

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL
DENGAN PKJI 2023 DAN PTV VISSIM
(STUDI KASUS SIMPANG SEKAR PUTIH KOTA MOJOKERTO)**

KERTAS KERJA WAJIB



DIAJUKAN OLEH:

GUSTI NGURAH BAGUS DIPA DANENRA

2203030

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

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL
DENGAN PKJI 2023 DAN PTV VISSIM
(STUDI KASUS SIMPANG SEKAR PUTIH KOTA MOJOKERTO)**

KERTAS KERJA WAJIB

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



DISUSUN OLEH:

GUSTI NGURAH BAGUS DIPA DANENRA

2203030

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

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

KERTA KERJA WAJIB

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL
DENGAN PKJI 2023 DAN PTV VISSIM
(STUDI KASUS SIMPANG SEKAR PUTIH KOTA MOJOKERTO)**

Disusun oleh:

GUSTI NGURAH BAGUS DIPA DANENRA

2203030

Disetujui untuk diajukan pada

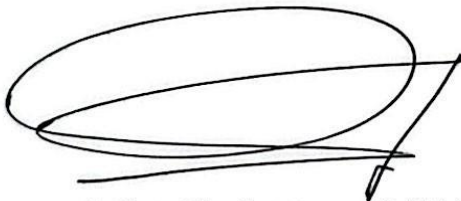
Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib

Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui

DOSEN PEMBINGBING 1

DOSEN PEMBIMBING 2



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

NIP. 19820530 200912 1 003

Tanggal : 8 Juli 2025



Budi Mardikawati, S.Pd, M.Pd.

NIP. 19840829 201902 2 001

Tanggal : 8 Juli 2025

Ditetapkan di : Tabanan

HALAMAN PERSETUJUAN

KERTAS KERJA WAJIB

**ANALISIS PENINGKATAN KINERJA SIMPANG BERSINYAL DENGAN
PKJI 2023 DAN PTV VISSIM
(STUDI KASUS SIMPANG SEKAR PUTIH KOTA MOJOKERTO)**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

GUSTI NGURAH BAGUS DIPA DANENRA

2203030

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL, 15 JULI 2025

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

DOSEN PENGUJI I

Aswin Badarudin AmajayA, S.S.T., M.A.P.

NIP. 19900513 201012 1 004

DOSEN PENGUJI II

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

NIP. 19900519 201902 1 002

DOSEN PEMBIMBING I

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

NIP. 19820530 200912 1 003

DOSEN PEMBIMBING II

Budi Mardikawati, S.Pd.M.Pd.

NIP. 19840829 201902 2 001

Mengetahui

KETUA PROGRAM STUDI

DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

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

NIP. 19820530 200912 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Gusti Ngurah Bagus Dipa Danenra, Notar. 2203030, menyatakan bahwa Kerta Kerja Wajib/Tugas Akhir dengan judul “Analisis Peningkatan Simpang Bersinyal Dengan Metode PKJI 2023 Dan PTV Vissim (Studi Kasus Simpang Sekar Putih Kota Mojokerto)” merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib /Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitiann yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian Kertas Kerja Wajib ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelah Ahli Madya atau kesarjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

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

Tabanan, 8 Juli 2025

Penulis



Gusti Ngurah Bagus Dipa Danenra

Notar. 2203030

KATA PENGANTAR

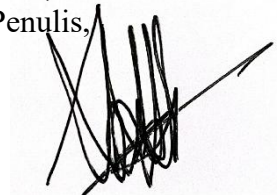
Segala puji syukur atas Rahmat dan karunia Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan anugerah-NYA, sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul “ANALISIS PENINGKATAN SIMPANG BERSINYAL DENGAN METODE PKJI 2023 DAN PTV VISSIM (STUDI KASUS SIMPANG SEKAR PUTIH KOTA MOJOKERTO)” dapat diselesaikan. Dengan Segala kerendahan hati, pada kesempatan yang sangat baik ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa mendukung dan memanjatkan doa;
2. Ibu Firga Ariani, SE, M.M.Tr. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali.
3. Bapak Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T. dan Ibu Budi Mardikwati, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing dan arahan langsung terhadap penulisan kertas kerja wajib/tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan yang telah memberikan bimbingan selama Pendidikan;

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

Tabanan, 7 Juli 2025

Penulis,



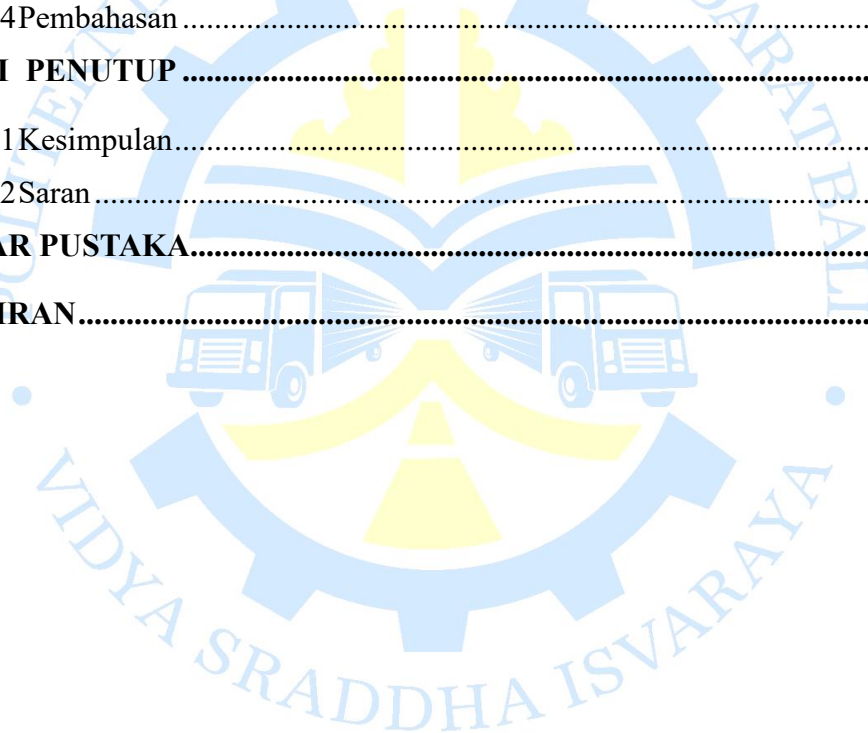
GUSTINGURAH BAGUS DIPA DANENRA

Notar. 2203030

DAFTAR ISI

KERTAS KERJA WAJIB.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II GAMBARAN UMUM.....	6
2.1 Kondisi Wilayah Kajian	6
2.2 Kondisi Objek.....	7
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	11
3.1 Persimpangan	11
3.2 Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas (MRL).....	11
3.3 PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia) 2023	12
3.4 Indikator Kinerja Persimpangan.....	22
3.5 Metode Slovin	23
3.6 Pemodelan Menggunakan Perangkat Lunak Vissim	23

3.7 Penelitian Terdahulu/Keaslian Penelitian.....	26
BAB IV METEDOLOGI PENELITIAN.....	28
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	28
4.2 Metode Analisis Data	32
4.3 Bagan Alir Penelitian.....	37
4.4 Timeline Kegiatan	43
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	44
5.1 Hasil Pengumpulan Data	44
5.2 Perencanaan Plan Simpang APILL	63
5.3 Analisis Peningkatan Kinerja Simpang APILL.....	80
5.4 Pembahasan	93
BAB VI PENUTUP	101
6.1 Kesimpulan.....	101
6.2 Saran	102
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN.....	105

