

**OPTIMALISASI SIKLUS WAKTU APILL MELALUI DESAIN
PLAN HARIAN UNTUK PENINGKATAN KINERJA SIMPANG
EMPAT GAJAH MADA – SAWUNGGALING**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH:

MADE WAHYU BINTANG SAMUDRA PUTRA

2203037

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

2025

**OPTIMALISASI SIKLUS WAKTU APILL MELALUI DESAIN
PLAN HARIAN UNTUK PENINGKATAN KINERJA SIMPANG
EMPAT GAJAH MADA – SAWUNGGALING**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian

Program Studo Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Transportasi



DISUSUN OLEH:

MADE WAHYU BINTANG SAMUDRA PUTRA

2203037

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI

PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

2025

HALAMAN PENGESAHAN

KERTAS KERJA WAJIB

**OPTIMALISASI WAKTU SIKLUS APILL MELALUI DESAIN PLAN
HARIAN UNTUK PENINGKATAN KINERJA SIMPANG EMPAT GAJAH
MADA – SAWUNGGALING**

Disusun Oleh:

MADE WAHYU BINTANG SAMUDRA PUTRA

2203037

Disetujui untuk diajukan pada

Seminar Proposal Kertas Kerja Wajib

Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I



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

NIP. 19900130 201012 1 005
Tanggal: 30 April 2025

DOSEN PEMBIMBING II



A.A. Bagus Oka Khrisna Surya
S.T., M.T.

NIP. 19900519 201902 1 002
Tanggal: 30 April 2025

Ditetapkan di: Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB
OPTIMALISASI SIKLUS WAKTU APILL MELALUI DESAIN *PLAN*
HARIAN UNTUK PENINGKATAN KINERJA SIMPANG EMPAT GAJAH
MADA – SAWUNGGALING

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

MADE WAHYU BINTANG SAMUDRA PUTRA

2203037

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 18 JULI 2025
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

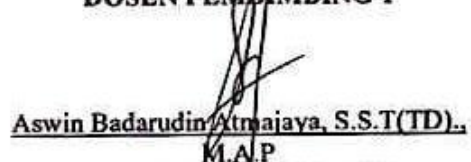
Tim Penguji

DOSEN PENGUJI 1



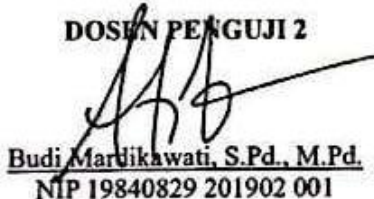
Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T.
NIP 19820530 200912 1 003

DOSEN PEMBIMBING 1



Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T(TD),
M.A.P
NIP 19900130 201012 1 005

DOSEN PENGUJI 2



Budi Mardikawati, S.Pd., M.Pd.
NIP 19840829 201902 001

DOSEN PEMBIMBING 2



A.A. Bagus Oka Klrisna Surya, S.T. M.T
NIP 19900519 201902 1 002

Mengetahui,

KETUA PROGRAM STUDI
DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN



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

19820530 200912 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Made Wahyu Bintang Samudra Putra, Notar. 2203037, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir dengan judul "Optimalisasi Waktu Siklus Apill Melalui Desain Plan Harian Untuk Peningkatan Kinerja Simpang Empat Gajah Mada - Sawunggaling" merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas 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 dari 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, 8 Juli 2025

Penulis,



Made Wahyu Bintang

Samudra Putra

2203037

INTISARI

OPTIMALISASI SIKLUS WAKTU APILL MELALUI DESAIN PLAN HARIAN UNTUK PENINGKATAN KINERJA SIMPANG EMPAT GAJAH MADA – SAWUNGGALING

Oleh

Made Wahyu Bintang Samudra Putra

Kemacetan lalu lintas di kawasan perkotaan, seperti di Kota Mojokerto, menjadi persoalan utama yang berdampak pada penurunan efisiensi perjalanan. Salah satu titik kemacetan terdapat di Simpang 4 Gajah Mada – Sawunggaling akibat ketidaksesuaian waktu siklus APILL dengan kondisi volume lalu lintas yang fluktuatif. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja simpang dengan mengoptimalkan siklus waktu APILL melalui desain plan harian. Metode penelitian menggunakan kombinasi analisis PKJI 2023 dan simulasi mikroskopik dengan perangkat lunak PTV VISSIM. Data primer dikumpulkan melalui survei geometri jalan, volume lalu lintas (CTMC), dan kecepatan kendaraan, sedangkan data sekunder meliputi peta jaringan jalan dan tata guna lahan. Simulasi divalidasi dengan metode GEH untuk memastikan akurasi model. Hasil penelitian menunjukkan kondisi eksisting memiliki derajat kejenuhan yang melebihi ambang batas optimal ($D_j > 0,85$), dengan panjang antrian mencapai 156 meter. Penerapan tujuh plan harian dengan penyesuaian waktu siklus dan fase sinyal efektif menurunkan tundaan dan panjang antrian secara signifikan. Kesimpulannya, optimalisasi siklus APILL berbasis plan harian mampu meningkatkan efisiensi lalu lintas di simpang perkotaan. Rekomendasi ini diharapkan menjadi acuan bagi pemerintah daerah dalam pengelolaan lalu lintas yang adaptif terhadap dinamika volume kendaraan.

Kata Kunci: PKJI 2023, PTV VISSIM, Waktu Siklus, Plan Harian

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF APILL CYCLE TIME THROUGH DAILY PLAN DESIGN FOR IMPROVED PERFORMANCE OF GAJAH MADA - SAWUNGGALING FOUR-WAY INTERSECTION

By

Made Wahyu Bintang Samudra Putra

Traffic congestion in urban areas, such as Mojokerto City, is a major problem that has an impact on reducing travel efficiency. One of the significant congestion points is at the Gajah Mada - Sawunggaling Intersection 4 due to the mismatch of the APILL cycle time with the fluctuating traffic volume conditions. This research aims to improve the intersection performance by optimizing the APILL cycle time through daily plan design. The research method used a combination of PKJI 2023 analysis and microscopic simulation with PTV VISSIM software. Primary data were collected through surveys of road geometry, traffic volume (CTMC), and vehicle speed, while secondary data included road network maps and land use. Simulations were validated using the GEH method to ensure model accuracy. The results showed that the existing conditions had a degree of saturation that exceeded the optimal threshold ($D_j > 0,85$), with queue lengths reaching 156 meters. The implementation of four daily plans with adjustments to the cycle time and signal phase effectively reduces the delay time and queue length significantly. In conclusion, the optimization of traffic signal cycles based on daily plans can improve traffic efficiency at urban intersections. This recommendation is expected to be a reference for local governments in managing traffic that is adaptive to the dynamics of vehicle volumes.

