

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DALAM
UPAYA PENINGKATAN KELANCARAN LALU LINTAS
DI KOTA MADIUN
(STUDI KASUS : SIMPANG SETIABUDI – KLEGEN)**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH :

KRISNA WAHYU WIDAYAT

2203010

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

2025

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DALAM
UPAYA PENINGKATAN KELANCARAN LALU LINTAS
DI KOTA MADIUN
(STUDI KASUS : SIMPANG SETIABUDI – KLEGEN)**

KERTAS KERJA WAJIB

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



DISUSUN OLEH :

KRISNA WAHYU WIDAYAT

2203010

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

2025

HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DALAM UPAYA
PENINGKATAN KELANCARAN LALU LINTAS DI KOTA MADIUN
(STUDI KASUS : SIMPANG SETIABUDI – KLEGEN)**

Disusun oleh:
KRISNA WAHYU WIDAYAT
2203010

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

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I



I Wayan Yudi Martha Wiguna, S.T., M.T

NIP. 19861221 201902 1 001

Tanggal : 10 Juli 2025

DOSEN PEMBIMBING II



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

NIP.19900513 201012 1 004

Tanggal : 10 Juli 2025

Ditetapkan di : Tabanan

LEMBAR PENGESAHAN

KERTAS KERJA WAJIB

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DALAM UPAYA
PENINGKATAN KELANCARAN LALU LINTAS DI KOTA MADIUN
(STUDI KASUS : SIMPANG SETIABUDI KLEGEN)**

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

KRISNA WAHYU WIDAYAT

2203010

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN PENGUJI

PADA TANGGAL 17 JULI 2025

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji



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



IWawan Yudi Martha Wiguna, S.T., M.T.
NIP.19861221 201902 2 001



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



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

Mengetahui,
Ketua Program Studi



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

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Krisna Wahyu Widayat, Notar. 2203010, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib dengan judul “Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dalam Upaya Peningkatan Kelancaran Lalu Lintas Di Kota Madiun (Studi Kasus : Simpang Setiabudi - Klegen)” merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau 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 , 08 Juli 2025

Penulis



Krisna Wahyu Widayat

Notar. 2203010

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dalam Upaya Peningkatan Kelancaran Lalu Lintas di Kota Madiun (Studi Kasus: Simpang Setiabudi – Klegen)” dapat diselesaikan dengan baik. Dengan penuh rasa hormat dan rendah hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Firga Ariani, S.E.,M.M.Tr. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali;
2. Bapak Putu Eka Suartawan, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan;
3. Bapak I Wayan Yudi Martha Wiguna, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I;
4. Bapak Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T.(TD). M.A.P. selaku dosen pembimbing II,
5. Orang tua dan Keluarga yang selalu memberikan dukungan;

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih belum sempurna dan masih terdapat berbagai kekurangan, baik dari segi penulisan maupun isi yang mungkin belum sepenuhnya mendalam. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat yang berarti bagi berbagai pihak, khususnya dalam pengembangan ilmu di bidang Transportasi Darat serta penerapannya di lapangan. Terima kasih.

Tabanan, 08 Juli 2025



KRISNA WAHYU WIDAYAT

Notar. 2203010

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL.....	7
DAFTAR GAMBAR.....	9
DAFTAR LAMPIRAN.....	10
INTISARI.....	11
<i>ABSTRACT</i>	12
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II.....	6
GAMBARAN UMUM.....	6
2.1 Kondisi Wilayah.....	6
2.2 Kondisi Lokasi Kajian.....	7
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	11
3.1 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas.....	11
3.2 Pengertian Simpang.....	12
3.3 Lampu Lalu Lintas.....	12
3.4 Analisis Simpang Bersinyal dengan PKJI 2023.....	12
3.5 Level Of Service (LOS).....	25
3.6 Penelitian Terdahulu.....	26
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	28
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	28
4.2 Metode Analisis Data.....	30
4.3 Bagan Alir Penelitian.....	31
4.4 Timeline Kegiatan.....	36
BAB V.....	37