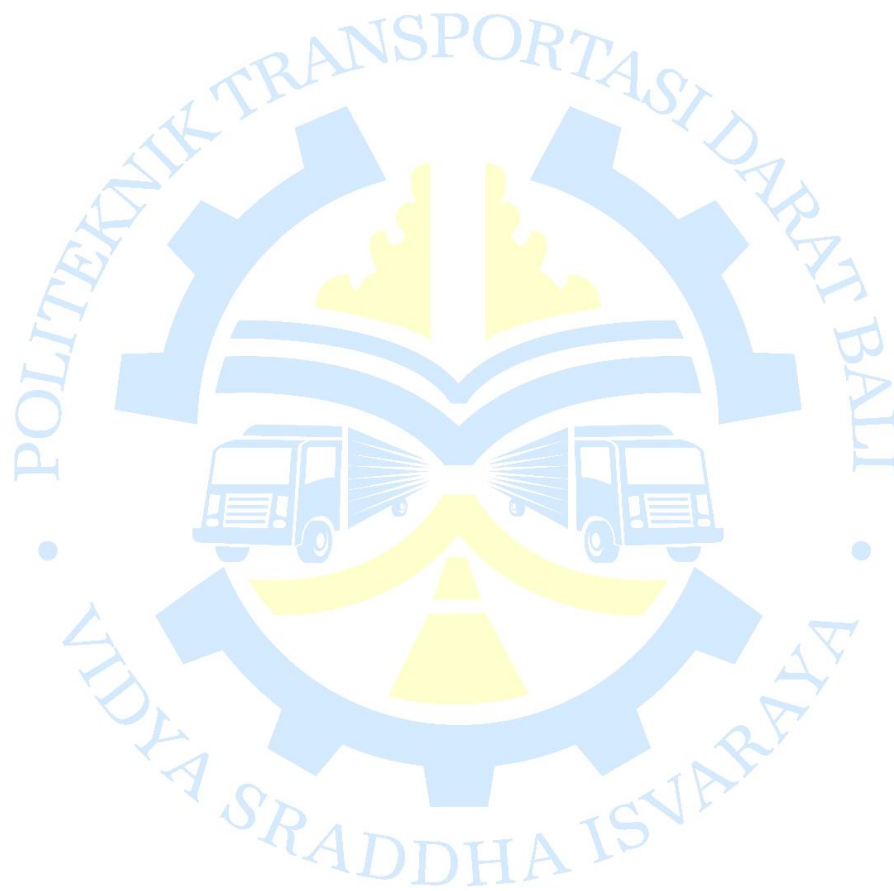


DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	16
Tabel 3. 2 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	16
Tabel 3. 3 Tipe Lingkungan Jalan.....	16
Tabel 3. 4 Kelas Hambatan Samping.....	17
Tabel 3. 5 Waktu Siklus (s) yang layak	20
Tabel 3. 6 Indikator Kinerja Persimpangan	23
Tabel 3. 7. Penelitian Terdahulu	26
Tabel 4. 1 Timeline Kegiatan.....	43
Tabel 5. 1 Inventarisasi Pendekat Simpang.....	45
Tabel 5. 2 Kumulatif Frekuensi Sepeda Motor Lengan Utara.....	50
Tabel 5. 3 Kumulatif Frekuensi Mobil Penumpang Lengan Utara.....	51
Tabel 5. 4 Kumulatif Frekuensi Kendaraan Sedang Lengan Utara	51
Tabel 5. 5 Kumulatif Frekuensi Sepeda Motor Lengan Selatan.....	52
Tabel 5. 6 Kumulatif Frekuensi Mobil Penumpang Lengan Selatan.....	53
Tabel 5. 7 Kumulatif Frekuensi Kendaraan Sedang Lengan Selatan	54
Tabel 5. 8 Kumulatif Frekuensi Sepeda Motor Lengan Barat.....	55
Tabel 5. 9 Kumulatif Frekuensi Mobil Penumpang Lengan Barat.....	56
Tabel 5. 10 Kumulatif Frekuensi Kendaraan Sedang Lengan Barat	56
Tabel 5. 11 Kumulatif Frekuensi Sepeda Motoor Lengan Timur.....	57
Tabel 5. 12 Kumulatif Frekuensi Mobil Penumpang Lengan Timur.....	58
Tabel 5. 13 Kumulatif Frekuensi Kendaraan Sedang Lengan Timur	59
Tabel 5. 14 Tabulasi Kinerja Eksisting.....	63
Tabel 5. 15 Waktu Siklus Minimum 2 Fase.....	66
Tabel 5. 16 Waktu Siklus Minimum 3 Fase.....	66
Tabel 5. 17 Waktu Siklus Minimum 4 Fase.....	66
Tabel 5. 18 Hasil Perhitungan Waktu Siklus Pra Penyesuaian 2 Fase.....	68
Tabel 5. 19 Hasil Perhitungan Waktu Siklus Pra Penyesuaian 3 (A) Fase	69
Tabel 5. 20 Hasil Perhitungan Waktu Siklus Pra Penyesuaian 3 (B) Fase	70
Tabel 5. 21 Hasil Perhitungan Waktu Siklus Pra Penyesuaian 4 Fase.....	70

Tabel 5. 22	Waktu Siklus Rekomendasi dengan Penggunaan 2 Fase.....	72
Tabel 5. 23	Waktu Siklus Rekomendasi dengan Penggunaan 3 (A) Fase	74
Tabel 5. 24	Waktu Siklus Rekomendasi dengan Penggunaan 3 (B) Fase	75
Tabel 5. 25	Waktu Siklus Rekomendasi dengan Penggunaan 4 Fase.....	76
Tabel 5. 26	Plan dengan 2 Fase	77
Tabel 5. 27	Plan dengan 3 (A) Fase.....	78
Tabel 5. 28	Plan dengan 3 (B) Fase	78
Tabel 5. 29	Plan dengan 4 Fase	79
Tabel 5. 30	Driving Behaviour Jalan Mayor	80
Tabel 5. 31	Driving Behaviour Jalan Minor.....	81
Tabel 5. 32	Validasi Plan 1	83
Tabel 5. 33	Validasi Plan 2	83
Tabel 5. 34	Validasi Plan 3	83
Tabel 5. 35	Validasi Plan 4	84
Tabel 5. 36	Hasil Kinerja Eksisting Jam Puncak Plan 1 Vissim.....	85
Tabel 5. 37	Hasiil Kinerja Eksisting Jam Puncak Plan 2 Vissim.....	85
Tabel 5. 38	Hasil Kinerja Eksisting Jam Puncak Plan 3 Vissim.....	86
Tabel 5. 39	Hasill Kinerja Eksisting Jam Puncak Plan 4 Vissim.....	86
Tabel 5. 40	Waktu Siklus yang Layak Dalam PKJI 2023.....	87
Tabel 5. 41	Waktu Siklus Rekomendasi Plan 1	88
Tabel 5. 42	Waktu Siklus Rekomendasi Plan 2	88
Tabel 5. 43	Waktu Siklus Rekomendasi Plan 3	89
Tabel 5. 44	Waktu Siklus Rekomendasi Plan 4.....	90
Tabel 5. 45	Hasil Pemodelan Vissim Rekomendasi Plan 1	91
Tabel 5. 46	Hasil Pemodelan Vissim Rekomendasi Plan 2	91
Tabel 5. 47	Hasil Pemodelan Vissim Rekomendasi Plan 3	92
Tabel 5. 48	Hasil Pemodelan Vissim Rekomendasi Plan 4	92
Tabel 5. 49	Plan Flashing	93
Tabel 5. 50	Plan 1	93
Tabel 5. 51	Plann 2	93
Tabel 5. 52	Plan 3	94

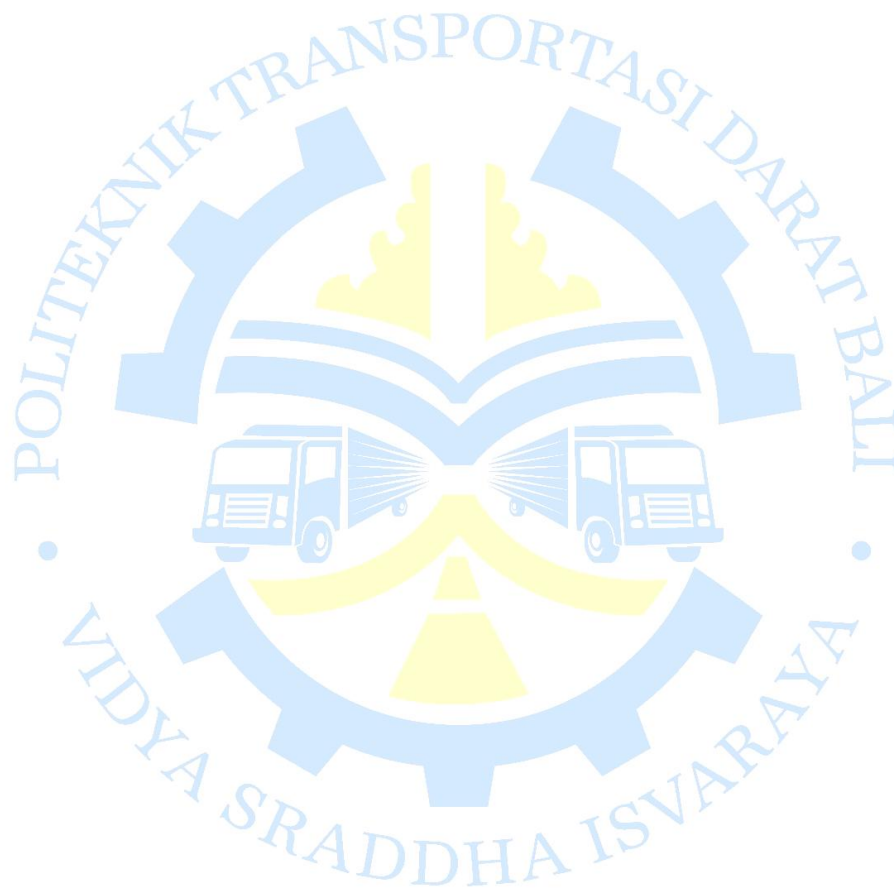
Tabel 5. 53 Plan 4	94
Tabel 5. 54 Perbandingan Kinerja Eksisting dan Rekomendasi Plan 1.....	96
Tabel 5. 55 Perbandingan Kinerja Eksisting dan Rekomendasi Plan 2.....	97
Tabel 5. 56 Perbandingan Kinerja Eksisting dan Rekomendasi Plan 3.....	98
Tabel 5. 57 Perbandingan Kinerja Eksisting dan Rekomendasi Plan 4	99



