Roda 2		4,5	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada				
28. Jalur Sepeda		Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada				
Fasilitas Simpang		Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi	Jumlah	Kondisi
Rambu Larangan		5	Baik	1	Baik	4	Baik	4	Baik
Rambu Peringatan		1	Baik	1	Baik	2	Baik	4	Baik
Rambu Perintah		1	Baik	1	Baik	1	Baik	1	Baik
Rambu Petunjuk		2	Baik	1	Baik	4	Baik	1	Baik

		FORMULIR SURVEI VOLUME SIMPANG TIM PRAKTIK KERJA LAPANGAN KOTA MOKOKERTO TAHUN 2025 TEKNIK MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI													
Nama Simpang		PEKAYON													
Tipe		425													
Pengaturan		TIDAK BERAPIL													
Waktu	Arah	MSP			KS						SM		KTB		TOTAL
		Mobil	Bus Kecil	Truck 1/2	Truck Kecil	Bus Sejang	Bus Besar	Truck Sejang	Truck Besar	Truk Gantung/Tempelan	Spedisi Motor	Speda	Pejalan Kaki		
14.00-14.15	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.00-14.15	↓	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	0	0	190
14.00-14.15	↔	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	0	0	307
14.15-14.30	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
14.15-14.30	↓	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	0	0	201
14.15-14.30	↔	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	0	0	291
14.30-14.45	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
14.30-14.45	↓	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190	0	0	224
14.30-14.45	↔	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	210	0	0	317
14.45-15.00	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86
14.45-15.00	↓	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	0	0	214
14.45-15.00	↔	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270	0	0	340
15.00-15.15	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
15.00-15.15	↓	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	209	0	0	229
15.00-15.15	↔	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230	0	0	313
15.15-15.30	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131
15.15-15.30	↓	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	0	0	251
15.15-15.30	↔	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	434	0	0	507
15.30-15.45	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132
15.30-15.45	↓	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	238	0	0	248
15.30-15.45	↔	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	448	0	0	524
15.45-16.00	↑	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	0	0	147
15.45-16.00	↓	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	222	0	0	255
15.45-16.00	↔	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	431	0	0	525
16.00-16.15	↑	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161
16.00-16.15	↓	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236	0	0	275
16.00-16.15	↔	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	456	0	0	702
16.15-16.30	↑	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	0	0	146
16.15-16.30	↓	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	0	0	198
16.15-16.30	↔	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	390	0	0	484
16.30-16.45	↑	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177
16.30-16.45	↓	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286	0	0	345
16.30-16.45	↔	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	566	0	0	666
16.45-17.00	↑	101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0	0	141
16.45-17.00	↓	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204	0	0	234
16.45-17.00	↔	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	427	0	0	554
17.00-17.15	↑	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166
17.00-17.15	↓	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231	0	0	263
17.00-17.15	↔	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	461	0	0	679
17.15-17.30	↑	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	0	0	144
17.15-17.30	↓	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202	0	0	238
17.15-17.30	↔	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	440	0	0	660
17.30-17.45	↑	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164
17.30-17.45	↓	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236	0	0	272
17.30-17.45	↔	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	471	0	0	522
17.45-18.00	↑	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	0	0	133
17.45-18.00	↓	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	0	0	248
17.45-18.00	↔	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	427	0	0	476
18.00-18.15	↑	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166
18.00-18.15	↓	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	231	0	0	258
18.00-18.15	↔	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	461	0	0	527
18.15-18.30	↑	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106
18.15-18.30	↓	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	203	0	0	250
18.15-18.30	↔	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	403	0	0	517
18.30-18.45	↑	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160
18.30-18.45	↓	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	0	0	213
18.30-18.45	↔	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	380	0	0	467
18.45-19.00	↑	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189
18.45-19.00	↓	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	0	0	226
18.45-19.00	↔	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	268	0	0	382
19.00-19.15	↑	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106
19.00-19.15	↓	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	0	0	144
19.00-19.15	↔	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	261	0	0	324
19.15-19.30	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
19.15-19.30	↓	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	0	0	126
19.15-19.30	↔	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	0	0	277
19.30-19.45	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
19.30-19.45	↓	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0	0	123
19.30-19.45	↔	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199	0	0	267
19.45-20.00	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
19.45-20.00	↓	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103	0	0	123
19.45-20.00	↔	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	0	0	242
20.00-20.15	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
20.00-20.15	↓	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	0	0	113
20.00-20.15	↔	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	0	0	226
20.15-20.30	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
20.15-20.30	↓	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	43
20.15-20.30	↔	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	83
20.30-20.45	↑	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	0	0	203
20.30-20.45	↓	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	68
20.30-20.45	↔	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	0	0	106
20.45-21.00	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
20.45-21.00	↓	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	60
20.45-21.00	↔	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98	0	0	109
Total		301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2400	0	0	2922