Keyword: PKJI 2023, PTV VISSIM, Cycle time, Daily Plan

KATA PENGANTAR

Segala puji Syukur atas rahmat dan karunia Allah SWT, yang telamelimpaikan rahmat dan anugerah-NYA, sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul “Optimalisasi Siklus Waktu Apill Melalui Desain *Plan* Harian Untuk Peningkatan Kinerja Simpang Empat Gajah Mada – Sawunggaling” dapat terselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan yang sangat baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sejumlah besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu ada untuk mendukung.
2. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr. selaku direktur Politeknik Transportasi Darat Bali.
3. Bapak Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T.(TD)., M.A.P selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan kertas kerja wajib ini.
4. Bapak A.A. Bagus Oka Khrisna Surya, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbimngan dan arahan langsung terhadap penulisan kertas kerja wajib ini.
5. Dosen-dosen Program Studi Manajemen Transportasi Jalan yang telah memberikan bimbingan selama Pendidikan
6. Rekan Taruna politeknik Transportasi Darat Bali Angkatan III

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

Tabanan, 8 Juli 2025

Penulis,

**Made Wahyu Bintang
Samudra Putra
2203037**

DAFTAR ISI

INTISARI	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II GAMBARAN UMUM.....	6
2.1. Kondisi Wilayah.....	6
2.2. Kondisi Objek.....	7
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	10
3.1. Persimpangan.....	10
3.1.1. Simpang Ber-APILL (<i>Signalised Intersection</i>).....	10
3.1.2. Simpang Tidak Ber-APILL (<i>Unsignalized Intersection</i>)	10
3.2. Kinerja Simpang Ber-APILL.....	10
3.2.1. Kapasitas Simpang Ber-APILL.....	10
3.2.2. Arus Jenuh Simpang Ber-APILL	12
3.2.3. Rasio Arus terhadap Arus Jenuh Simpang Ber-APILL.....	15
3.2.4. Waktu Isyarat APILL	15
3.2.5. Kinerja Simpang Ber-APILL	16
3.3. VISSIM sebagai Permodelan Simulasi Persimpangan.....	18
3.4.1. Permodelan VISSIM.....	18

3.3.2. Kalibrasi.....	18
3.3.3. Validasi.....	19
3.3.4. Evaluasi.....	20
3.4. Penelitian Terdahulu	20
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1. Data Primer	Error! Bookmark not defined.
4.1.2. Data Sekunder	Error! Bookmark not defined.
4.2. Metode Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1. Analisis Kinerja Simpang Eksisting.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2. Penentuan <i>Plan</i> Harian Simpang	Error! Bookmark not defined.
4.2.3. Permodelan VISSIM Setelah di Rekayasa	Error! Bookmark not defined.
4.3. Bagan Alir	Error! Bookmark not defined.
4.4. Timeline Kegiatan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
5.1. Pengumpulan Data.....	Error! Bookmark not defined.
5.1.1 Data Inventarisasi Simpang	Error! Bookmark not defined.
5.1.2 Data Kecepatan	Error! Bookmark not defined.
5.1.3. Data Volume.....	Error! Bookmark not defined.
5.2. Analisis Kondisi Eksisting dengan Permodelan Vissim.....	Error! Bookmark not defined.
defined.	
5.3. Kalibrasi dan Validasi Vissim	Error! Bookmark not defined.
5.4.1 Kalibrasi.....	Error! Bookmark not defined.
5.4.2 Validasi.....	Error! Bookmark not defined.
5.3 Analisis Kinerja Waktu Siklus Eksisting Melalui Permodelan Vissim	Error!
Bookmark not defined.	
5.3.1 <i>PLAN 1 (05.30-07.00)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.3.2 <i>PLAN 2 (07.00-09.30)</i>	Error! Bookmark not defined.

5.3.3	<i>PLAN 3 (09.30-12.00)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.3.4	<i>PLAN 4 (12.00-14.00)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.3.5	<i>PLAN 5 (14.00-16.00)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.3.6	<i>PLAN 6 (16.00-20.15)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.3.7	<i>PLAN 7 (20.15-21.45)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4	Analisis Kinerja Desain <i>Plan</i> Harian Melalui Permodelan Vissim	Error!
	Bookmark not defined.	
5.4.1	<i>PLAN 1 (05.30-07.00)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4.2	<i>PLAN 2 (07.00-09.30)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4.3	<i>PLAN 3 (09.30-12.00)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4.4	<i>PLAN 4 (12.00-14.00)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4.5	<i>PLAN 5 (14.00-16.00)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4.6	<i>PLAN 6 (16.00-20.15)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4.7	<i>PLAN 7 (20.15-21.45)</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4.8	<i>Flashing</i>	Error! Bookmark not defined.
5.5	Rekomendasi Kebutuhan Perencanaan Desain <i>Plan</i> Harian..	Error! Bookmark not defined.
	defined.	
BA B VI PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
6.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
6.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas Administrasi Wilayah.....	6
Tabel 3. 1 Tabel Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	12
Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Ukuran Kota	13
Tabel 3. 3 Tipe Fase yang Layak	16
Tabel 3. 4 Parameter GEH	19
Tabel 3. 5 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3. 6 Timeline Kegiatan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 1 Penentuan Plan berdasarkan jumlah volume	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 2 Data kondisi eksisting permodelan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 3 Hasil permodelan eksisting plan 1	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 4 Hasil permodelan eksisting plan 2	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 5 Hasil permodelan eksisting plan 3	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 6 Hasil permodelan eksisting plan 4	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 7 Hasil permodelan eksisting plan 5	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 8 Hasil permodelan eksisting plan 6	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 9 Hasil permodelan eksisting plan 7	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 10 Rekapitulasi permodelan eksisting	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 11 Perhitungan arus jenuh tiap lengan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 12 Perhitungan penentuan waktu hijau per fase	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 13 Hasil kinerja plan 1 dengan waktu siklus baru	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 14 Perbandingan kondisi eksisting dengan optimalisasi waktu siklus PKJI.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 15 Hasil kinerja paling optimal plan 2.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 16 Hasil kinerja plan 3 dengan waktu siklus baru	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 17 Hasil kinerja plan 4 dengan waktu siklus baru	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 18 Hasil kinerja plan 5 dengan waktu siklus baru	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 19 Perbandingan kondisi eksisting dengan optimalisasi waktu siklus PKJI.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 20 Hasil kinerja paling optimal plan 6.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 21 Hasil kinerja plan 7 dengan waktu siklus baru	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. 22 Hasil penurunan Panjang antrian pada tiap lengan Simpang.....	Error! Bookmark not defined.