DAFTAR GAMBAR

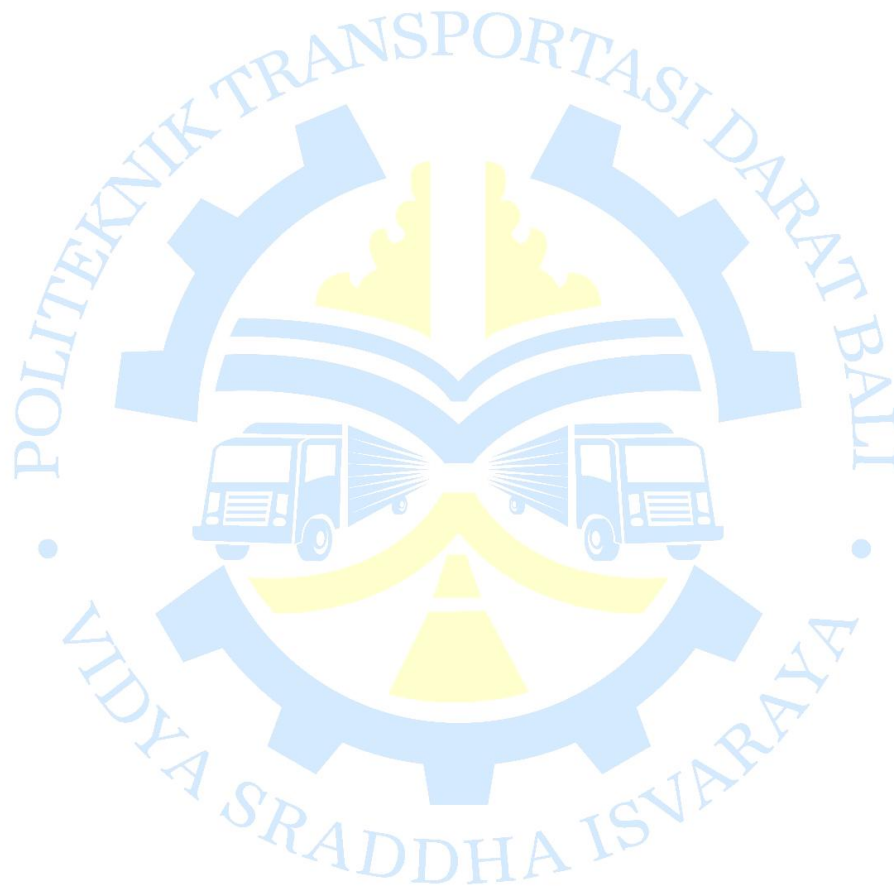
Gambar 1. Pesebaran Titik Simpang	6
Gambar 2. Tampak Atas Simpang Sekar Putih.....	7
Gambar 3. Pendekat Selatan Jalan Jampirogo-Mlirip	8
Gambar 4. Pendekat Utara Jalan Jampirogo-Mlirip	8
Gambar 5. Pendekat Barat Jalan Empunala.....	9
Gambar 6. Pendekat Timur Jalan Sekar Putih	10
Gambar 7. Grafik Penentuan Arus Jenuh Dasar Lebar Efektif 6 Meter	14
Gambar 8. Grafik Penentuan Arus Jenuh Dasar Lebar Efektif 7 Meter	15
Gambar 9. Grafik Penentuan Arus Jenuh Dasar Lebar Efektif 8 Meter	15
Gambar 10. Grafik Faktor Penyesuaian Kelandaia	17
Gambar 11. Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 12. Hasil Invetarisasi Simpang 4 Sekar Putih.....	44
Gambar 13. Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang 4 Sekar Putih	45
Gambar 14. Fluktuasi Volume Lalu Lintas Selama 24 jam	46
Gambar 15. Persentase Kendaraan	47
Gambar 16. Diagram Arus Lalu Lintas Jam Puncak	48
Gambar 17. Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor.....	50
Gambar 18. Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang	51
Gambar 19. Frekuensi Kumulatif Kendaraan Sedang	52
Gambar 20. Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor.....	53
Gambar 21. Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang	54
Gambar 22. Frekuensi Kumulatif Kendaraan Sedang	54
Gambar 23. Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor.....	55
Gambar 24. Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang	56
Gambar 25. Frekuensi Kumulatif Kendaraan Sedang	57
Gambar 26. Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor.....	58
Gambar 27. Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang	59
Gambar 28. Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor.....	59
Gambar 29. Diagram Arus Volume Kendaraan	60

Gambar 30. Perhitungan Waktu Merah Semua	64
Gambar 31. Fluktuasi Volume Lalu Lintas 24 jam.....	71
Gambar 32. Diagram Fase Rekomendasi Plan 1	87
Gambar 33. Diagram Fase Rekomendasi Plan 2	88
Gambar 34. Diagram Fase Rekomendasi Plan 3	89
Gambar 35. Diagram Fase Rekomendasi Plan 4	90



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Survey Kecepatan Titik	105
Lampiran 2. Inventarisasi Simpang Sekar Putih	109
Lampiran 3. Volume 24 jam	110
Lampiran 4. Lembar Asistensi Tugas Akhir Dosen Pembimbing 1.....	126
Lampiran 5. Lembar Asistensi Tugas Akhir Dosen Pembimbing 2	130



INTISARI

Analisis Peningkatan Simpang Bersinyal Dengan Metode PKJI 2023 Dan PTV Vissim (Studi Kasus Simpang Sekar Putih Kota Mojokerto)

Oleh

GUSTI NGURAH BAGUS DIPA DANENRA

2203030

Simpang Sekar Putih di Kota Mojokerto merupakan salah satu simpang bersinyal yang mengalami permasalahan kemacetan akibat panjang antrian dan tundaan yang tinggi, terutama pada jam sibuk, analisis derajat kejenuhan yang terdapat pada Simpang 4 Sekar Putih mencapai 1,49. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan kinerja simpang dengan menggunakan pendekatan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan simulasi mikroskopis PTV VISSIM. Studi dilakukan melalui pengumpulan data primer dan sekunder, seperti volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan geometri simpang. Analisis dilakukan untuk menentukan kondisi eksisting simpang, merancang fase dan waktu siklus optimal, dan mengevaluasi peningkatan kinerja setelah dilakukan perbaikan. Hasil simulasi kondisi eksisting mendapatkan panjang antrian terpanjang pada jam puncak sepanjang 343 meter dan waktu tundaan terlama 144 detik pada pukul 17.00-18.00 WIB. Penelitian ini merekomendasikan penerapan desain fase yang optimal yaitu menggunakan 3 fase berdasarkan arus lalu lintas dan juga rasio belok kanan, hasil simulasi dengan mengubah waktu siklus mendapatkan penurunan sebesar 52% pada panjang antrian dan juga 65% pada waktu tundaan pada jam puncak selama 24 jam waktu siklus ini dapat digunakan sebagai solusi peningkatan kinerja lalu lintas di Simpang Sekar Putih.

Kata Kunci: Simpang Bersinyal, Lalu Lintas, PKJI 2023, PTV Vissim

ABSTRACT

Analysis of Signalized Intersection Improvement Using PKJI 2023 Method and PTV Vissim (Case Study: Sekar Putih Intersection, Mojokerto City)

By

GUSTI NGURAH BAGUS DIPA DANENRA

2203030

Simpang Sekar Putih in Mojokerto City is a signalized intersection experiencing severe congestion due to high queue lengths and delays, particularly during peak hours. The degree of saturation at the intersection reaches 1.49, indicating oversaturation. This study aims to analyze and improve the intersection's performance using the Indonesian Highway Capacity Manual (PKJI) 2023 and microscopic simulation with PTV VISSIM. The research involved collecting both primary and secondary data, including traffic volumes, vehicle speeds, and intersection geometry. The analysis focuses on assessing existing conditions, designing optimal signal phases and cycle times, and evaluating performance improvements after adjustments. Simulation of current conditions revealed a maximum queue length of 343 meters and a maximum delay of 144 seconds during the 17:00–18:00 WIB peak hour. The study recommends a redesigned signal phase using a 3-phase system based on traffic flow and right-turn ratios. Simulation results show that optimizing the cycle time reduces queue length by 52% and delay by 65% during peak hours. These findings suggest that the proposed signal timing adjustments can significantly enhance traffic performance at Simpang Sekar Putih.