Lampiran 3 Formulir Survei CTMC Pendekat Selatan

		FORMULIR SURVEI WOLLE MESIPANG TIM PRAKTIK 7: ERJA LAPANGAN KOTA MOJOKERTO TAHUN 2024 1011 MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI											
Nama Tim/anggota		PRAYOGA											
Dik		42											
Prasyarat		TIDAK BERAPILA											
Waktu	Arah	SP			KS				SM	KTR		TOTAL	
		Mobil	Truk Kecil	Truk Besar	Truk Kecil	Truk Sedang	Truk Besar	Truk Sedang To Kendala	Sepeda Motor	Sepeda	Prinsipal Kaki		
05.00-05.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.15-05.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.30-05.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.45-06.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.00-06.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.15-06.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.30-06.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.45-07.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.00-07.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.15-07.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.30-07.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.45-08.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.00-08.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.15-08.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.30-08.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.45-09.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.00-09.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.15-09.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.30-09.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.45-10.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.00-10.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.15-10.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.30-10.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.45-11.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.00-11.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.15-11.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.30-11.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.45-12.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.00-12.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.15-12.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.30-12.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.45-13.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

		BUMI BIR SURVEI NO UJUM SEMPANG TIM PRAKTIK TERJALAPAN KOTA MOJOKERTO TAHUN 2025 TEKNIK MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI												
Nama Sempang		PEKAYON												
Tipe		425												
Pengaturan		TIDAKBERAPIL												
Waktu	Arah	MP			KS					SM		K	TOTAL	
		Mobil	Bus Kecil	Truk Kecil	Bus Saling	Bus Besar	Truk Saling	Truk Besar	Truk Gantung/Tumpang	Sepeda Motor	Sepeda	18 (Pejalan Kaki)		
13.00-13.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13.00-13.15	Λ	80	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	51	
13.00-13.15	∩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	
13.15-13.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13.15-13.30	Λ	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	
13.15-13.30	∩	80	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	133	
13.30-13.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13.30-13.45	Λ	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	
13.30-13.45	∩	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	
13.45-14.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13.45-14.00	Λ	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	41	
13.45-14.00	∩	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	123	
14.00-14.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14.00-14.15	Λ	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	
14.00-14.15	∩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	
14.15-14.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14.15-14.30	Λ	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	41	
14.15-14.30	∩	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	139	
14.30-14.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14.30-14.45	Λ	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	
14.30-14.45	∩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	
14.45-15.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14.45-15.00	Λ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	
14.45-15.00	∩	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	
15.00-15.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15.00-15.15	Λ	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	53	
15.00-15.15	∩	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	155	
15.15-15.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15.15-15.30	Λ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	
15.15-15.30	∩	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	157	
15.30-15.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15.30-15.45	Λ	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	
15.30-15.45	∩	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	
15.45-16.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15.45-16.00	Λ	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	51	
15.45-16.00	∩	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	136	
16.00-16.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.00-16.15	Λ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	
16.00-16.15	∩	35	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	159	
16.15-16.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.15-16.30	Λ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	
16.15-16.30	∩	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	
16.30-16.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.30-16.45	Λ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	
16.30-16.45	∩	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186	
16.45-17.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.45-17.00	Λ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	
16.45-17.00	∩	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212	
17.00-17.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.00-17.15	Λ	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
17.00-17.15	∩	35	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	237	
17.15-17.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.15-17.30	Λ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	
17.15-17.30	∩	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	
17.30-17.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.30-17.45	Λ	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	106	
17.30-17.45	∩	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	262	
17.45-18.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.45-18.00	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	
17.45-18.00	∩	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	265	
18.00-18.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.00-18.15	Λ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	
18.00-18.15	∩	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	218	
18.15-18.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.15-18.30	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	
18.15-18.30	∩	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	
18.30-18.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.30-18.45	Λ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	
18.30-18.45	∩	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	
18.45-19.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.45-19.00	Λ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	
18.45-19.00	∩	80	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	126	
19.00-19.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19.00-19.15	Λ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	
19.00-19.15	∩	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	
19.15-19.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19.15-19.30	Λ	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	
19.15-19.30	∩	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	
19.30-19.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19.30-19.45	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	
19.30-19.45	∩	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	
19.45-20.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19.45-20.00	Λ	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	
19.45-20.00	∩	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	
20.00-20.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.00-20.15	Λ	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
20.00-20.15	∩	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	
20.15-20.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.15-20.30	Λ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
20.15-20.30	∩	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	
20.30-20.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.30-20.45	Λ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	
20.30-20.45	∩	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	
20.45-21.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.45-21.00	Λ	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	
20.45-21.00	∩	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
Jumlah		631	0	61	10	0	0	10	0	0	8182	71	45	899