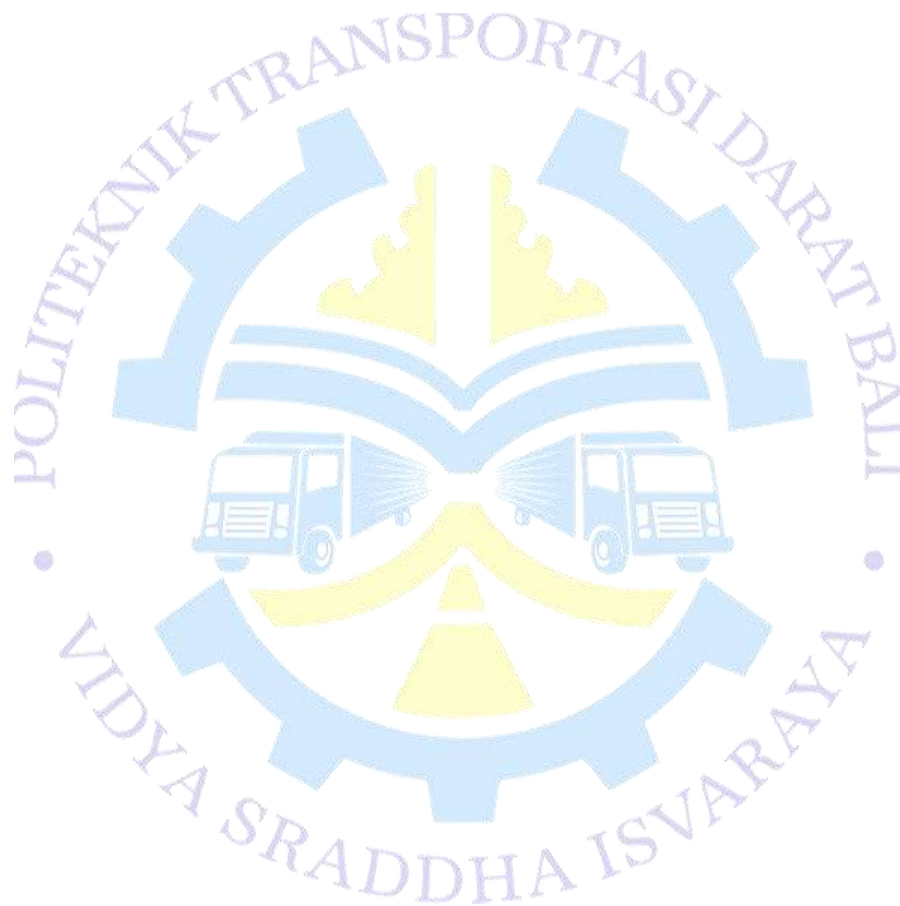
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
5.1 Analisis Kinerja Eksisting.....	37
5.2 Analisis Kondisi Eksisting dengan PKJI 2023	41
5.3 Desain Rekayasa Simpang APILL.....	48
5.4 Peningkatan Kinerja dengan PKJI 2023	50
5.5 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Rekayasa	67
5.6 Penentuan Rencana Terbaik dengan PKJI 2023	71
BAB VI	74
PENUTUP.....	74
6.1 Kesimpulan	74
6.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Contoh Pola Pengaturan pada Pendekat.....	14
Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Ukuran Kota	17
Tabel 3. 3 Faktor Koreksi Hambatan Samping	17
Tabel 3. 4 Level Of Service (LOS)	26
Tabel 3. 5 Penelitian Terdahulu.....	26
Tabel 4. 1 Timeline Kegiatan	36
Tabel 5. 1 Rekapitan Hasil Inventarisasi Simpang.....	38
Tabel 5. 2 Tabel emp	38
Tabel 5. 3 Komposisi Kendaraan	40
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Rasio Kendaraan Berbelok.....	42
Tabel 5. 5 Geometri dan Arus Jenuh.....	42
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Kapasitas Pendekat.....	44
Tabel 5. 7 Derajat Kejenuhan Eksisting	44
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Panjang Antrian PKJI 2023	46
Tabel 5. 9 Rekapitulasi Tundaan PKJI 2023	47
Tabel 5. 10 Tabulasi Kinerja Simpang Eksisting	48
Tabel 5. 11 Tabulasi Waktu Hijau Masing Masing Pendekat	52
Tabel 5. 12 Perhitungan Kapasitas Rencana 1	53
Tabel 5. 13 Perhitungan Derajat Kejenuhan pada Rencana 1	54
Tabel 5. 14 Perhitungan Panjang Antrian pada Rencana 1	55
Tabel 5. 15 Perhitungan Tundaan Rata Rata pada Rencana 1.....	56
Tabel 5. 16 Perhitungan Kinerja pada Rencana 1	56
Tabel 5. 17 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 1	59
Tabel 5. 18 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 2	59
Tabel 5. 19 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 3	60
Tabel 5. 20 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 4.....	60
Tabel 5. 21 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 5	61
Tabel 5. 22 Perhitungan Waktu Hijau pada Rencana 2.....	62
Tabel 5. 23 Perhitungan Kapasitas pada Rencana 2.....	63