Tabel 5. 23 Hasil penurunan tundaan pada tiap lengan Simbang. **Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Jaringan Jalan.....	6
Gambar 2. Tampak Atas Simpang 4 Gajah Mada – Sawunggaling.....	7
Gambar 3. Pendekat Utara.....	7
Gambar 4. Pendekat Selatan.....	8
Gambar 5. Pendekat Timur.....	9
Gambar 6. Pendekat Barat.....	9
Gambar 7. Grafik Faktor Koreksi Penyesuaian Kelandaian.....	14
Gambar 8. Grafik Faktor Koreksi Jarak Parkir.....	14
Gambar 9. Data Inventarisasi Simpang.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10. Survey Inventarisasi Simpang.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 11. Grafik volume selama 24 jam.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 12. Proporsi jumlah kendaraan.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 13. Diagram Flow paling peak dalam satu hari	Error! Bookmark not defined.
Gambar 14. Pembuatan permodelan vissim (link) Error! Bookmark not defined.	
Gambar 15. Pembuatan permodelan vissim (2D/3D model).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 16. Pembuatan permodelan vissim (Vehicle types).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 17. Pembuatan permodelan vissim (Vehicle Inputs)....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 18. Pembuatan permodelan vissim (Vehicle Route)....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 19. Pembuatan permodelan vissim (Signal control)....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 20. Pembuatan permodelan vissim (Driving behaviour).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 21. Pembuatan permodelan vissim (Data Collection Point).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 22. Pembuatan permodelan vissim (Simulation)..	Error! Bookmark not defined.
Gambar 23. Pembuatan permodelan vissim Model Eksisting...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 24. Pengaturan signal control eksisting pada vissim ...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 25. Diagram fase kondisi eksisting.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 26. Diagram Flow jam puncak Plan 1	Error! Bookmark not defined.
Gambar 27. Rasio kendaraan untuk menentukan arus jenuh.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 28. Hasil permodelan eksisting plan 1	Error! Bookmark not defined.
Gambar 29. Diagram flow jam puncak plan 2.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 30. Hasil permodelan eksisting plan 2....	Error! Bookmark not defined.

Gambar 31. Diagram flow jam puncak plan 3.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 32. Hasil permodelan eksisting plan 3**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 33. Diagram flow jam puncak plan 4.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 34. Hasil permodelan eksisting plan 4**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 35. Diagram flow jam puncak plan 5.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 36. Hasil permodelan eksisting plan 7**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 37. Diagram flow jam puncak plan 6.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 38. Hasil permodelan eksisting plan 6**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 39. Diagram flow jam puncak plan 7.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 40. Hasil permodelan eksisting plan 7**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 41. Signal control rekomendasi plan 1 ...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 42. Diagram fase plan 1**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 43. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus baru plan 1 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 44. Signal Control rekomendasi plan 2...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 45. Diagram fase perhitungan PKJI plan 2 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 46. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus PKJI **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 47. Panjang antrian lengan utara plan 2..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 48. Panjang antrian lengan selatan plan 2..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 49. Panjang antrian lengan timur plan 2 .**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 50. Signal control plan 2 paling optimal.**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 51. Diagram fase paling optimal plan 2..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 52. Permodelan rekomendasi paling optimal plan 2....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 53. Signal control rekomendasi plan 3 ...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 54. Diagram fase perhitungan PKJI plan 3 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 55. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus baru plan 3 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 56. Signal Control rekomendasi plan 4...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 57. Diagram fase plan 3**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 58. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus baru plan 4 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 59. Signal Control rekomendasi plan 5...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 60. Diagram fase plan 5**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 61. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus baru plan 5 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 62. Signal control rekomendasi plan 6 ...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 63. Diagram fase perhitungan PKJI plan 4 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 64. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus PKJI **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 65. Panjang antrian lengan utara plan 6..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 66. Panjang antrian lengan selatan plan 6..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 67. Panjang antrian lengan timur plan 6 .**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 68. Signal control plan 6 paling optimal.**Error! Bookmark not defined.**

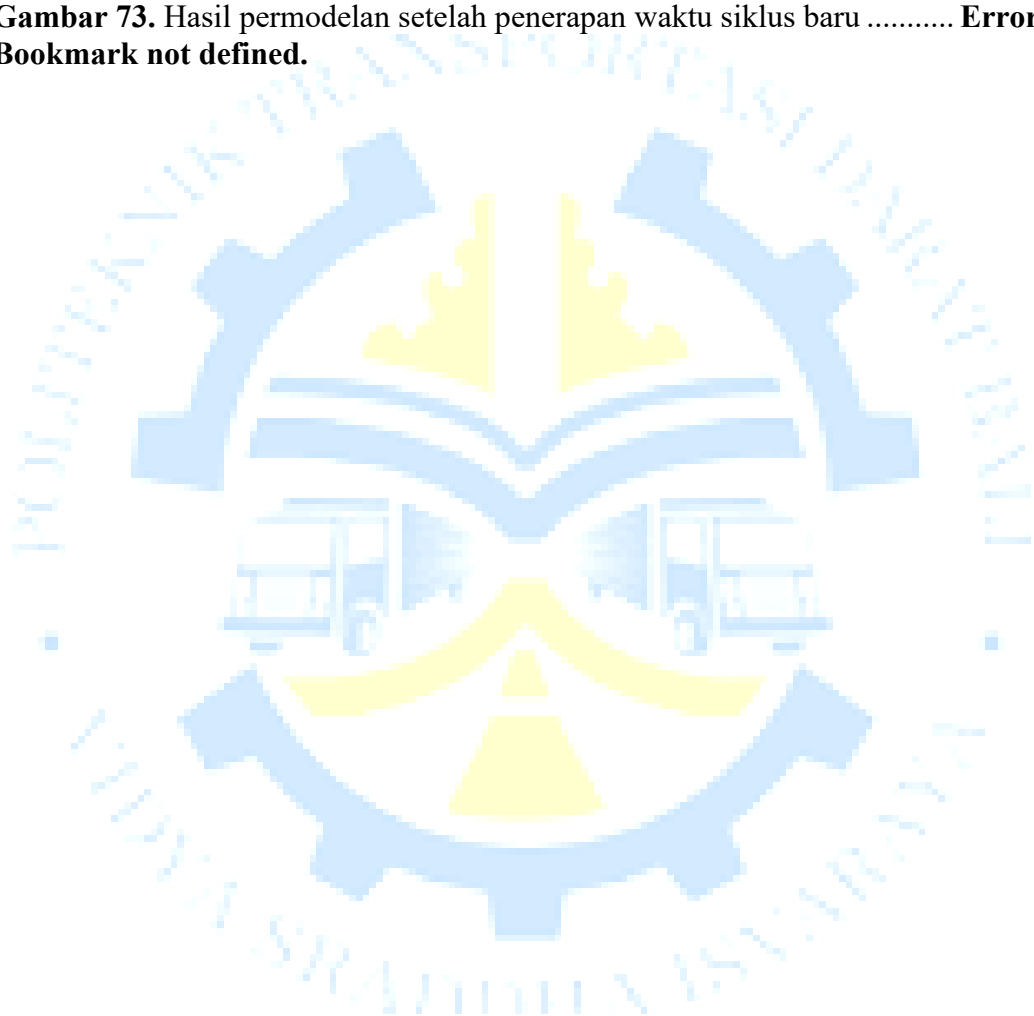
Gambar 69. Diagram fase paling optimal plan 6..**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 70. Permodelan rekomendasi paling optimal plan 6.... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 71. Signal Control rekomendasi plan 7...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 72. Diagram fase plan 7**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 73. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus baru **Error! Bookmark not defined.**