Lampiran 4 Formulir Survei CTMC Pendekat Timur

		FORMULIR SURVEI WOLLE MESIPANG TIM PRAKTIK 7011 ERJA LAPANGAN KOTA MOJOKERTO TAHUN 2024 1011 MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI											
Nama Nopang		PRAYOGA											
Dik		42											
Pragatara		TIDAK BERAPAI											
Waktu	Arah	SP			KS				SM	KTR		TOTAL	
		Mobil	Truk kecil	Pick Up	Truk Kecil	Truk Sedang	Truk Besar	Truk Sedang	Truk Besar	Truk Handling To vehicle	Sepeda Motor		Prejanan Kaki
05.00-05.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.00-05.15	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.00-05.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.15-05.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.15-05.30	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.15-05.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.30-05.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.30-05.45	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.30-05.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
05.45-06.00	T	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
05.45-06.00	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
05.45-06.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.00-06.15	T	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
06.00-06.15	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.00-06.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.15-06.30	T	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
06.15-06.30	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.15-06.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.30-06.45	T	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	
06.30-06.45	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.30-06.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.45-07.00	T	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
06.45-07.00	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
06.45-07.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.00-07.15	T	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	
07.00-07.15	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.00-07.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.15-07.30	T	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	
07.15-07.30	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.15-07.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.30-07.45	T	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	
07.30-07.45	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.30-07.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.45-08.00	T	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	
07.45-08.00	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
07.45-08.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.00-08.15	T	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
08.00-08.15	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.00-08.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.15-08.30	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
08.15-08.30	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.15-08.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.30-08.45	T	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
08.30-08.45	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.30-08.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.45-09.00	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
08.45-09.00	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08.45-09.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.00-09.15	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
09.00-09.15	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.00-09.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.15-09.30	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
09.15-09.30	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.15-09.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.30-09.45	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
09.30-09.45	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.30-09.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.45-10.00	T	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
09.45-10.00	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
09.45-10.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.00-10.15	T	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
10.00-10.15	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.00-10.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.15-10.30	T	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
10.15-10.30	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.15-10.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.30-10.45	T	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
10.30-10.45	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.30-10.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.45-11.00	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
10.45-11.00	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10.45-11.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.00-11.15	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
11.00-11.15	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.00-11.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.15-11.30	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
11.15-11.30	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.15-11.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.30-11.45	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
11.30-11.45	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.30-11.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.45-12.00	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
11.45-12.00	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.45-12.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.00-12.15	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
12.00-12.15	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.00-12.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.15-12.30	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
12.15-12.30	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.15-12.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.30-12.45	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
12.30-12.45	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.30-12.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.45-13.00	T	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
12.45-13.00	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.45-13.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

 		FORMULIR SURVEI NO UJUM SEMPANG TIM PRAKTIK TERJALAPAN KOTA MOJOKERTO TAHUN 2025 TEKNIK MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI											
Nama Sempang Tipe Prapengeran		PEKAYON 425 TIDAKBERAPIL											
Waktu	Arah	MSP				KS				SM	K		TOTAL
		Mobil	Bus Kecil	Truk Kecil	Truk Besar	Bus Besar	Truk Besar	Truk Besar	Truk Gendong/Truk Pelan	Sepeda Motor	Sepeda	Pejalan Kaki	
13.00-13.15	T	21	0	0	0	0	0	0	0	0	132	0	179
13.00-13.15	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	25	0	24	
13.15-13.30	T	39	0	2	2	0	0	0	0	144	0	187	
13.15-13.30	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	23	0	27	
13.30-13.45	T	37	0	1	0	0	0	2	2	138	0	180	
13.30-13.45	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	21	0	25	
13.45-14.00	T	36	0	1	1	0	0	1	0	144	0	183	
13.45-14.00	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	21	0	26	
14.00-14.15	T	27	0	1	0	0	0	1	0	124	0	152	
14.00-14.15	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	25	0	24	
14.15-14.30	T	28	0	2	1	0	0	1	0	161	0	193	
14.15-14.30	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	20	0	24	
14.30-14.45	T	21	0	0	0	0	0	0	0	70	0	91	
14.30-14.45	Λ	3	0	0	1	0	0	0	0	22	0	26	
14.45-15.00	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
14.45-15.00	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
15.00-15.15	T	26	0	2	1	0	0	1	0	124	0	152	
15.00-15.15	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	25	0	24	
15.15-15.30	T	21	0	1	0	0	0	0	0	161	0	183	
15.15-15.30	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	23	0	27	
15.30-15.45	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
15.30-15.45	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	21	0	25	
15.45-16.00	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
15.45-16.00	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
16.00-16.15	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
16.00-16.15	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
16.15-16.30	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
16.15-16.30	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
16.30-16.45	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
16.30-16.45	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
16.45-17.00	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
16.45-17.00	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
17.00-17.15	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
17.00-17.15	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
17.15-17.30	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
17.15-17.30	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
17.30-17.45	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
17.30-17.45	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
17.45-18.00	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
17.45-18.00	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
18.00-18.15	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
18.00-18.15	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
18.15-18.30	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
18.15-18.30	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
18.30-18.45	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
18.30-18.45	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
18.45-19.00	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
18.45-19.00	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
19.00-19.15	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
19.00-19.15	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
19.15-19.30	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
19.15-19.30	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
19.30-19.45	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
19.30-19.45	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
19.45-20.00	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
19.45-20.00	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
20.00-20.15	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
20.00-20.15	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
20.15-20.30	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
20.15-20.30	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
20.30-20.45	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
20.30-20.45	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
20.45-21.00	T	21	0	1	0	0	0	1	0	161	0	183	
20.45-21.00	Λ	4	0	1	0	0	0	0	0	23	0	27	
20.45-21.00	Σ	859	12	149	59	0	0	42	15	0	8070	0	8967