Tabel 5. 24 Perhitungan Derajat Kejenuhan pada Rencana 2	63
Tabel 5. 25 Perhitungan Panjang Antrian pada Rencana 2	64
Tabel 5. 26 Perhitungan Tundaan Rata Rata pada Rencana 2	65
Tabel 5. 27 Perhitungan Kinerja pada Rencana 2	66
Tabel 5. 28 Perbandingan Derajat Kejenuhan.....	67
Tabel 5. 29 Perbandingan Panjang Antrian.....	69
Tabel 5. 30 Perbandingan Tundaan.....	70
Tabel 5. 31 Penentuan Rencana Terbaik dengan PKJI 2023.....	71



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kondisi eksisting pada malam hari dan siang hari	2
Gambar 2. Lokasi Simpang Setiabudi – Klegen	6
Gambar 3. Tampak Atas Simpang Setia Budi – Klegen	7
Gambar 4. Visualisasi Pendekat Utara Simpang Setiabudi – Klegen	8
Gambar 5. Visualisasi Pendekat Selatan Simpang Setiabudi - Klegen	8
Gambar 6. Visualisasi Pendekat Utara Simpang Setiabudi – Klegen	9
Gambar 7. Visualisasi Pendekat Barat Simpang Setiabudi - Klegen	10
Gambar 8. Penentuan Lebar Efektif	15
Gambar 9. Faktor Koreksi Kelandaian	18
Gambar 10. Faktor Koreksi Parkir	19
Gambar 11. Faktor Koreksi Belok kanan	19
Gambar 12. Grafik Faktor Koreksi Belok Kiri	20
Gambar 13. Grafik Waktu Siklus Terhadap Rasio Arus	21
Gambar 14. Jumlah Antrian Maximum	23
Gambar 15. Rasio Kendaraan Terhenti	25
Gambar 16 .Data Inventaris Simpang Setiabudi - Klegen	37
Gambar 17. Fluktuasi Volume Lalulintas 24 jam	39
Gambar 18. Diagram Arus Simpang pada jam puncak	40
Gambar 19. Proporsi Kendaraan pada Pendekat Utara	41
Gambar 20. Fluktuasi Volume Simpang	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Survei Inventaris Simpang Setiabudi - Klegen	79
Lampiran 2 Hasil Survei CTMC Pendekat Utara.....	80
Lampiran 3 Hasil Survei CTMC Pendekat Selatan.....	83
Lampiran 4 Hasil Survei CTMC Pendekat Timur.....	86
Lampiran 5 Hasil Survei CTMC Pendekat Barat.....	89
Lampiran 6 Dokumentasi Survei Panjang Antrian.....	92