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Mojokerto merupakan salah satu kota yang berada di Provinsi Jawa Timur, dengan luas wilayah 20,2 Km². Kota Mojokerto terletak di bagian tengah dari Kabupaten Mojokerto yang berbatasan langsung dengan Kecamatan Sooko, Kecamatan Puri, dan Kecamatan Mojoanyar, Kabupaten Mojokerto itu sendiri. Tercatat jumlah penduduk Kota Mojokerto pada tahun 2024 menurut data Badan Pusat Statistik Mojokerto, (2024) mencapai 142.272 juta jiwa. Kota Mojokerto merupakan wilayah yang bukan berfokus pada pariwisata, namun memiliki potensi di bidang industry dan kerajinan. Hal tersebut berdampak ke Masyarakat Kota Mojokerto yang berupaya mewujudkan hidup yang sejahtera dan makmur agar dapat meningkatkan perekonomian yang menyebabkan barang dan jasa bertambah, maka kesejahteraan Masyarakat akan meningkat (Fahrizal dkk., 2021). Secara tidak langsung, hal tersebut mempengaruhi transportasi yang ada di Kota Mojokerto dimana masyarakat melakukan perjalanan untuk dapat menuju ke tempat tujuan mereka. Masyarakat menggunakan ruang lalu lintas yang dimana hal tersebut mempengaruhi dari transportasi pada Kota Mojokerto itu sendiri. Ruas jalan maupun persimpangan akan dilalui oleh masyarakat ketika akan melakukan perjalanan dari satu titik ke titik tujuan.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun (1993) tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun tidak sebidang. Persimpangan sendiri terdiri menjadi dua yaitu simpang ber-APIII (*signalized intersection*) dan simpang tidak ber-APIII (*unsignalized intersection*). Simpang juga memiliki tujuan untuk dapat mempertemukan beberapa ruas jalan yang nantinya digunakan untuk menjadi penghubung dari berbagai ruas jalan yang ada. Permasalahan di simpang

biasanya terjadinya dikarenakan terjadinya konflik antar kendaraan yang bertemu dari beberapa ruas jalanyang terhubung. Kemacetan merupakan salah satu masalah yang terjadi akibat tumbuhnya jumlah penduduk sehingga meingkatkan frekuensi volume kendaraan (Maryam dkk., 2021).

Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling merupakan salah satu simpang yang ada pada Kota Mojokerto dengan mempertemukan beberapa ruas jalan diantaranya yaitu Jalan Gajah Mada, Jalan Sawunggaling, dan Jalan Pemuda. Jalan Gajah Mada merupakan lengan mayor yang dimana kendaraan yang melintasi simpang dominan berasal dari jalan ini. Sedangkan Jalan Pemuda dan Jalan Sawunggaling merupakan lengan minor yang kendaraannya cenderung lebih sedikit melintasi simpang jika dibandingkan dengan Jalan Gajah Mada. Tiap-tiap ruas jalan ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga hal tersebut dapat memicu terjadinya permasalahan yang terjadi pada simpang. Panjang antrian terjadi akibat pemenuhan kendaraan pada lengan simpang pendekat utara mencapai 150m dari garis stop line simpang. Hal tersebut terjadi akibat dari waktu siklus pengaturan yang diimplementasikan belum sesuai dengan kebutuhan yang seharusnya, dan juga tidak memiliki *plan* pada periode waktu tertentu. Pada *survey* pendahuluan dilakukan pengamatan yang menghasilkan perhitungan waktu siklus pada hari *weekday* belum memiliki *plan*. Munculnya masalah panjang antrian ini disebabkan karena lokasi daripada simpang ini dekat dengan titik kordon luar wilayah kajian Kota Mojokerto yang dimana biasanya masyarakat yang melintas memiliki volume yang tinggi. Hal ini terjadi karena Jalan Gajah Mada pada merupakan jalan arteri yang menjadi akses banyak orang ketika pulang berkegiatan pada jam diatas.

Dengan munculnya masalah yang terjadi pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling, Kota Mojokerto, diperlukan perencanaan penanganan masalah sehingga dapat meminimalisir terjadinya penurunan kinerja pada simpang tersebut. Penelitain kali ini berfokus pada hari kerja atau *weekday* dikarenakan peneliti menginginkan hari efektifitas Masyarakat ketika bekerja menjadi lebih optimal saat melintasi Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling. Pengaturan waktu siklus dapat menjadi jawaban terkait masalah yang terjadi diatas. Peneliti

melakukan *survey* pada hari selasa dikarenakan hari tersebut dapat mewakili karakteristik daripada hari *weekday* lainnya. Menurut penelitian (Ahmad dkk., 2023) penggunaan metode PKJI 2023 mampu menganalisis perencanaan waktu siklus yang efektif pada suatu simpang. Tak hanya waktu siklus, namun kebutuhan *plan* dalam satu hari tersebut akan menjadi jawaban atas permasalahan diatas. Dalam merekayasa perencanaan peningkatan kinerja yang akan dilakukan, maka perlu dimodelkan secara nyata untuk mendapatkan hasil terbaik. Menurut (Suartawan dkk., 2023) permodelan pada vissim dapat merekayasa karakteristik pergerakan lalu lintas secara rinci dan nyata di lingkungan perkotaan. Penggunaan aplikasi PTV VISSIM dapat digunakan untuk memodelkan terkait perencanaan panjang antrian sesudah direkayasa. Nantinya hasil dari rekayasa yang akan dilakukan diharapkan mampu menjadi solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling. Pada penelitian kali ini hanya berfokus pada simpang dan tidak memperhatikan dari *u-turn* yang terdampak dikarenakan jarak yang jauh sepanjang 500m.