Lampiran 5 Formulir Survei Spotspeed Pendekat Utara

		FORMULIR SURVEI KECEPATAN TITIK SPOT SPEED DARI MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI											
SURVEYOR		MARIN & ZAKI											
JAWA		MOJOPAHIT I											
HAWI/TANGGAL		UTARA - SELATAN											
NO	WAKTU	MP				KS				DM			
		PICKUP	BUS KECIL	TRUK KECIL	BUS SEDANG	BUS BESAR	TRUK SEDANG	TRUK BESAR	GANDAN	PEDAMOTOC			
		KM/JAM	KM/JAM	KM/JAM	KM/JAM	KM/JAM	KM/JAM	KM/JAM	KM/JAM	KM/JAM	KM/JAM		
1	49	49	38	36	36			29			34		
2	31	31	38	37	32			38			48		
3	35	28	36	34				31			34		
4	39	32	36	41				29			39		
5	34	35	38	44				30			48		
6	37	40	30	34				30			51		
7	29	33	32	30				36			31		
8	29	39	43	31				37			31		
9	47	51	50	48				35			37		
10	47	38	46	45				29			38		
11	33	49	34	50				28			47		
12	32	32	44	37				44			51		
13	50	45	38	43				35			45		
14	32	30	48	32				43			36		
15	33	34	29	40				39			51		
16	31	50	47	28				42			45		
17	28	45	30	33				45			56		
18	29	35	45	33				43			57		
19	28										57		
20	31										57		
21	29										38		
22	43										38		
23	33										49		
24	29										44		
25	31										30		
26	30										30		
27	31										42		
28	37										47		
29	35										47		
30	43										55		
31	38										47		
32	48										37		
33	33										35		
34	34										34		
35	45										51		
36	39										31		
37	44										34		
38	43										38		
39	47										35		
40	36										50		
41	39										41		
42	49										44		
43	49										39		
44	38										50		
45	38										31		
46	48										52		
47	40										45		
48	46										36		
49	50										52		
50	41										59		
51	41										31		
52	43										50		
53	35										53		
54	47										31		
55	35										57		
56	38										55		
57	43										48		
58	45										40		
59	41										53		
60	41										38		
61	45										37		
62	29										41		
63	45										45		
64	39										55		
65	48										37		
66	40										37		
67	42										35		
68	40										48		
69	42										55		
70	44										37		
71	42										57		
72	35										59		
73	43										55		
74	44										40		
75	50										38		
76	48										53		
77	50										53		
78	39										35		
79	38										52		
80	50										41		
81	43										38		
82	40										34		
83	41										42		
84	45										39		
85	46										52		
86	50										52		
87	50										36		
88	39										40		
89	48										52		
90	49										50		
91	49										57		
92	48										51		
93	36										51		
94	44										34		
95	48										49		
96	38										51		
97	41										34		
98	35										48		
99	49										53		
100	42										48		

Lampiran 6 Formulir Survei Spotspeed Pendekat Selatan

		FORMULIR SURVEI KECEPATAN TITIK/SPOT SPEED DI MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI											
SURVEYOR		MAMIN & ZAKI											
JULIAN		PEKAYON											
ALFA		SELATAN, UTARA											
HARI/TANGGAL													
NO	12	MP					KB					BM	
		PC-KSP	BUS KECIL	TRUK KECIL	LUS SEDANG	BUS BESAR	TRUK SEDANG	TRUK BESAR	TRUK GANDU	PEDA MOTR			
NO	12	NO/JAM	NO/JAM	NO/JAM	NO/JAM	NO/JAM	NO/JAM	NO/JAM	NO/JAM	NO/JAM	NO/JAM	NO/JAM	
1	31	34	36	37				31				30	
2	43	32	33	35				29				38	
3	45	37	34	39				33				41	
4	44	30	36	34				33				39	
5	42	39	37	32				30				30	
6	29	40	28	38				32				41	
7	41	34	39	32				30				31	
8	43	29	31	28				29				38	
9	35	39	31	35				29				32	
10	32	37	34	35				32				31	
11	36	39	37	35								39	
12	37	35	29	34								45	
13	43	38	32	33								31	
14	39	35	29	30								42	
15	31	36	37	32								40	
16	40	30	34	31								41	
17	43	29	28	35								45	
18	33	34	35	35								37	
19	44											48	
20	35											35	
21	29											46	
22	46											40	
23	43											40	
24	34											45	
25	28											38	
26	30											35	
27	40											39	
28	35											34	
29	36											42	
30	37											30	
31	37											30	
32	44											33	
33	30											39	
34	36											43	
35	39											46	
36	36											44	
37	29											41	
38	40											44	
39	36											30	
40	34											44	
41	37											32	
42	35											40	
43	30											37	
44	31											36	
45	30											38	
46	40											43	
47	31											46	
48	29											44	
49	30											37	
50	39											35	
51	30											45	
52	39											39	
53	34											46	
54	35											40	
55	29											38	
56	29											39	
57	33											47	
58	39											47	
59	24											32	
60	38											32	
61	40											33	
62	39											39	
63	38											47	
64	31											47	
65	31											40	
66	40											46	
67	33											43	
68	38											43	
69	37											39	
70	36											41	
71	31											43	
72	40											47	
73	39											47	
74	35											33	
75	32											47	
76	25											38	
77	29											42	
78	34											40	
79	35											39	
80	34											37	
81	35											43	
82	35											35	
83	37											45	
84	28											41	
85	31											40	
86	35											42	
87	30											44	
88	30											33	
89	39											32	
90	40											36	
91	28											41	
92	33											37	
93	29											32	
94	39											39	
95	35											46	
96	35											38	
97	28											34	
98	42											36	
99	39											44	
100	34											46	