INTISARI

Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dalam Upaya Peningkatan Kelancaran Lalu Lintas Di Kota Madiun (Studi Kasus : Simpang Setiabudi – Klegen)

Oleh

KRISNA WAHYU WIDAYAT

220310

Simpang Setiabudi–Klegen merupakan simpang dengan volume lalu lintas tinggi karena menjadi titik pertemuan arus dari beberapa ruas jalan utama di Kota Madiun. Kondisi eksisting pada simpang menunjukkan derajat kejenuhan rata – rata sebesar 0,99, panjang antrian rata-rata mencapai 90,5 meter dan tundaan sebesar 104 detik, dengan Level of Service (LOS) F. Penelitian ini bertujuan meningkatkan kinerja simpang dengan metode PKJI 2023 dengan indikator berupa derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Melalui analisis data geometri, arus lalu lintas 24 jam, dan waktu siklus.

Upaya optimalisasi kinerja simpang mengacu pada PKJI 2023 dilakukan melalui penyusunan desain rekayasa lalu lintas yang menghasilkan pembagian plan harian baru. Optimalisasi tersebut dilaksanakan dalam dua skenario perencanaan sinyal. Skenario pertama mencakup penyesuaian waktu siklus dan alokasi waktu hijau berdasarkan kondisi eksisting, sedangkan skenario kedua dirancang dengan mengacu pada rekomendasi waktu siklus yang ditetapkan dalam PKJI 2023 sesuai dengan klasifikasi simpang. Berdasarkan hasil analisis, skenario perencanaan kedua menunjukkan kinerja yang lebih optimal dibandingkan perencanaan pertama. Hal ini ditunjukkan melalui penurunan nilai parameter kinerja simpang, dengan rata-rata derajat kejenuhan sebesar 0,96, panjang antrian sebesar 69,16 meter, serta tundaan rata-rata sebesar 70,83 detik/smp. Oleh karena itu, perencanaan kedua dinilai lebih efektif dalam meningkatkan kelancaran arus lalu lintas dan kinerja simpang.

Kata kunci : Panjang antrian, Tundaan, Optimalisasi, PKJI 2023

ABSTRACT

***Performance Analysis of Signalized Intersection to Improve Traffic Flow in
Madiun City
(Case Study: Setiabudi – Klegen Intersection)***

By:

Krisna Wahyu Widayat
220310

Setiabudi–Klegen Intersection is a signalized intersection with high traffic volume, as it serves as a convergence point for several major roads in Madiun City. The existing conditions of the intersection show an average degree of saturation of 0.99, an average queue length of 90.5 meters, and a delay of 104 seconds, resulting in a Level of Service (LOS) F. This study aims to improve the intersection's performance using the PKJI 2023 method, with key performance indicators including degree of saturation, queue length, and delay, based on analyses of geometric data, 24-hour traffic flow, and cycle time.

The optimization efforts based on PKJI 2023 involve the development of a traffic engineering design that generates a new daily signal timing plan. The optimization is carried out through two signal planning scenarios. The first scenario involves adjusting the cycle time and green time allocation based on existing conditions. The second scenario is designed following the cycle time recommendations provided in PKJI 2023, in accordance with the intersection classification. Based on the analysis, the second planning scenario demonstrates better performance than the first. This is evident from the reduced intersection performance parameters, with an average degree of saturation of 0.96, a queue length of 69.16 meters, and an average delay of 70.83 seconds/pcu. Therefore, the second scenario is considered more effective in improving traffic flow and intersection performance.