1.2. Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling, yaitu:

1. Bagaimana kondisi eksisting Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling?
2. Bagaimana desain rekayasa waktu siklus yang diterapkan untuk meningkatkan kinerja Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling?
3. Seberapa besar peningkatan kinerja berdasarkan hasil simulasi?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini didasarkan oleh perumusan masalah diatas, yakni?

1. Untuk mengetahui kondisi kinerja eksisting pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling

2. Untuk mengetahui desain rekayasa pengaturan waktu siklus agar dapat meningkatkan kinerja Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling
3. Untuk mengetahui peningkatan kinerja pada simpang setelah dilakukannya simulasi

1.4. Manfaat Penelitian

Sesuai tujuan studi yang hendak dicapai, oleh karenanya diharapkan studi ini mempunyai manfaat yakni diantaranya:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Memberi wawasan serta pengetahuan terhadap pembaca terkait hasil penelitian tertulis yakni terkait optimalisasi simpang.
 - b. Studi ini dapat dijadikan referensi serta masukan untuk studi yang nantinya akan dijalankan serta berkaitan topiknya dengan yang dibahas pada penelitian ini.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Pemerintah
Penelitian penulis nantinya bisa dijadikan masukan serta pertimbangan penting dalam pengembangan optimalisasi kinerja simpang di Wilayah Kota Mojokerto.
 - b. Bagi Masyarakat di Wilayah Kajian Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling, diharapkan nantinya akan meningkatkan kenyamanan saat melintasi Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.
 - c. Bagi Penulis
Penelitian tertulis bisa menambah keahlian penulis dalam menganalisa masalah yang terjadi serta kritis dalam berpikir sehingga menemukan solusi yang inovatif mengenai masalah yang dibahas serta meningkatkan wawasan penulis terhadap masalah.

1.5. Batasan Masalah

Penelitian ini dilaksanakan pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling dengan batasan-batasan penelitian sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian hanya pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling
2. Pada penelitian kali ini hanya berfokus pada simpang dan tidak memperhatikan dari *u-turn* yang terdampak dikarenakan jarak yang jauh (500 meter).
3. Dalam penelitian kali ini berfokus dalam permasalahan perencanaan waktu siklus dan tidak memperhatikan kondisi geometri pada simpang.
4. Data diperoleh dari hasil *survey weekday* selama 24 jam untuk memenuhi kebutuhan data.
5. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 digunakan untuk menentukan waktu siklus yang optimal.
6. Perangkat lunak PTV VISSIM digunakan untuk melakukan permodelan setelah dilakukan rekayasa lalu lintas tentang panjang antrian dan tundaan terkait pengaturan waktu siklus.
7. Indikator yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu validasi dengan uji *statistic* GEH serta menggunakan *driving behaviour* sebagai kalibrasi.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1. Kondisi Wilayah

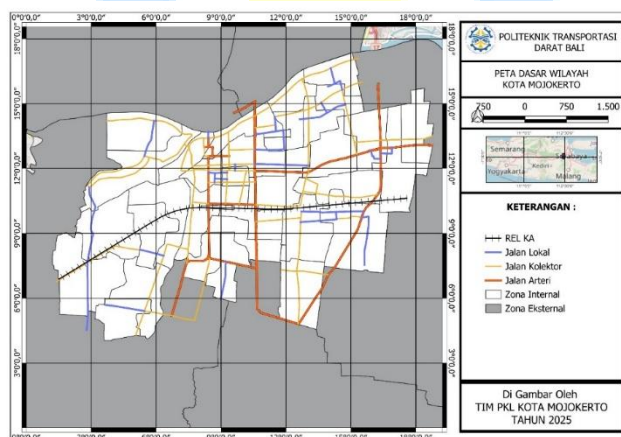
Kota Mojokerto merupakan wilayah yang memiliki 3 kecamatan (Magersari, Prajurit Kulon, Kranggan) dan 18 kelurahan didalamnya, yang dimana tersebsar di masing-masing kecamatan sebanyak 6 kelurahan. Tiap-tiap wilayah memiliki status, tipe, fungsi, dan juga jenis jalan yang berbeda-beda.. Berikut merupakan batas-batas wilayah Kota Mojokerto:

Tabel 2. 1 Batas Administrasi Wilayah

No	Batas Wilayah	
1.	Utara	Sungai Brantas, Kabupaten Mojokerto
2.	Selatan	Kecamatan Sooko dan Kecamatan Puri, Kabupaten Mojokerto
3.	Timur	Kecamatan Mojoanyar dan Kecamatan Puri, Kabupaten Mojokerto
4.	Barat	Kecamatan Sooko, Kabupaten Mojokerto

(Tim PKL Kota Mojokerto 2025)

Pada wilayah kajian Kota Mojokerto terdapat 134 ruas jalan yang tersebar di seluruh wilayah Kota. Hal ini diatur dalam Surat Keputusan Walikota Mojokerto No: 188.45/99/417.111/2020 tentang penetapan status ruas jalan di Kota Mojokerto



(Sumber: Tim Pkl Kota Mojokerto 2025)

Gambar 1. Peta Jaringan Jalan

2.2. Kondisi Objek

Penelitian kali ini berlokasi pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling dengan kondisi simpang ber-APILL yang berada pada Kecamatan Magersari, Kota Mojokerto. Simpang ini memiliki 4 lengan yang terhubung ke masing-masing ruas jalan yang berbeda dan memiliki 2 lengan mayor (utara, selatan) dan 2 lengan minor (timur, barat).