Lampiran 7 Formulir Survei Spotspeed Pendekat Timur

		FORMULIR SURVEI KECEPATAN TITIK/SPOT SPEED DAN MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASIDARAT BALI								
SURVEYOR: JALAN: RUMAH: HARTANEGAL:		PAIDMEN & AYDI RADEN WIJAYA I TENOR - BAKAT								
NO	WAKTU (DURASI)	MP				KB				SM
		PICKUP (KMUJAM)	BUS KECIL (KMUJAM)	TRUK KECIL (KMUJAM)	BUS SEDANG (KMUJAM)	BUS BESAR (KMUJAM)	TRUK BESAR (KMUJAM)	TRUK GANDEN (KMUJAM)	PEDAMOTOC (KMUJAM)	
1	48	34	36	41						34
2	47	41	37	35						35
3	34	30	46	49						30
4	48	42	44	44						38
5	32	42	38	44						29
6	50	32	32	35						44
7	55	34	38	46						35
8	44	28	39	41						49
9	42	42	47	34						30
10	31	40	31	47						45
11	38	29	41	33						37
12	55	42	42	45						33
13	47	28	43	34						51
14	49	46	43	39						52
15	39	35	46	30						28
16	53	36	28	33						27
17	41	43	47	34						52
18	37	41	40	30						38
19	42	38	46	37						36
20	30	31	45	28						47
21	44									52
22	31									27
23	56									56
24	48									30
25	37									34
26	41									31
27	54									40
28	53									44
29	51									39
30	39									29
31	39									34
32	46									42
33	56									47
34	51									41
35	54									31
36	30									33
37	28									42
38	36									39
39	52									39
40	49									42
41	37									42
42	54									34
43	40									36
44	41									34
45	53									38
46	44									31
47	41									35
48	46									33
49	41									38
50	46									38
51	57									43
52	55									42
53	53									43
54	37									32
55	49									32
56	45									35
57	33									52
58	58									42
59	37									54
60	30									51
61	47									42
62	33									53
63	58									47
64	29									53
65	41									50
66	35									44
67	31									58
68	30									43
69	32									41
70	42									55
71	45									58
72	31									49
73	51									47
74	33									30
75	44									49
76	44									58
77	42									58
78	38									36
79	31									50
80	40									52
81	25									42
82	45									58
83	31									44
84	45									43
85	53									44
86	37									37
87	36									50
88	28									54
89	34									45
90	29									50
91	58									36
92	46									55
93	56									37
94	52									49
95	49									43
96	43									49
97	37									58
98	40									55
99	42									49
100	38									38

Lampiran 8 Data BAP Kecelakaan



No	Tanggal Kejadian	Waktu Kejadian	Tingkat Kecelakaan	Typo Kecelakaan	Kendaraan	Tempat/ Jalur	Tempat/ Jalur	Tempat/ Jalur	Tempat/ Jalur	Tempat/ Jalur
1	12/10/2021	14:00:00	Riwayat	Tabrak kendaraan berlalu depan kendaraan yang dilahui lurus	Terang/ Jalur	22	50	50	50	50
2	29/10/2021	10:30:00	Riwayat	Tabrak depan, belah kiri	Terang/ Jalur	22	50	50	50	50
3	14/02/2021	12:30:00	Riwayat	Tabrakan kendaraan belok kanan dengan kendaraan yang datang dari arah belakang	Terang/ Jalur	22	50	50	50	50
4	16/01/2022	18:30:00	Riwayat	Tabrakan kendaraan belok kanan dari arah belakang	Terang/ Jalur	22	50	50	50	50
5	21/01/2021	19:05:00	Riwayat	Tabrakan dengan kendaraan yang sedang dan selanjutnya	Terang/ Jalur	22	50	50	50	50
6	17/05/2021	19:00:00	Riwayat	Tabrakan dengan kendaraan yang sedang dari arah kiri	Terang/ Jalur	22	50	50	50	50