Keywords: Signalized Intersection, PKJI 2023, PTV VISSIM, Traffic Performance, Simulation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persimpangan merupakan pertemuan antara jalan sebidang atau tidak sebidang menurut Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 (Pemerintahan Indonesia, 1993). Persimpangan juga merupakan titik pertemuan dua atau lebih dari ruas jalan yang berpotongan, bersilangan, berpencar, dan bergabung meliputi juga fasilitas jalan dan sisi jalan sebagai pergerakan lalu lintas pada daerah tersebut (Ginanjar & Farida, 2019). Pergerakan lalu lintas ini disebabkan karena adanya pertumbuhan tata guna lahan yang menjadi daya tarik bagi masyarakat untuk menuju pada suatu tempat tertentu (Ristiyanto & Firdaus, 2021). Hal ini menyebabkan adanya volume kendaraan yang signifikan pada suatu persimpangan. Berdasarkan hal tersebut menyebabkan terjadinya penumpukan kendaraan, khususnya pada hari kerja karena mencerminkan kondisi paling representative dan padat, dikarenakan pada Simpang 4 Sekar putih merupakan akses penghubung antara Kabupaten Mojokerto dan juga Kota Mojokerto sehingga aktivitas pada hari kerja menyebabkan volume kendaraan cenderung meningkat akibat aktivitas rutin masyarakat seperti perjalanan menuju tempat kerja, sekolah, pertokoan, dan pusat kegiatan ekonomi lainnya. Sehingga menciptakan panjang antrian yang berpotensi menimbulkan kemacetan. Permasalahan yang kerap terjadi di Indonesia salah satunya kemacetan lalu lintas. Persimpangan menjadi salah satu lokasi terjadinya kemacetan (Ahmad dkk., 2023). Permasalahan yang terjadi pada simpang bersinyal adalah antrian atau tundaan yang panjang (Irawati dkk., 2014).

Salah satu simpang yang ada di Kota Mojokerto adalah Simpang Sekar Putih yang terdapat pada Kordon Luar. Simpang Sekar Putih merupakan simpang 4 yang dimana lengan utara dan selatan merupakan Jalan Jampirogo-Mlirip lengan abarat merupakan Jalan Empunala, dan lengan timur Jalan Sekar Putih. Kondisi tata guna lahan pada simpang ini terdapat perusahaan atau toko bangunan dan juga

pabrik bahan bangunan. Simpang ini juga menghubungkan jalan antar kota dan juga antar provinsi yang terdapat pada lengan utara dan selatan sehingga banyaknya kendaraan besar yang melewati simpang tersebut dan terdapat arus lalu lintas yang tinggi, terutama pada jam-jam sibuk. Kondisi tersebut menyebabkan penambahan panjang antrian, tundaan kendaraan yang lama, dan penurunan efisiensi lalu lintas secara keseluruhan. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan TIM PKL Kota Mojokerto pada Simpang Sekar Putih pada lengan utara terdapat panjang antrian mencapai 342,79 m dan pada lengan selatan terdapat panjang antrian mencapai 154 m dengan derajat kejenuhan 1,53 pada lengan utara dan derajat kejenuhan 1,20 pada lengan selatan kondisi ini mengganggu kelancaran lalu lintas pada Simpang Sekar Putih. Saat panjang antrian sudah terlampaui jauh maka dapat dipastikan jika persimpangan tersebut mempunyai kinerja yang tidak efisien serta pengaturan APILL yang kurang baik, maka dari itu kelancaran lalu lintas akan terganggu dan menyebabkan adanya penumpukan kendaraan pada suatu lengan simpang (Mamu dkk., 2021). Berdasarkan PKJI 2023 persimpangan yang memiliki derajat kejenuhan melebihi 0,85 perlu dilakukannya perbaikan/penanganan pada simpang tersebut oleh karena itu perlunya ada perbaikan pada Simpang Sekar Putih.

Perbaikan kinerja pada Simpang Sekar Putih dapat dilakukan dengan cara melihat karakteristik performa simpang meliputi panjang antrian, dan tundaan. Dengan mikro simulasi PTV Vissim (Abista dkk., 2024). Dari hasil penelitian (Atmajaya dkk., 2024) penggunaan metode PKJI 2023 dapat digunakan untuk perencanaan waktu siklus ideal pada simpang. Selain itu PKJI juga dapat dikombinasikan dengan perangkat lunak PTV Vissim untuk membantu dalam menguji, merencanakan, dan memberikan visualisasi dari rekomendasi yang diuji pada simpang sehingga dapat dipilih untuk digunakan sebagai perbaikan lalu lintas pada simpang. Dari hasil penelitian (Suartawan dkk., 2022) dijelaskan bahwasanya perangkat lunak PTV Vissim merupakan metode yang dapat digunakan secara efektif dalam hal perencanaan pengaturan lalu lintas.

Perencanaan pengaturan lalu lintas perkotaan dapat menggunakan bantuan perangkat lunak berupa Vissim. Vissim merupakan *software* simulasi lalu lintas mikroskopis yang berkembang dari tahun 1992 oleh sebuah perusahaan IT di Jerman, digunakan dalam rekayasa lalu lintas, merencanakan transportasi, menentukan waktu APILL, angkutan umum, dan *planning* perkotaan, serta memvisualisasikan aliran lalu lintas multi moda (Hormansyah, 2020). Perhitungan dari perangkat lunak PTV Vissim selanjutnya di validasi pemodelan menggunakan metode GEH (Geoffrey E. Havers) 1970 untuk menguji kesesuaian data yang didapatkan dari hasil survei primer yang diperoleh dari pengamatan di lapangan. Hal ini bertujuan untuk memperoleh kinerja eksisting pada simpang, mengoptimalkan waktu simpang bersinyal melalui pendekatan hasil pemodelan dengan menerapkan hasil optimal yang diperoleh (Atmajaya dkk., 2023).

Dengan demikian, pada penelitian ini akan menggunakan metode kombinasi PKJI 2023 dengan perangkat lunak PTV Vissim, untuk merubah fase dan waktu siklus pada simpang. Perubahan ini dilakukan mengurangi tundaan dan juga panjang antrian yang terjadi pada simpang, dan penulis akhirnya mengangkat judul penelitian “Analisis Peningkatan Kinerja Simpang Bersinyal Dengan PKJI 2023 dan PTV Vissim (Studi Kasus Simpang Sekar Putih Kota Mojokerto)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini memiliki beberapa rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana kinerja eksisting dari Simpang Sekar Putih berdasarkan aplikasi PTV Vissim?
2. Bagaimana Rekayasa Lalu Lintas yang dapat diterapkan untuk meningkatkan optimalisasi kinerja Simpang Sekar Putih berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan PTV Vissim?
3. Bagaimana Rekomendasi Rekayasa Lalu Lintas yang memiliki kinerja paling optimal berdasarkan PTV Vissim?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana kinerja eksisting dari Simpang Sekar Putih.
2. Untuk mengetahui bagaimana rekayasa lalu lintas yang dapat diterapkan guna meningkatkan kinerja di Simpang Sekar Putih
3. Untuk mengetahui rekomendasi rekayasa lalu lintas yang memiliki kinerja paling optimal pada Simpang Sekar Putih guna meningkatkan kinerja Simpang Sekar Putih.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan nantinya diharapkan dapat berdampak positif dan juga bermanfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti
Sebagai sarana yang dapat menambah ilmu pengetahuan, wawasan, serta pengalaman yang telah didapat selama perkuliahan.
2. Bagi Politeknik Transportasi Darat Bali
Sebagai tambahan pengetahuan terkait dengan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas.
3. Bagi Instansi
Penyediaan dasar pengambilan keputusan dalam mengatur fase pada Simpang Sekar Putih

1.5 Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian tetap focus dan terarah, penelitian menetapkan Batasan masalah sebagai berikut:

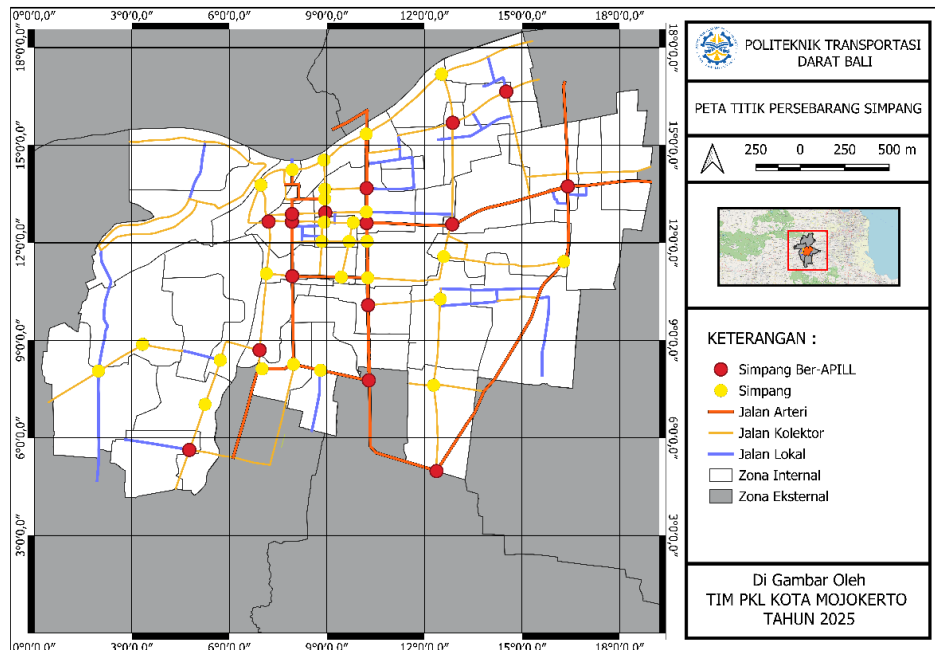
1. Lokasi kajian berfokus kepada Simpang Sekar Putih yang terdapat di Kota Mojokerto.
2. Pengambilan data berupa volume yang didapatkan melalui survey CTMC yang dilaksanakan pada hari kerja dalam 24 jam untuk mengetahui berapa plan yang dapat digunakan untuk mengatur APILL pada simpang tersebut.

3. Penentuan plan selama 24 jam dilakukan berdasarkan indikator derajat kejenuhan.
4. Penentuan fase dan waktu siklus yang optimal menggunakan metode PKJI 2023.
5. Analisis kinerja simpang yang dilakukan peningkatan menggunakan aplikasi PTV Vissim untuk mencari indicator kinerja berupa panjang antrian dan waktu tundaan.
6. Analisis kinerja setelah perbaikan melalui perubahan fase dan waktu siklus pada PKJI 2023 kemudian disimulasikan pada PTV Vissim
7. Adapun indikator yang digunakan untuk kalibrasi adalah *driving behaviour* dengan validasi pemodelan menggunakan indikator volume kendaraan yang di uji dengan uji statistic *Geoffrey E. Havers* (GEH) pada PTV Vissim
8. Rekomendasi diberikan dengan membandingkan kinerja eksisting dengan kinerja setelah diberikan waktu siklus rekomendasi yang baru dengan menggunakan indikator panjang antrian dan tundaan
9. Rekomendasi yang diberikan dengan mengutamakan pada indikator waktu tundaan pada simpang sesuai dengan PM 96 tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas tingkat pelayanan pada simpang di tentukan berdasarkan tundaan pada simpang tersebut

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah Kajian



Gambar 1. Pesebaran Titik Simpang

(Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Mojokerto)

Kota Mojokerto merupakan kota yang terletak 50 km barat daya Surabaya, wilayah kota ini dikelilingi oleh Kabupaten Mojokerto. Kota Mojokerto memiliki batas sebelah utara Sungai Brantas, sebelah timur Kecamatan Puri Kabupaten Mojokerto, sebelah selatan Kecamatan Sooko dan Puri Kabupaten Mojokerto, sebelah barat Kecamatan Sooko Kabupaten Mojokerto. Kota Mojokerto memiliki luas 16,45 km dan merupakan kota pemerintahan tersempit di Indonesia, sementara penduduknya mencapai 135.024 jiwa, sehingga kepadatan penduduk kota Mojokerto mencapai 8208 jiwa per km² (Setiawan, 2015).

Kota Mojokerto termasuk kedalam Gerbangkertosusila, yaitu kawasan metropolitan Surabaya. Oleh karena itu menjadi daerah yang menyokong perkembangan ekonomi di Surabaya. Kota Mojokerto merupakan industri yang

menjadikan Mojokerto sebagai jalur penghubung transportasi antar kota yang padat akan kendaraan. Terdapat 16 simpang bersinya yang dikelola Dinas Perhubungan Kota Mojokerto.

2.2 Kondisi Objek



Gambar 2. Tampak Atas Simpang Sekar Putih

(Sumber: Google Earth Pro)

Simpang Sekar Putih merupakan simpang bersinyal dengan type 422 yang dimana terdapat 2 lengan mayor yang terletak pada lengan Utara dan Selatan Jalan Jampirogo-Mlirip dan 2 lengan minor yang terletak pada lengan Barat dan Timur Jalan Sekar Putih dan Jalan Empunala. Simpang ini merupakan salah satu simpang bersinyal di Kota Mojoekrto memiliki tipe fase dengan pengaturan 3 Fase yang dimana pada lengan Utara dan Selatan merupakan tipe pendekat terlawan dan pada lengan Barat dan Timur merupakan tipe pendekat terlindung.



Gambar 3. Pendekat Selatan Jalan Jampirogo-Mlirip

(Sumber: Dokumentasi PKL Kota Mojokerto 2025)

Pendekat Selatan merupakan Jalan Jampirogo-Mlirip dengan tipe jalan 4/2 TT yaitu 4 lajur 2 arah yang tidak terbagi oleh median pemisah. Tata guna lahan pada Daerah ini merupakan daerah dengan adanya pertokoan bangunan, sehingga hambatan samping di pendekat utara berasal dari aktivitas pertokoan yang berada pada sepanjang rus jalan tersebut sehingga banyaknya kendaraan besar yang melewati jalan tersebut.



Gambar 4. Pendekat Utara Jalan Jampirogo-Mlirip

(Sumber: Dokumentasi PKL Kota Mojokerto 2025)

Pendekat selatan merupakan jalan Jampirogo-Mlirip dengan tipe jalan 4/2 TT yaitu 4 lajur 2 arah yang tidak terbagi oleh median. Tata guna lahan pada Daerah ini merupakan daerah dengan adanya pertokoan bangunan, sehingga hambatan samping di pendekat utara berasal dari aktivitas pertokoan yang berada pada sepanjang rus jalan tersebut sehingga banyaknya kendaraan besar yang melewati jalan tersebut.



Gambar 5. Pendekat Barat Jalan Empunala

(Sumber: Dokumentasi PKL Kota Mojokerto 2025)

Pendekat barat merupakan Jalan Empunala, dengan tipe jalan 4/2 T, yaitu 4 lajur 2 arah yang terbagi oleh median. Jalan ini merupakan salah satu akses masuk Kota Mojokerto yang dimana sepanjang jalan terdapat akses yang terbatas karena merupakan daerah pemukiman .



Gambar 6. Pendekat Timur Jalan Sekar Putih

(Sumber: Dokumentasi PKL Kota Mojokerto 2025)

Pendekat timur Jalan Sekar Putih merupakan jalan 4/2 TT, yaitu 4 lajur 2 arah yang tidak terbagi oleh median. Jalan ini merupakan jalan penghubung antara Kota Mojokerto dengan Kabupaten Mojokerto jalan tersebut merupakan jalan dengan akses terbatas karena merupakan daerah pemukiman.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Persimpangan

Pengertian simpang menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 43 Tahun 1996 (PP NO. 14, 1996), Persimpangan merupakan pertemuan jalan sebidang atau tidak sebidang. Lebih dari sekedar titik pertemuan fisik, persimpangan merupakan elemen krusial dalam sistem jaringan jalan yang memungkinkan terjadinya perpindahan arus lalu lintas anatar berbagai arah. Desain dan pengoperasian persimpangan memiliki dampak signifikan terhadap efisiensi, keselamatan, dan kapasitas jaringan jalan secara keseluruhan.

Jenis persimpangan menurut Direktorat Jendral Binamarga (PKJI, 2023), dalam pemilihan jenis simpang pada suatu daerah sepatutnya juga mempertimbangkan dari segi ekonomil, segi keselamatan berlalu lintas, dan dari sisi dampak terhadap lingkungan. Berdasarkan cara pengaturannya, pengaturan persimpangan dibagi menjadi 2 (dua) jenis (Morlok, 1991) yaitu:

Simpang bersinyal (*Signalised Intersection*) merupakan jenis persimpangan jalan yang dalam setiap pergerakan arus lalu lintas dari setiap pendekat untuk masuk dan keluar simpang diatur oleh lampu sinyal. Bertujuan untuk memberikan hak jalan secara bergilir kepada kendaraan dari setiap pendekat. Simpang bersinyal terkadang menyebabkan antrian pada fase merah, tetapi dengan mengatur fase terkoordinasi dengan baik dapat mengurangi keterlambatan secara keseluruhan dalam sistem jaringan jalan.