(Sumber: Google Earth 2025)

Gambar 2. Tampak Atas Simpang 4 Gajah Mada – Sawunggaling

1. Pendekat Utara

Pada pendekat utara merupakan Ruas Jalan Gajah Mada dimana jalan ini memiliki tipe 4/2 T dengan dua arah dan terbagi oleh median. Jalan Gajah Mada merupakan Jalan Arteri dengan tata guna lahan yaitu komersial, bukan perumahan. Lengan ini merupakan ruas jalan mayor pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Gambar 3. Pendekat Utara

2. Pendekat Selatan

Pada pendekat selatan merupakan Ruas Jalan Gajah Mada dimana jalan ini memiliki tipe 4/2 T dengan dua arah dan terbagi oleh median. Jalan Gajah Mada merupakan Jalan Arteri dengan tata guna lahan yaitu komersial, bukan perumahan. Lengan ini merupakan ruas jalan mayor pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Gambar 4. Pendekat Selatan

3. Pendekat Timur

Pada pendekat timur merupakan ruas Jalan Sawunggaling dimana jalan ini memiliki tipe 2/2 TT dengan dua arah dan tidak terbagi median. Jalan Sawunggaling merupakan Jalan Kolektor yang memiliki tata guna lahan yaitu pemukiman tempat masyarakat tinggal atau yang dikenal dengan bangkitan. Lengan ini merupakan ruas jalan minor pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Gambar 5. Pendekat Timur

4. Pendekat Barat

Pada pendekat barat merupakan ruas Jalan pemuda dimana jalan ini memiliki tipe 2/1 TT dengan satu arah dan tidak terbagi median. Jalan Sawunggaling merupakan Jalan Kolektor. Lengan ini merupakan ruas jalan minor pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling dan tidak memiliki APILL untuk pengaturannya dikarenakan hanya memiliki satu arah pada ruas Jalan Pemuda.



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Gambar 6. Pendekat Barat

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Persimpangan

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun (1993) tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun tidak sebidang. Persimpangan memiliki area konflik antara ruas jalan dari berbagai arus yang berlawanan dan saling memotong, sehingga menyebabkan kemacetan (Rorong dkk., 2015). Simpang terbagi menjadi dua jenis yaitu:

3.1.1. Simpang Ber-APILL (*Signalised Intersection*)

Simpang Ber-APILL atau juga sering disebut simpang bersinyal adalah salah satu jenis simpang yang memiliki pergerakan arus lalu lintas pada tiap lengannya yang diatur menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).

3.1.2 Simpang Tidak Ber-APILL (*Unsignalized Intersection*)

Simpang tidak Ber-APILL atau juga sering disebut simpang tidak bersinyal merupakan salah satu jenis simpang yang dimana pergerakan dari tiap lengan pada simpang tersebut tidak memiliki Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas. Arus dari tiap lengannya dapat langsung bergerak tanpa memerlukan aba-aba dari APILL.

3.2. Kinerja Simpang Ber-APILL

Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk dapat mengetahui kondisi eksisting maupun kedepannya yang akan digunakan sebagai rekomendasi pada Simpang Ber-APILL.

3.2.1. Kapasitas Simpang Ber-APILL

Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui kapasitas Simpang Ber-APILL sebagai berikut:

$$C = J x \frac{Wh}{s}$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

C = Kapasitas Pendekat (Smp/Jam)



W_H = Waktu Hijau (Detik)

S = Waktu Siklus Total (Detik)

3.2.2. Arus Jenuh Samping Ber-APILL

Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui Arus Jenuh Samping Ber-APILL sebagai berikut:

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

(Sumber: PKJI 2023)

J = Arus Jenuh

J_0 = Arus Jenuh Dasar

F_{HS} = Faktor Hambatan Samping

F_{UK} = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

F_G = Faktor Penyesuaian Kelandaian

F_P = Faktor Penyesuaian Parkir

F_{BKI} = Faktor Penyesuaian Belok Kiri

F_{BKA} = Faktor Penyesuaian Belok Kanan

1. Arus Jenuh Dasar

Perhitungan arus jenuh dasar dibedakan berdasarkan tipe simpang yang terlindung (P) dan yang terlawan (O)

Tipe Terlindung

$$J_0 = 600 \times L_E$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

L_E = Lebar Efektif Pendekat

2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{HS}) disesuaikan dengan tipe lingkungan serta kelas hambatan samping dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 3. 1 Tabel Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor					
			0,00	0,05	1,0	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor					
			0,00	0,05	1,0	0,15	0,20	$\geq 0,25$
	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
Pemukiman	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas	Tinggi/ Sedang/ Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

(PKJI, 2023)

3. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Faktor koreksi ukuran kota menurut PKJI 2023 sebagai berikut:

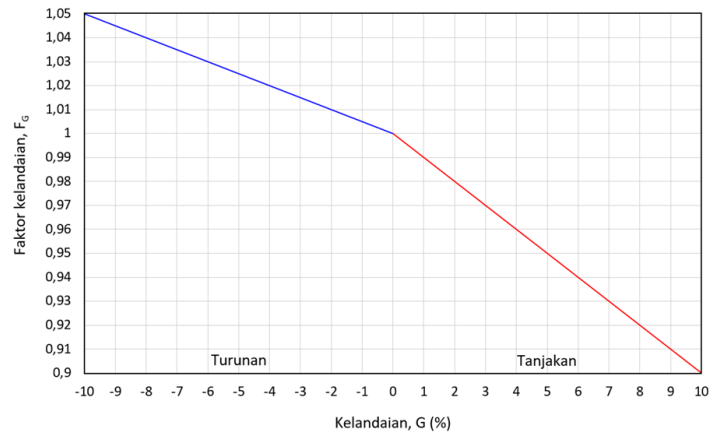
Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Ukuran Kota	Penduduk (Juta)	Faktor Koreksi Ukuran Kota
Sangat Kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,83
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

(PKJI, 2023)

4. Faktor Koreksi Penyesuaian Kelandaian

Faktor koreksi penyesuaian kelandaian digunakan untuk menghitung dalam Simpang Ber-APILL dengan menggunakan grafik sebagai berikut:

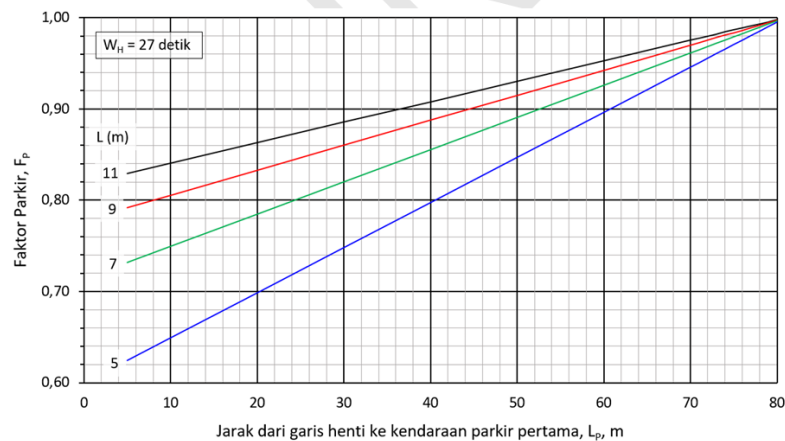


(Sumber: PKJI 2023)