Lampiran 9 Lembar Asistensi Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing 1

	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI		
	FORMULIR ASISTENSI BIMBINGAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN - MAGANG		
KODE FR.02.030	Tanggal Bertaku : 31 Agustus 2020	Revisi : -	Hal. : 1 / 3

**ASISTENSI BIMBINGAN KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI**

NAMA : Ni Luh Kadek Rizka Padmini
NOTAR : 2203020
PROGRAM STUDI : D-III Manajemen Transportasi Jalan
JUDUL LAPORAN : Analisis Perencanaan Penerapan Simpang Ber – Apil Pada Simpang 4 Pekayon Dengan Pendekat PKJI 2023 Dan Vissim.
DOSEN PEMBIMBING : Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T.

Asistensi Ke-	Hari/Tanggal	Materi Perbaikan	Hasil Perbaikan	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Jumat / 16 Mei 2025	Progres BAB I -IV - Latar belakang - metodologi - Perbaikan batasan masalah	Sudah direvisi	
2	Selasa / 27 Mei 2025	Progres BAB IV - metode pengambilan data dan waktu pelaksanaan survei data Kecepatan	Sudah direvisi	



Asistensi Ke-	Hari/Tanggal	Materi Perbaikan	Hasil Perbaikan	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
3	Kamis / 26 Juni 2025	Progres BAB V Terkait analisis menggunakan vssim	sudah direvisi	
4	Kamis / 3 Juli 2025	Progres BAB V Terkait tata naskah dan penentuan analisis rekomendasi, menggunakan vssim		




Lampiran 10 Lembar Asistensi Kertas Kerja Wajib Dosen Pembimbing 2

	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI		
	FORMULIR ASISTENSI BIMBINGAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN - MAGANG		
KODE FR.02.030	Tanggal Berlaku : 31 Agustus 2020	Revisi : -	Hal. : 1 / 3

ASISTENSI BIMBINGAN KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI

NAMA : Ni Luh Kadek Rizka Padmini
NOTAR : 2203020
PROGRAM STUDI : D-III Manajemen Transportasi Jalan
JUDUL LAPORAN : Analisis Perencanaan Penerapan Simpang Ber – Apil pada Simpang 4 Pekayon Dengan Pendekat PKJI 2023 Dan Vissim.
DOSEN PEMBIMBING : Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T.(TD), M.A.P.

Asistensi Ke-	Hari/Tanggal	Materi Perbaikan	Hasil Perbaikan	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Jumat / 16 Mei 2025	Progres BAB I - IV - latar belakang - Perbaikan batasan masalah - metodologi	Sudah direvisi	
2	Kamis / 26 Juni 2025	Progres BAB V - Terkait analisis menggunakan PKJI 2023 - Penentuan plan	Sudah Direvisi	

Asistensi Ke-	Hari/Tanggal	Materi Perbaikan	Hasil Perbaikan	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
3	Jumat/ 27 Juni 2025	Progres BAB V Terkait perhitungan waktu siklus	sudah direvisi	
4	selasa/ 01/ Juli 2025	Progres BAB V Terkait rekomendasi Plan dan rekomendasi kondisi operasi pada wilayah Kajian.	sudah direvisi	
5	Jumat/ 04 Juli 2025	Progres BAB V Terkait analisis menggunakan Vissim pada hard engineering dan rekomendasi		

Lampiran II Dokumentasi Survei



ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	digilib.ptdisttd.ac.id Internet Source	3%
2	pak.uui.ac.id Internet Source	2%
3	dspace.uui.ac.id Internet Source	1%
4	eprints.itenas.ac.id Internet Source	1%
5	repository.its.ac.id Internet Source	<1%
6	repository.ub.ac.id Internet Source	<1%
7	ktj.pktj.ac.id Internet Source	<1%
8	eprints.pktj.ac.id Internet Source	<1%
9	123dok.com Internet Source	<1%
10	docplayer.info Internet Source	<1%
11	Bimantara, Firmandhi Sahid. "Pengaruh koordinasi simpang bersinyal terhadap waktu tempuh pengguna jalan (Studi kasus simpang pegadaidansimpang alun-alun lama	<1%

ungaran)", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023

Publication

12	zombiedoc.com Internet Source	<1 %
13	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
14	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
15	eprints.polbeng.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
17	jurnal.polinema.ac.id Internet Source	<1 %
18	www.scribd.com Internet Source	<1 %
19	Submitted to Landmark University Student Paper	<1 %
20	repo.undiksha.ac.id Internet Source	<1 %
21	journal.maranatha.edu Internet Source	<1 %
22	karinov.co.id Internet Source	<1 %
23	e-journal.unmas.ac.id Internet Source	<1 %
24	vdocuments.site Internet Source	<1 %