Simpang tak bersinyal (*Unsignalizes Intersection*) merupakan pertemuan jalan yang tidak diberi Alat Pengendali Lalu Lintas untuk mengatur pergerakan kendaraan pada saat masuk dan keluar simpang.

3.2 Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas (MRL)

Berdasarkan (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun, 2009) tentang LLAJ, manajemen dan rekayasa lalu lintas dilaksanakan untuk

mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas untuk menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan. Strategi Manajemen Rekayasa Lalu Lintas, terdapat tiga strategi manajemen lalu lintas:

- a. Manajemen Kapasitas Penggunaan kapasitas ruas jalan dan kapasitas persimpangan seefektif mungkin sehingga pergerakan lalu lintas dapat berjalan lancar.
- b. Manajemen Prioritas Terdapat beberapa pilihan yang dapat dilakukan dalam manajemen prioritas terutama adalah prioritas bagi angkutan umum yang menggunakan angkutan massal karena kendaraan tersebut bergerak dengan jumlah yang banyak dengan demikian efisiensi penggunaan ruas jalan dapat dicapai.
- c. Manajemen Permintaan Strategi mengatur permintaan (demand) yang ada sesuai dengan kapasitas (supply) tersedia, beberapa teknik yang dapat dilakukan adalah:
 - 1) Merubah rute kendaraan dengan tujuan untuk memindahkan kendaraan dari daerah macet ke daerah tidak macet.
 - 2) Kebijakan parkir.
 - 3) Penerapan metode ganjil genap, three in one dan road pricing.

3.3 PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia) 2023

PKJI adalah pedoman yang digunakan untuk menganalisis kapasitas jalan dan kinerja lalu lintas di Indonesia. Pedoman ini digunakan sebagai dasar untuk menganalisis serta acuan teknis dalam melakukan perencanaan dan evaluasi kapasitas jalan Indonesia bagi penyelenggara lalu lintas. Penentuan fase simpang ditinjau berdasarkan rasio arus belok kanan dari simpang tersebut. Pengaturan arus belok kanan yang terpisah diterapkan apabila arus tersebut melebihi 250 smp/jam. Pengaturan fase pada simpang 4 terdiri atas pengaturan 2 fase, 3 fase, 4 fase. Dalam perencanaan plan yang dibuat untuk mengoptimisasi simpang dalam permasalahan pada simpang 4 sekar putih, diperlukan perencanaan pengaturan dari 2 fase, 3 fase, dan 4 fase guna mengetahui fase berapa yang paling optimal

digunakan pada simpang tersebut agar kinerja lalu lintas pada simpang tersebut optimal. Untuk menganalisis kinerja pada Simpang Apill diperlukan beberapa indikator yang sudah terdapat pada pedoman kapasitas jalan Indonesia sebagai berikut :

3.3.1 Analisis Simpang APILL

Analisis simpang bersinyal dilakukan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 adalah sebagai berikut:

1. Arus Jenuh

Perhitungan arus jenuh simpang bersinyal menggunakan rumus:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_p \times F_{Bki} \times F_{BKa}$$

3. 1

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

- J = arus jenuh
- J_0 = arus jenuh dasar
- F_{UK} = faktor koreksi ukuran kota
- F_{HS} = faktor koreksi hambatan samping
- F_G = faktor koreksi geometri
- F_p = faktor koreksi parkir
- F_{BKa} = faktor koreksi kendaraan belok kanan
- F_{Bki} = faktor koreksi kendaraan belok kiri

2. Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar adalah nilai keberangkatan saat antrian dengan posisi di dalam pendekat pada saat kondisi ideal. Untuk menghitung nilai arus jenuh dasar dengan tipe simpang terlindung dapat menggunakan rumus:

a. Pendekat Terlindung

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

$$J_0 = 600 \times L_e$$

3. 2

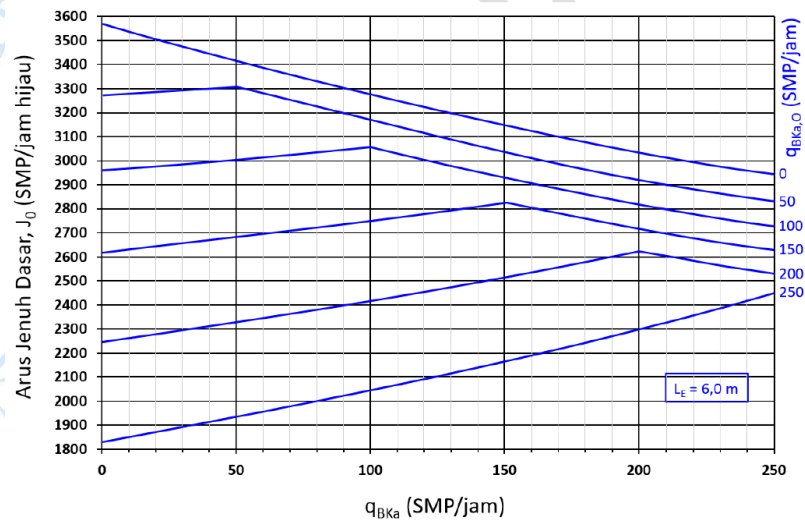
(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

L_e = lebar masuk suatu pendekat (m)

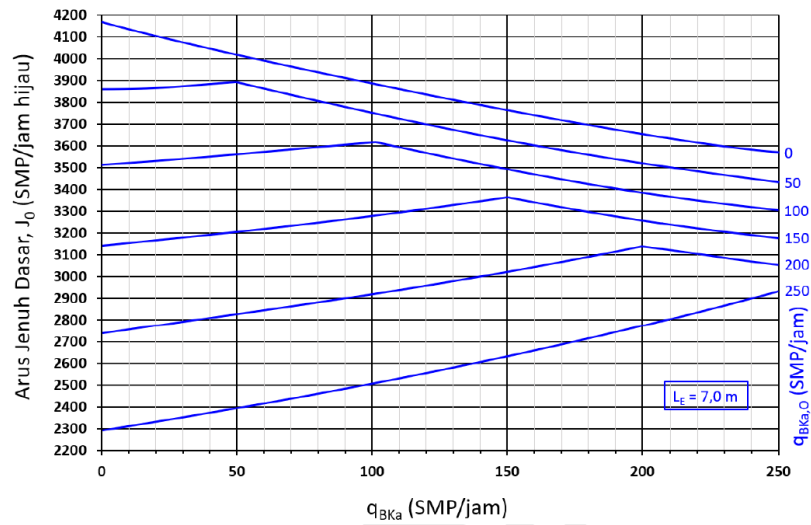
b. Pendekat Terlawan (O)

Pendekat terlawan merupakan tipe pendekat dimana terjadi konflik antara arus lurus dan belok kanan pada salah satu pendekat dengan pendekat lainnya. Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe terlawan dapat dihitung dengan grafik hubungan antara arus belok kakan (q_{BKA}) dan J_0 . Berikut merupakan grafik untuk menghitung arus jenuh dasar pada pendekat tipe terlawan.



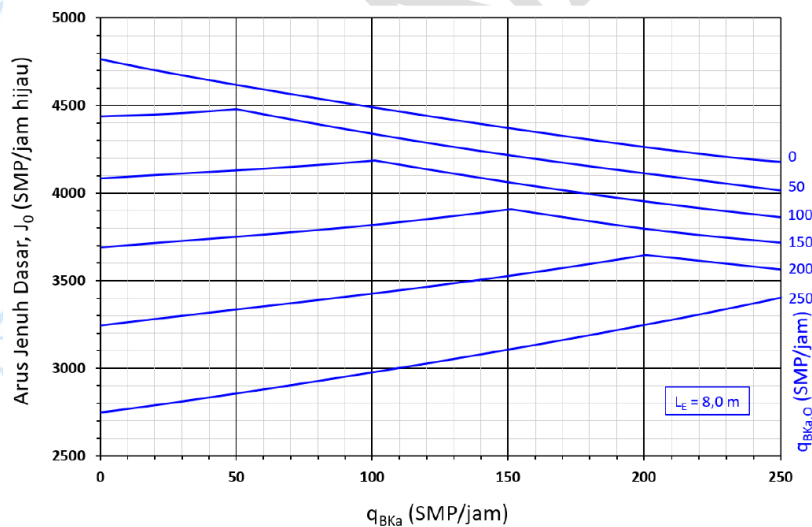
Gambar 7. Grafik Penentuan Arus Jenuh Dasar Lebar Efektif 6 Meter

(Sumber: PKJI 2023)



Gambar 8. Grafik Penentuan Arus Jenuh Dasar Lebar Efektif 7 Meter

(Sumber: PKJI 2023)



Gambar 9. Grafik Penentuan Arus Jenuh Dasar Lebar Efektif 8 Meter

(Sumber: PKJI 2023)

Jika lebar efektif lebih besar dari yang terdapat dalam diagram diatas maka akan dilakukan interpolasi.

c. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Faktor penyesuaian ukuran kota adalah faktor penyesuaian atau koreksi kapasitas dasar akibat ukuran kota. Faktor penyesuaian ukuran kota didapat dari tabel berikut.