Keywords: Queue Length, Delay, Optimization, PKJI 2023

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Madiun, yang terletak di Provinsi Jawa Timur, memiliki posisi strategis sebagai pusat layanan dan kegiatan ekonomi di kawasan barat provinsi Jawa Timur. Dengan luas wilayah sekitar 33,23 km², kota ini terbagi menjadi 3 kecamatan dan 27 kelurahan. Menurut data dari BPS, jumlah penduduk Kota Madiun pada tahun 2024 tercatat sekitar 201.850 jiwa, di mana lebih dari 65% di antaranya termasuk dalam kelompok usia produktif (15–59 tahun). Kota ini dikenal sebagai simpul transportasi penting karena letaknya yang berada pada jalur utama lintas selatan Pulau Jawa, menjadikannya sebagai titik temu berbagai moda transportasi seperti kereta api, angkutan darat, dan jalan nasional. Seiring dengan peningkatan kebutuhan mobilitas masyarakat, terjadi juga peningkatan jumlah kendaraan pribadi dan kendaraan barang yang melintasi jalan-jalan utama, termasuk jalan nasional sehingga menyebabkan tingginya volume kendaraan yang dapat menyebabkan sebuah kemacetan. Pada jam sibuk sering terjadi kemacetan dikarenakan kapasitas jalan yang tidak memadai maka terjadilah ketidakmampuan jalan untuk menangani lalu lintas (Mahmudah et al., 2019). Fenomena kemacetan telah menjadi permasalahan klasik yang terus berkembang seiring peningkatan urbanisasi dan ketimpangan antara pertumbuhan kendaraan dengan kapasitas infrastruktur jalan (Yaslim Arfan Syam et al., 2025).

Menurut Pedoman PKJI 2023, Salah satu elemen penting dalam sistem jaringan jalan adalah simpang. Titik persimpangan atau simpang dua atau lebih ruas jalan yang menghubungkan arus lalu lintas dari arah yang berbeda disebut simpang. Salah satu komponen sistem transportasi yang sangat penting untuk mengendalikan pergerakan mobil dan orang adalah simpang, serta mempengaruhi kelancaran dan keselamatan lalu lintas. Kinerja simpang sangat bergantung pada beberapa faktor, antara lain volume lalu lintas, kapasitas simpang, jenis kendaraan yang melintas, serta pengaturan sinyal atau rekayasa lalu lintas yang diterapkan di simpang tersebut.

Dalam konteks Kota Madiun, Simpang Setiabudi Klegen merupakan simpang strategis yang menghubungkan Ruas Jalan MH Thamrin dan Jalan MT Haryono di Kota Madiun, sebagaimana ditetapkan dalam Surat Keputusan Menteri PUPR Nomor 1688/KPTS/M/2022 tentang Penetapan Ruas Jalan Menurut Statusnya sebagai Jalan Nasional. Simpang ini berfungsi sebagai penghubung utama antara Kota Madiun dengan Kabupaten Ponorogo, dan kota lain di sekitarnya, sehingga menjadi bagian dari jaringan transportasi vital di wilayah Jawa Timur yang mengakomodasi pergerakan kendaraan dari wilayah utara menuju wilayah selatan. Pengaturan traffic light di persimpangan jalan diperlukan untuk mengatur kelancaran arus lalu lintas, namun faktanya sering terjadi penumpukan pengguna jalan pada suatu ruas jalan tertentu (Yolanda, 2014). Permasalahan yang sering terjadi di persimpangan adalah adanya konflik lalu lintas, antrian, dan tundaan akibat pertemuan antara lalu lintas dari masing-masing lengan simpang (Ansusanto dan Tanggu, 2016). Akibat ketidakseimbangan antara kapasitas dan volume lalu lintas, kemacetan lalu lintas akan terjadi di persimpangan tersebut (Mahmudah et al., 2018).