25	es.scribd.com Internet Source	<1 %
26	repository.umy.ac.id Internet Source	<1 %
27	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
28	Claudia S. Tege, Audie L. E. Rumayar, Meike M. Kumaat. "Analisis Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Ruas Jalan Wolter Mongisidi Kota Bitung", TEKNO, 2024 Publication	<1 %
29	jurnal.unej.ac.id Internet Source	<1 %
30	Submitted to unikadelasalle Student Paper	<1 %
31	jurnal.untan.ac.id Internet Source	<1 %
32	karya.brin.go.id Internet Source	<1 %
33	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
34	jurnal.poltradabali.ac.id Internet Source	<1 %
35	repository.untag-sby.ac.id Internet Source	<1 %
36	repository.upstegal.ac.id Internet Source	<1 %
37	composite.ft.ung.ac.id Internet Source	<1 %

38	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1 %
39	inilahmojokerto.com Internet Source	<1 %
40	Singgih Subagyo, Suryanto Suryanto, Muhammad Nefo Handriansyah. "ANALISA KINERJA LALU LINTAS JALAN KALIURANG (STUDI KASUS : JALAN KALIURANG KM 5,8 – 9,3 , KABUPATEN SLEMAN, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA)", CivETech, 2024 Publication	<1 %
41	jurnal.itg.ac.id Internet Source	<1 %
42	Tutut Alawiyah. "Analisis Kinerja Simpang Tiga Tidak Bersinyal Jalan A. Yani – Jalan Muncul, Dampak Pembangunan Fly Over Aloha", INTER TECH, 2024 Publication	<1 %
43	e-journals.unmul.ac.id Internet Source	<1 %
44	id.123dok.com Internet Source	<1 %
45	Submitted to Universitas Andalas Student Paper	<1 %
46	repository.uir.ac.id Internet Source	<1 %
47	research-report.umm.ac.id Internet Source	<1 %
48	journal.ukrim.ac.id Internet Source	<1 %

49	lusmialawiyah.wordpress.com Internet Source	<1 %
50	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
51	repo.itera.ac.id Internet Source	<1 %
52	money.kompas.com Internet Source	<1 %
53	Faizal, Akhmad Bagus. "Peran Notaris Dalam Perlindungan Hukum Bagi Pembeli Properti Secara Kredit Ketika Terjadi Gugatan Oleh Pihak Ketiga di Kota Tegal", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2024 Publication	<1 %
54	core.ac.uk Internet Source	<1 %
55	eprints.iain-surakarta.ac.id Internet Source	<1 %
56	teras.unimal.ac.id Internet Source	<1 %
57	Submitted to School of Business and Management ITB Student Paper	<1 %
58	jatimnow.com Internet Source	<1 %
59	jurnal.unismuhpalu.ac.id Internet Source	<1 %
60	kabarwarta.id Internet Source	<1 %

61	repository.ummat.ac.id Internet Source	<1 %
62	www.idxchannel.com Internet Source	<1 %
63	Submitted to Universitas Negeri Semarang Student Paper	<1 %
64	Anwar, Achmad Choliq. "Evaluasi Manajemen Rekayasa Lalu Lintas Dengan Aplikasi Contram Release 5.09 (Studi Kasus Cbd Kota Semarang: Jl. Imam Bonjol - Jl. Kapten Piere Tendean - Jl. Pemuda)", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023 Publication	<1 %
65	bayualfian.blogspot.com Internet Source	<1 %
66	journal.uny.ac.id Internet Source	<1 %
67	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
68	etd.repository.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
69	id.scribd.com Internet Source	<1 %
70	repository.unim.ac.id Internet Source	<1 %
71	Submitted to Universitas Pancasila Student Paper	<1 %
72	Submitted to Universiti Teknologi Petronas Student Paper	<1 %

73	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %
74	jurnal.untad.ac.id Internet Source	<1 %
75	Ni Made Widya Pratiwi. "PENGARUH BANGKITAN DAN TARIKAN OPERASIONAL UNIT RAWAT JALAN RSU PURI RAHARJA TERHADAP KINERJA LALU LINTAS", FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil), 2021 Publication	<1 %
76	jurnal.kdi.or.id Internet Source	<1 %
77	ojs.balitbang.dephub.go.id Internet Source	<1 %
78	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
79	Submitted to St. Ursula Academy High School Student Paper	<1 %
80	Submitted to ptdi-sttd Student Paper	<1 %
81	repository.dinamika.ac.id Internet Source	<1 %
82	repository.unifa.ac.id Internet Source	<1 %
83	repository1.stikeselisabethmedan.ac.id Internet Source	<1 %
84	Andi Sahrul Hidayat, Nasir Bumulo, Sartan Nento. "TINJAUAN KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL JL. A. A. WAHAB, JL. SUN ISMAIL,	<1 %