Tabel 3. 1 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

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

(Sumber: PKJI 2023)

d. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Faktor penyesuaian hambatan samping dapat diperoleh dari tabel berikut.

Tabel 3. 2 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Komersil (Kom)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (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
		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 (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)

Tabel 3. 3 Tipe Lingkungan Jalan

Tipe Lingkungan Jalan	Kriteria
Komersial	Lahan yang digunakan untuk kepentingan komersial, misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran, dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan.
Pemukiman	Lahan digunakan untuk tempat tinggal dengan jalan masuk langsung baik bagi pejalan kaki maupun kendaraan.

Tipe Lingkungan Jalan	Kriteria
Akses Terbatas	Lahan tanpa jalan masuk langsung atau sangat terbatas, misalnya karena adanya penghalang fisik; akses harus melalui jalan samping.

(Sumber : PKJI 2023)

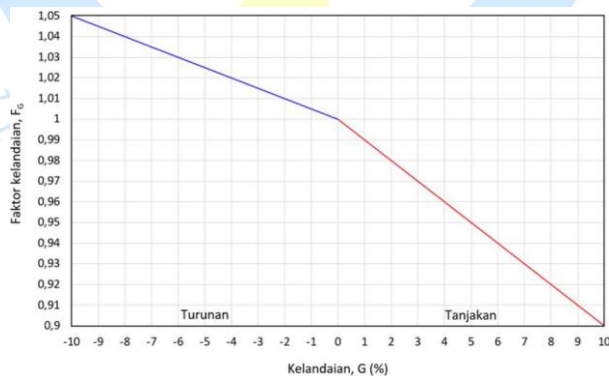
Tabel 3. 4 Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Kriteria
Tinggi	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang terganggu dan berkurang akibat aktivitas samping jalan di sepanjang pendekat. Contoh, adanya aktivitas angkutan umum seperti menaikturunkan penumpang atau mengetem, pejalan kaki dan/atau pedagang kaki lima di sepanjang atau melintas pendekat, kendaraan keluar/masuk simpang pendekat.
Sedang	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang sedikit terganggu dan sedikit berkurang akibat aktivitas samping jalan di sepanjang pendekat.
Rendah	Arus berangkat pada tempat masuk dan keluar simpang tidak terganggu dan tidak berkurang oleh hambatan samping.

(Sumber : PKJI 2023)

e. Faktor Penyesuaian Kelandaian

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



Gambar 10. Grafik Faktor Penyesuaian Kelandaian

(Sumber: PKJI 2023)

f. Rasio Arus Belok Kiri

Rasio arus kendaraan belok kiri digunakan untuk menghitung faktor penyesuaian belok kiri dengan perhitungan sebagai berikut.

$$R_{BKi} = \frac{q_{BKi}}{q_{Total}}$$

3. 3

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

Qbki = Volume kendaraan belok kiri

Qtotal = Total volume semua kendaraan

g. Rasio Arus Belok Kanan

Rasio arus kendaraan belok kanan digunakan untuk menghitung faktor penyesuaian belok kanan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$R_{BKa} = \frac{q_{BKa}}{q_{Total}}$$

3. 4

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

Qbka = Volume kendaraan belok kanan

Qtotal = Total volume semua kendaraan

h. Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Faktor penyesuaian belok kanan adalah faktor untuk mempertimbangkan peningkatan rasio belok kanan (Rbka) yang tinggi pada arus jenuh. Faktor penyesuaian belok kanan dinilai hanya dihitung agar pendekat tipe P (terlindung) dan dengan median serta jalan dua arah.

$$F_{BKA} = 1 + (R_{BKA} \times 0.26)$$

3. 5

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

Fbka = Rasio kendaraan berbelok kanan pada pendekat yang ditinjau

i. Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Pada pendekat terlindung yang tidak diizinkan belok kiri jalan terus,

kendaraan yang belok kiri cenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pada pendekat tersebut oleh karena itu perlunya perhitungan faktor penyesuaian belok kiri. Faktor penyesuaian belok kiri hanya dihitung untuk pendekat tipe P (terlindung) tanpa LTOR.

$$F_{BKI} = 1 - (R_{BKI} \times 0.16) \quad 3. 6$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

Fbki = Rasio kendaraan berbelok kiri pada pendekat yang ditinjau

3. Rasio Arus

Rasio arus (Rq/j) adalah perbandingan total arus lalu lintas dengan total waktu siklus Untuk menghitung rasio arus (FR) sebagai berikut.

$$\frac{Rq}{j} = \frac{q}{j} \quad 3. 7$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

Q = Total arus lalu lintas

J = Arus jenuh yang disesuaikan

4. Rasio Arus Simpang

Rasio arus simpang (Ras) adalah perbandingan arus lalu lintas dengan arus jenuh pada tiap-tiap pendekat pada simpang. Ras dapat dihitung dengan rumus.

$$R_{AS} = \sum \left(\frac{Rq}{J_{kritis}} \right) i \quad 3. 8$$

(Sumber: PKJI 2023)

5. Rasio fase

Rasio Fase adalah perbandingan rasio arus simpang pada tiap fase dagan total rasio arus simpang. Untuk menghitung rasio fase (Rf) masing-masing fase dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini.

$$R_f = \frac{R_a/J_{kritis}}{R_{AS}} \quad 3. 9$$

(Sumber: PKJI 2023)

6. Waktu Siklus Pra Penyesuaian

Waktu siklus adalah total waktu yang diperlukan pada suatu simpang dalam satu siklus atau menjalankan semua fase. Penentuan waktu siklus yang diperlukan diperoleh rumus berikut ini.

$$S = (1,5 \times W_{HH} + 5)/(1 - R_{gkritis})$$

3. 10

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

S = waktu siklus (detik)

Ras = Rasio arus simpang (terbesar)

WHH = waktu hilang total per siklus (detik)

Tabel 3. 5 Waktu Siklus (s) yang layak

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

(Sumber: PKJI 2023)

7. Waktu Hijau

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

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{Ras}{IFR}$$

3. 11

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

S = Waktu siklus sebelum penyesuaian

WHH = Waktu hilang total per siklus (detik)

Whi = Waktu hijau pada fase ke-i

8. Waktu Siklus Disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan dapat dihitung dengan menjumlahkan total waktu hijau dengan waktu hilang per total siklus.

$$s = ZWH_i + WH$$

3. 12

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

S = Waktu siklus sebelum penyesuaian

ZWH_i = Jumlah waktu hijau (det)

WHH = Waktu hilang total per siklus (det)

9. Kapasitas

Perhitungan kapasitas pada persimpangan bersinyal berlandaskan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia menggunakan rumus berikut.

$$C = j \times \frac{W_H}{s}$$

3. 13

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

C = kapasitas (smp/jam)

J = Arus jenuh, yaitu berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau = smp per-jam hijau)

Wh = Waktu hijau (det)

S = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama)

10. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas suatu pendekat. Derajat kejenuhan diperoleh sebagai.

$$D_j = \frac{q_{total}}{C}$$

3. 14

(Sumber: PKJI 2023)

11. Waktu Merah Semua

Waktu merah semua diperlukan untuk pengosongan area konflik dalam simpang APILL pada akhir setiap fase. Untuk mencari waktu merah semua membutuhkan data geometrik dari titik konflik pada *stop line* pada kendaraan yang berangkat, kendaraan yang akan datang, dan pejalan kaki dalam meter.

$$W_{MS} = \frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}}$$

3. 15

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

W_{ms}	= Waktu Merah Semua
L_{kbr}	= Jarak Kendaraan Berangkat
P_{kbr}	= Panjang Kendaraan Berangkat
V_{kbr}	= Kecepatan Kendaraan Berangkat
L_{kdt}	= Jarak Kendaraan Datang
V_{kdt}	= Kecepatan kendaraan Datang

12. Waktu Hijau Hilang Total

Setelah penentuan waktu merah semua, kemudian dapat melanjutkan untuk mencari waktu hijau hilang total.

$$W_{HH} = \sum (W_{MS} + W_K)i$$

3. 16

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

W_{ms}	= Waktu merah semua
W_k	= Waktu kuning

3.4 Indikator Kinerja Persimpangan

Berdasarkan Peraturan Kementerian Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoaman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas tingkat pelayanan untuk persimpangan ditentukan oleh besarnya nilai tundaan pada simpang tersebut. Semakin tinggi nilai tundaan maka semakin buruk tingkat pelayanannya. Berikut merupakan tabel tingkat pelayanan pada persimpangan.