Gambar 7. Grafik Faktor Koreksi Penyesuaian Kelandaian

5. Faktor Koreksi Jarak Parkir

Faktor koreksi pengaruh parkir digunakan untuk menghitung dalam Simpang Ber-APILL dengan menggunakan grafik sebagai berikut:



(Sumber: PKJI 2023)

Gambar 8. Grafik Faktor Koreksi Jarak Parkir

dan juga dapat digunakan perhitungan sebagai berikut:

$$F_p = \frac{L_p}{3} - \frac{(L-2) \times (\frac{L_p}{3} - W_h)}{L}$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

L_p = Jarak Garis Henti dengan Kendaraan Parkir Pertama (Meter)

L = Lebar Pendekar (Meter)

W_h = Waktu Hijau Pada Pendekat (Normalnya 27 detik)

6. Faktor Koreksi Belok Kiri

Faktor koreksi belok kiri memiliki rumus sebagai berikut:

$$F_{BKa} = 1,0 - R_{BKl} \times 0,16$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

R_{BKl} = Rasio Kendaraan Belok Kiri

7. Faktor Koreksi Belok Kanan

$$F_{BKk} = 1,0 + R_{BKk} \times 0,26$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

R_{BKk} = Rasio Kendaraan Belok Kanan

3.2.3. Rasio Arus terhadap Arus Jenuh Simpang Ber-APILL

Rasio arus pada masing-masing pendekat dapat dicari dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

Rq/j = Rasio Arus Masing-masing Pendekat

q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

j = Arus Jenuh

3.2.4. Waktu Isyarat APILL

Dalam menghitung waktu pada alat pemberi isyarat lalu lintas digunakan rumus untuk menentukan desain plan harian sebagai berikut:

1. Waktu Siklus

Waktu siklus adalah perhitungan waktu penuh dalam pemberian isyarat pelepasan kendaraan pada suatu simpang. Perhitungan waktu siklus dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{(1,5 - Whh + 5)}{(1 - \sum Rq/jkritis)}$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

S = Waktu siklus (detik)

Whh = Waktu Hijau Hilang per Siklus

Rq/j = Rasio Arus

$\sum Rq/jkritis$ = Rasio Arus Simpang

Tabel 3. 3 Tipe Fase yang Layak

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

(PKJI, 2023)

2. Waktu Hijau

Rumus yang digunakan untuk menentukan waktu hijau:

$$W_{Hi} = (S - W_{hh}) \times \frac{\sum R q / j \text{ kritis}}{\sum i (R q / j \text{ kritis}) i}$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

W_{HI} = Tampilan Waktu Hijau Pada Fase I (detik)

S = Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian Sinyal (detik)

W_{HH} = Waktu Hilang Total per Siklus (detik)

i = Indeks Untuk Fase ke-i

3. Waktu Hijau Hilang

Rumus yang digunakan untuk menentukan waktu hijau hilang:

$$W_{HH} = \sum i (w_{ms} + w_k) i$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

W_{MS} = Waktu merah semua

W_K = Waktu kuning

4. Rasio Arus Simpang

Rumus yang digunakan untuk menentukan rasio arus simpang:

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

(Sumber: PKJI 2023)

5. Rasio Fase

Rumus yang digunakan untuk menentukan rasio fase:

$$RF = \frac{R q / j \text{ kritis}}{Ras}$$

(Sumber: PKJI 2023)

3.2.5. Kinerja Simpang Ber-APILL

Perhitungan kinerja simpang ber-APILL dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut

1. Derajat Kejenuhan

Rumus yang digunakan untuk menentukan derajat kejenuhan:

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

D_j = Derajat Kejenuhan

C = Kapasitas segmen jalan (smp/jam)

2. Panjang Antrian

Rumus yang digunakan untuk menentukan derajat kejenuhan:

$$Pa = Nq1 + Nq2$$

Dengan $DJ > 0,5$ maka

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

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

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

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

D_j = Derajat Kejenuhan

S = Waktu Siklus (detik)

q = Arus Lalu Lintas Pada Pendekar Kajian (smp/detik)

3. Rasio Kendaraan Henti

Rumus yang digunakan untuk menentukan rasio kendaraan henti:

$$Rkh = 0,9 \times \frac{Nq}{q \times s} \times 3600$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

N_q = Jumlah Antrian Kendaraan Pada Isyarat Hijau (smp)

S = Waktu Siklus (detik)

q = Arus Lalu Lintas Pada Pendekat Kajian

4. Tundaan

Rumus yang digunakan untuk menentukan tundaan:

$$T_i = T_{LLi} + T_{Gi}$$

Tundaan Lalu Lintas dan Tundaan Geometri didapatkan dengan cara:

$$T_{LL} = S \times \frac{(0,5 \times (1 - Rh)^2)}{(1 - Rh \times Dj)} + \frac{(Nq1 \times 3600)}{c}$$

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

T_{LLi} = Tundaan Lalu Lintas

T_G = Tundaan Geometri

P_B = Porsi Kendaraan Membelok Pada Suatu Pendekat

5. Penilaian Kinerja

Dalam penilaian kinerja lalu lintas dilakukan peninjauan analisis kapasitas dan kinerja lalu lintas secara eksisting maupun rekayasa. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting maupun rekayasa kedepannya terkait pengaturan waktu siklus, penentuan fase, arus lalu lintas dan simpang APILL.

3.3. VISSIM sebagai Permodelan Simulasi Persimpangan

Aplikasi VISSIM adalah perangkat lunak yang berfungsi untuk mensimulasikan rekayasa lalu lintas sesuai keinginan pengguna namun hanya dalam skala mikro. Perangkat lunak ini berasal dari negara Jerman dengan nama lain *Verkehr in Stadten Simulation Model*.

3.4.1. Permodelan VISSIM

VISSIM digunakan untuk menggambarkan rekayasa lalu lintas secara perencanaan maupun kondisi eksisting dalam bentuk visualisasi 3D. Penggambaran yang diberikan berupa perencanaan lalu lintas, maupun eksisting dalam bentuk nyata dan visual (Rizqiah, 2021). Namun metode pendekatan VISSIM DAN PKJI berbeda yaitu perhitungan yang dilakukan pada VISSIM dapat menganalisa perlajur secara terperinci.