DAN JL. KH HUTU BADU DI KABUPATEN GORONTALO", JURNAL SIMETRIK, 2024

Publication

85 Submitted to University of Wollongong <1 %
Student Paper

86 Submitted to Sriwijaya University <1 %
Student Paper

87 journal.fkpt.org <1 %
Internet Source

88 jurnal.umj.ac.id <1 %
Internet Source

89 pdfcoffee.com <1 %
Internet Source

90 Submitted to itera <1 %
Student Paper

91 journal.eng.unila.ac.id <1 %
Internet Source

92 placid.wikidot.com <1 %
Internet Source

93 Prihiyandhoko, Hageng. "Evaluasi Manajemen Rekalaya Lalu Lintas Sistem Satu Arah (SSA) Dengan Program Vissim Pada Ruas Jalan Ahmad Yani Kota Tegal", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2024 <1 %
Publication

94 garuda.ristekbrin.go.id <1 %
Internet Source

95 jurnal.unismabekasi.ac.id <1 %
Internet Source

jurnal.untidar.ac.id

96

Internet Source

<1 %

97

ojs.uajy.ac.id

Internet Source

<1 %

98

repository.usm.ac.id

Internet Source

<1 %

99

Maria S. G. Padang, Meike M. Kumaat, Samuel Y. R. Rompis. "Analisis Ekuivalensi Mobil Penumpang Pada Jalan Perkotaan", TEKNO, 2024

Publication

<1 %

100

Muhammad Ichsan Syaditya Rama, Tas'an Junaedi, Rahayu Sulistyorini. "Pengaruh jalinan lalu-lintas terhadap tundaan di Jalan Imam Bonjol dengan metode gap acceptance", REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung, 2023

Publication

<1 %

101

Probo Yudha Prasetyo, Sigit Priyanto, Imam Muthohar. "PENGATURAN POLA ARUS LALU LINTAS DI KAWASAN PLTU KARANGKANDRI CILACAP (Studi Kasus : Ruas Jalan Lingkar Timur Cilacap)", Jurnal Penelitian Transportasi Darat, 2021

Publication

<1 %

102

kc.umn.ac.id

Internet Source

<1 %

103

moam.info

Internet Source

<1 %

104

nanopdf.com

Internet Source

<1 %

105	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
106	qdoc.tips Internet Source	<1 %
107	repository.poliupg.ac.id Internet Source	<1 %
108	repository.unisma.ac.id Internet Source	<1 %
109	repository.unj.ac.id Internet Source	<1 %
110	sipil.ub.ac.id Internet Source	<1 %
111	Delima Rahmawati, Tuti Agustin, Amirotul M.H. Mahmudah. "Analisis Dampak Aktivitas Sekolah terhadap Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus Taman Pendidikan Prasekolah Al Firdaus Surakarta)", Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal, 2024 Publication	<1 %
112	Fefi Mulyani, Mutia Lisyia. "ANALISIS KINERJA RUAS JALAN YOS SUDARSO KOTA PEKANBARU", Jurnal TeKLA, 2025 Publication	<1 %
113	Mohamad Rifki Abdi, Andi Iin Nindy Karlinda K., Siti Nurfajrina J. Patunrangi, Aristi Ayuningsi Ode Asri. "TINGKAT KEBISINGAN AKIBAT AKTIVITAS LALU LINTAS YANG BERADA DI KAWASAN PASAR LASOANI KOTA PALU", Composite Journal, 2025 Publication	<1 %

114 Suherman Yusri, Abubakar Alwi, R.M Rustamaji. "KAJIAN KAPASITAS JALAN PROTOKOL DI KOTA NANGA PINOH (Studi Kasus Jalan Juang)", Jurnal Teknik Sipil, 2018
Publication <1 %

115 e-jurnal.pnl.ac.id
Internet Source <1 %

116 ejournal.uniks.ac.id
Internet Source <1 %

117 igtj.ub.ac.id
Internet Source <1 %

118 inba.info
Internet Source <1 %

119 johannessimatupang.wordpress.com
Internet Source <1 %

120 journal.um-surabaya.ac.id
Internet Source <1 %

121 journal.umy.ac.id
Internet Source <1 %

122 jurnal.unitri.ac.id
Internet Source <1 %

123 lib.unnes.ac.id
Internet Source <1 %

124 repo.stie-pembangunan.ac.id
Internet Source <1 %

125 repositori.untidar.ac.id
Internet Source <1 %

126 repository.stiesia.ac.id
Internet Source <1 %

127	repository.uhn.ac.id Internet Source	<1 %
128	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
129	repository.unbari.ac.id Internet Source	<1 %
130	repository.unwira.ac.id Internet Source	<1 %
131	sttgarut.ac.id Internet Source	<1 %
132	teknik-sipilblog.blogspot.com Internet Source	<1 %
133	doaj.org Internet Source	<1 %
134	slideum.com Internet Source	<1 %
135	Farras Nasywa, Noer Fadhly, Renni Anggraini. "The Mathematical Relationship Between Volume, Speed, And Density At Seven Approached Intesections In The City Of Banda Aceh", Journal of Physics: Conference Series, 2024 Publication	<1 %
136	hukumtransportasi2015.wordpress.com Internet Source	<1 %
137	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off