Tabel 3. 6 Indikator Kinerja Persimpangan

Tingkat Pelayanan	Rata-rata tundaan berhenti (detik/kend)
A	5,0
B	5,1-15
C	15,1-25,0
D	25,1-40,0
E	40,1-60,1
F	>60,0

(Sumber: PKJI 2023)

3.5 Metode Slovin

Slovin digunakan untuk penentuan pengambilan sampel minimum penulis menggunakan rumus *slovin* sebagai dasar penentuan jumlah sampel. Populasi yang digunakan dalam penentuan jumlah sampel ini adalah volume satu jam tersibuk pada survei kendaraan selama 10 jam dalam satuan kendaraan/jam. Adapun rumus *slovin* sendiri adalah sebagai berikut:

$$n = N / (1 + Ne^2)$$

3. 17

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

- n = Banyaknya sampel minimum
- N = banyak sampel pada populasi
- e = batas toleransi kesalahan (*error*)

3.6 Pemodelan Menggunakan Perangkat Lunak Vissim

1. Pengertian PTV VISSIM

PTV VISSIM (*Verkehr in Stadtten Simulation Model*) yang apabila diartikan kedalam Bahasa Indonesia berarti Model Simulasi Lalu Lintas Dalam Kota Merupakan program simulasi mikroskopik dalam pemodelan transportasi multimoda. Dengan visual 3D, PTV VISSIM mampu menampilkan sebuah animasi yang realistis dari simulasi yang dibuat dan tentunya penggunaan PTV

VISSIM akan mengurangi biaya dari perancangan yang diuat secara nyata (Aby Ghufran Adhitama, Dewi Rintawati, 2022).

2. Membangun Pemodelan PTV VISSIM

Kondisi lalu lintas yang terkait dan mempengaruhi satu sama lain, menyebabkan suatu keharusan untuk menyediakan variabilitas tersebut ke dalam perangkat lunak PTV Vissim. Hal ini dilakukan dengan cara menggabungkan beberapa parameter input menggunakan distribusi stokastik. Dalam penelitian ini parameter input yang digunakan berupa:

- a. Link & Connector
- b. Vehicle Composition
- c. Vehicle Input
- d. Vehicle Routing
- e. Desired Speed Distribution
- f. Signal Control
- g. Vehicle Type dan Vehicle Class
- h. Driving Behaviour
- i. Node

3. Kalibrasi Vissim

Kalibrasi berfungsi untuk menciptakan suatu model simulasi semirip mungkin dengan kondisi yang ada di lapangan. Kalibrasi dilakukan dengan mengatur pada perilaku pengemudi (driving behaviour) sesuai dengan kondisi di lapangan, sehingga simulasi yang dilakukan pada perangkat lunak dapat mewakili kondisi di lapangan semirip mungkin. Adapun parameter yang diatur dalam driving behaviour adalah sebagai berikut (Irawan & Putri, 2015):

- a. Desired position at free flow, merupakan perilaku posisi kendaraan pada suatu lajur

- b. Overtake on same lane, merupakan perilaku pengemudi saat menyiap kendaraan
 - c. Distance standing, merupakan jarak antar pengeudi secara bersampingan saat berhenti
 - d. Distance driving, merupakan jarak antar pengemudi secara bersampingan ketika berjalan
 - e. Average standstill distance, merupakan parameter untuk menentukan jarak aman
 - f. Additive part of safety distance, merupakan penentu jarak aman
 - g. Multiplicative part of safety distance, merupakan parameter untuk menentukan jarak aman
4. Valisdasi Model Simulasi

Tahap selanjutnya setelah melakukan kalibrasi adalah melakukan valiadasi. Validasi dilakukan untuk mengukur ketepatan model dan parameter yang sudah dibentuk sebelumnya. Parameter yang digunakan untuk validasi adalah volume lalu lintas. Metode yang digunakan untuk validasi adalah GEH (Geoffrey E. Havers) 1970 (Jepriadi, 2022). Uji GEH merupakan rumus statistic modifikasi dari chi-squared dengan melakukan analisis perbedaan diantara nilai mutlak dan relative. Adapun rumus dari GEH adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &GEH \\
 &= \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}}
 \end{aligned}$$

3. 18

Keterangan:

$q_{simulasi}$ = Volume lalu lintas hasil simulasi (kend/jam)

$q_{observasi}$ = Volume lalu lintas hasil observasi (kend/jam)

Hasil Perhitungan Rumus GEH menurut Oregon Department of Transportation (2011) dapat disimpulkan sebagai berikut:

- nilai GEH < 5,0 model diterima
- nilai GEH diantara 5,0 sampai 10,0 model error atau data buruk
- nilai GEH > 10,0 model ditolak.

3.7 Penelitian Terdahulu/Keaslian Penelitian

Tabel 3. 7. Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis dan Tahun	Ringkasan	Pembeda
1.	Dampak Pemindahan Putar Balik Terhadap Kinerja Simpang: Studi Kasus Simpang Monjali Effects Of U-Turn Positioning To Intersection Performance: Case Study Of Monjali Intersection	Hanun Wisnu Nur Salsabila(2022)	Pemindahan U-turn maupun perubahan waktu siklus tidak memberikan solusi optimal untuk meningkatkan kinerja simpang Monjali. Diperlukan analisis lebih lanjut dan mungkin alternatif solusi lainnya.	Perbedaannya terletak pada lokasi penelitian serta metode Yang digunakan pada penelitian yaitu MKJI 1997
2.	Mikrosimulasi Mixed Traffic Pada Simpang Bersinyal Dengan Perangkat Lunak Vissim (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)	Nurjannah Haryanti Putri dan Muhammad Zudhny Irawan (2015)	VISSIM adalah alat yang baik untuk simulasi lalu lintas, namun kalibrasi yang tepat sangat krusial untuk hasil yang akurat. Optimasi lampu lalu lintas berdasarkan simulasi VISSIM dapat meningkatkan kinerja jaringan jalan.	Perbedaannya terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu VISSIM Saja.
3.	Pengaruh Geometri Dan Konfigurasi Sinyal Terhadap Kinerja Simpang Dengan Pendekatan Pkji 2023 Dan Ptv Vissim (Studi Kasus: Simpang Tugu Wisnu Kota Surakarta)	Aswin Badarudin Atmajaya, Kadek Wiarni Devi, Budi Mardikawati(2024)	Hasil simulasi menunjukkan bahwa model dengan 4 fase berlawanan arah jarum jam memberikan hasil yang lebih efisien Model ini berhasil mengurangi panjang antrian rata-rata hingga setengahnya dibandingkan kondisi awal dan meminimalkan konflik kendaraan di area	Perbedaannya terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu PKJI 2023 dan PTV Vissim.

No	Judul	Penulis dan Tahun	Ringkasan	Pembeda
			<p>simpang. Pengaturan ini lebih sesuai dengan geometri simpang yang memiliki tugu di tengahnya, karena mampu mengurangi gangguan pergerakan yang muncul pada pengaturan sebelumnya.</p>	
4.	<p>Evaluasi Efektifitas Pengaturan Sinyal Pada Simpang 5 Balapan Untuk Meningkatkan Kinerja Simpang Dengan Pendekatan Pkji 2023 Dan Vissim</p>	<p>Aswin Badarudin Atmajaya, Dwi Wahyu Hidayat, Putu Eka Suartawan, I Kadek Arta Bawa (2024)</p>	<p>Adapun hasil setelah dilakukan evaluasi dengan PKJI 2023 maupun Vissim yaitu pada plan 1, plan 2, dan plan 3 peningkatan kinerja terbaik dilakukan dengan pengaturan ulang waktu siklus. Peningkatan kinerja terbukti dari menurunnya panjang antrian dan tundaannya.</p>	<p>Perbedaannya terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu PKJI 2023 dan PTV Vissim.</p>
5.	<p>Analisis Fase dan Waktu siklus Apill Dalam Upaya Peningkatan Keselamatan Lalu Lintas Menggunakan Simulasi PTV Vissim dan Software Surrogate Safety Assessment Model</p>	<p>Arfian Syarillah Ashar, Teguh tuhu Prasetyo, Pradhana Wahyu Nariendra (2024)</p>	<p>Adapun hasil setelah dilakukan evaluasi dengan penggunaan 2 fase, 3 fase dan 4 fase yaitu mengalami penurunan pada konflik yang terjadi, penurunan konflik yang terjadi pada simpang dapat digunakan dengan mengubah fase dan waktu sklusnya</p>	<p>Perbedaannya terletak pada indicator pemilihan rekomendasi pengaturan waktu sklus dan fase yang dimana indicator yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai konflik lalin</p>