3.3.2. Kalibrasi

Parameter	Penjelasan
Desire position at freflow lane	Posisi kendaraan pada lajur
Overtake left and right	Perilaku kendaraan dalam menyalip
Distance Driving	Jarak antar samping kendaraan saat berkendara
Distance Standing	Jarak antar kendaraan saat berhenti
Average Stanstill Distance	Penentuan jarak aman
Additive part of safety distance	Penentuan jarak aman

Multiplic part of safety	Penentuan jarak aman

Kalibrasi merupakan salah satu cara untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam merekayasa perencanaan lalu lintas yang efektif dan optimal. Hal ini dilakukan untuk mensimulasikan kondisi yang ada dilapangan secara nyata. Pengaturan yang dilakukan pada kalibrasi ini yaitu mengatur terkait perilaku pengemudi (*driving behaviour*) dengan *trial and error*. Hal-hal yang diatur di dalamnya yaitu terkait jarak antar kedua kendaraan dari depan dan kendaraan yang di belakang, jarak antara kedua kendaraan dari samping, perilaku pengemudi saat menyalip melalui lajur kanan dan kiri yang diperbolehkan dan dapat diatur sesuai dengan kondisi eksisting sehingga dapat menggambarkan perilaku pengemudi yang melintasi simpang tersebut semirip mungkin. Apabila dari hasil yang disimulasikan tidak sesuai dengan hasil validasi maka akan dilakukan pengulangan di kalibrasi (Jepriadi, 2022).

3.3.3. Validasi

Pada aplikasi PTV VISSIM diperlukan adanya validasi agar dapat memaksimalkan dari rekayasa lalu lintas yang akan dilakukan. Validasi merupakan proses penting untuk memastikan bahwasanya simulasi yang dibuat dapat menyerupai dari kondisi nyata lapangan. Penelitian kali ini menggunakan validasi dengan volume kendaraan eksisting yang dibandingkan dengan volume kendaraan rekayasa melalui metode GEH. GEH atau *Geoffery E. Havers* adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam memvalidasi permodelan yang akan dilakukan pada aplikasi PTV VISSIM kali ini. Pada tahap ini dilakukan setelah melakukan kalibrasi yang bertujuan untuk mengetahui ke akuratan model dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Metode GEH sendiri merupakan modifikasi dari uji statistic *chi-squared*, yang menganalisis perbedaan antara nilai mutlak dan relative. Adapun rumus GEH sebagai berikut:

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

(Jepriadi 2022)

Adapun parameter yang digunakan untuk menentukan validitas dari keberhasilan permodelan ini berdasarkan perhitungan GEH sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Parameter GEH

Nilai GEH	Keterangan
< 5	Diterima

Nilai GEH	Keterangan
5 – 10,0	Error atau data buruk
>10,0	Ditolak

(Jepriadi 2022)

Setelah dipermodelkan dan mendapatkan hasil data yang dikeluarkan melalui permodelan, maka selanjutnya akan diuji menggunakan metode GEH yang Dimana Ketika di uji menghasilkan nilai di bawah 5 maka dianggap valid.

3.3.4. Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap percobaan yang dilakukan setelah mensimulasikan perencanaan optimalisasi pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling. Hal ini dilakukan untuk membandingkan seberapa signifikan hasil dari percobaan perencanaan peningkatan kinerja pada simpang pada kondisi sebelum dan sesudah disimulasikan. Indikator yang dibandingkan yaitu berfokus pada permasalahan diatas terkait panjang antrian dan tundaan yang terjadi di Simpang.

3.4. Penelitian Terdahulu

Tabel 3. 5 Penelitian Terdahulu

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hasil	Perbandingan
Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Raya Tuban-Jalan Raya Kuta-Jalan Satria)	Sigraha et al., (2024)	analisis kinerja persimpangan APILL mengacu pada Departemen Pekerjaan Umum (DPU,1997). Hasil analisis menunjukkan pada Skenario-1 (do nothing) kinerja simpang pada tingkat pelayanan F akibat waktu siklus dan alokasi waktu hijau tidak tepat (unsuitable), dibandingkan Skenario-2 kinerja persimpangan meningkat menjadi tingkat pelayanan E, secara kualitatif Skenario-2 lebih baik dengan indikator penurunan rata-rata tundaan mencapai 22% sampai dengan 118% terhadap perlakuan-1.	Terdapat perbedaan pada perhitungan terkait hasil dari perencanaan waktu plan pada penelitian tersebut
Perencanaan Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Terminal Ciledug Kabupaten Cirebon)	Dedi Hermawan (2021)	Hasil penelitian yang diperoleh nilai derajat kejenuhan (DS) untuk 3 fase yaitu sebesar 0,79, waktu siklus sebesar 70 detik, waktu tundaan rata-rata 40,22 detik/smp. Sehingga dari	Perbedaannya terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu MKJI 1997.

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hasil	Perbandingan
		<p>hasil perencanaan ini yang lebih efektif menggunakan 3 fase.</p>	
<p>Perencanaan Simpang Bersinyal Studi Kasus Simpang Tiga Smkn 1 Teluk Kuantan (Jl. Proklamasi, Jl. Belibis, Jl. Tuanku Tambusai) Kota Teluk Kuantan</p>	<p>Roni Ibnu Prakoso (2021)</p>	<p>Hasil DS (derajat kejenuhan) sebesar 0.709 dan telah mendekati titik jenuh, dimana besar nilai arus jenuh adalah 0.75, terdapat selisih yang sangat kecil sebesar 0.041, dan perencanaan lampu traffic light di setiap lengan hasil waktu hilang total (LTI) untuk tiap fase sebesar 27 detik dan waktu kuning total 9 detik. Sedangkan untuk waktu merah pada tiap fase adalah 18 detik dan hijau (g) dan lengan Jl. Belibis sebesar 85 detik (hijau), Jl. Proklamasi 86 detik (hijau), Jl.</p>	<p>Perbedaannya terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu MKJI 1997.</p>

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hasil	Perbandingan
		Tuanku Tambusai 37 detik (hijau).	
Analisis Redesain Pengendalian Simpang Dengan Menggunakan MKJI 1997 dan Program PTV Vissim (Studi Kasus: Jalan P.M. Noor-Jalan D.I Panjaitan 1 – Jalan D. I. Panjaitan 2	Stepanigari et al., (2021)	Simpang tiga panjahitan merupakan simpang tak bersinyal di kota samarinda yang kerap mengalami kemacetan, maka diperlukan alternatif untuk meningkatkan kinerja simpang yaitu dengan perencanaan Apill. Dengan menggunakan metode MKJI 1997 serta PTV Vissim alternatif penanganan untuk simpang ini adalah	Perbedaan terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu MKJI 1997

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hasil	Perbandingan
		<p>dengan pengaturan simpang bersinyal menggunakan 2 dan 3 fase. Selain itu dengan perencanaan bundaran.</p>	