Gambar 1. Kondisi eksisting pada malam hari dan siang hari

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan hasil observasi eksisting pada siang maupun malam hari, seperti yang terdokumentasi dalam hasil pengamatan lapangan, terlihat panjang antrian kendaraan di Simpang Setiabudi Klegen khususnya pada ruas jalan MH Thamrin dan MT haryono, yang didominasi oleh kendaraan berat seperti truk angkutan barang maupun angkutan umum. Kondisi ini memperburuk kelancaran arus lalu lintas di simpang tersebut. Kondisi eksisting pada simpang belum mampu

menampung volume lalu lintas yang tergolong padat. Panjang antrian dapat dinyatakan sebagai berkumpulnya kendaraan di suatu ruas jalan, yang dimana kapasitas dari ruas jalan tersebut sudah tidak memadai untuk menampung jumlah kendaraan yang ada (Putra et al., 2022). Panjang antrian tersebut akan mempengaruhi kinerja pelayanan jalan, dan berakibat dapat menyebabkan turunnya laju kecepatan kendaraan yg lewat pada ruas jalan tersebut (Putra et al., 2022). Tundaan lalu lintas dapat terjadi dikarenakan oleh adanya interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang. Pengaturan lampu lalu lintas yang dioperasikan saat ini belum dapat mengatasi kemacetan yang sering terjadi terutama pada jam-jam sibuk (peak hour) (Putra et al., 2022). Tundaan merupakan variabel yang sangat penting untuk menentukan tingkat pelayanan jalan dari pada kondisi ruas jalan tersebut (Putra et al., 2022).

Berdasarkan hasil analisis Tim PKL Kota Madiun, salah satu simpang bersinyal yang mengalami permasalahan kemacetan adalah Simpang Bersinyal Setiabudi - Klegen. Simpang Setiabudi - Klegen menjadi salah satu simpang dengan volume tinggi dan titik akses masuk area kota yang mempertemukan arus lalu lintas dari ruas Mh Thamrin, ruas Jalan Mt Haryono, dan ruas Jalan Setiabudi. Simpang Setiabudi - Klegen merupakan salah simpang Ber-Apill yang memiliki volume lalu lintas yang cukup tinggi pada jam sibuk dengan derajat kejenuhan simpang mencapai 0,87. Kinerja simpang pada saat jam sibuk maupun diluar jam sibuk menghasilkan hambatan mencapai 78,85 detik yang memperburuk kinerja simpang. Menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023), nilai derajat kejenuhan diatas 0,85 terjadi akibat tipe simpang itu tidak memadai, hingga perlu direncanakan lagi atau dioptimalkankan dan menurut Permenhub No 96 Tahun 2015 hambatan mencapai 78,85 detik per kendaraan, nilai tundaan tersebut dikategorikan ke dalam Tingkat Pelayanan (Level of Service) F, yang menandakan kondisi lalu lintas tidak stabil dan sangat tidak efisien.

Oleh karena itu, perlunya evaluasi dan optimalisasi pengaturan fase sinyal di Simpang Setiabudi Klegen guna meningkatkan kinerja lalu lintas di kawasan tersebut. Penelitian pada Simpang Setiabudi – Klegen dengan metode yang tercantum dalam Pedoman PKJI 2023, yang menekankan pentingnya penyesuaian fase sinyal secara dinamis sesuai dengan kondisi lalu lintas yang sesungguhnya. Dengan memahami volume lalu lintas yang berbeda pada setiap waktu, fase sinyal

dapat disesuaikan untuk mengoptimalkan aliran kendaraan dan mengurangi kemacetan, terutama pada saat puncak lalu lintas.

Berdasarkan kondisi diatas, penulis memilih judul “Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dalam Upaya Peningkatan Kelancaran Lalu Lintas di Kota Madiun (Studi Kasus: Simpang Setiabudi – Klegen)” dengan tujuan untuk memberikan rekomendasi kepada Dinas Perhubungan Kota Madiun dalam penerapan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas di wilayah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, adapun rumusan masalah pada Simpang Bersinyal Setiabudi – klegen adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi eksisting kinerja lalu lintas pada Simpang Bersinyal Setiabudi – Klegen di Kota Madiun ?
2. Bagaimana perancangan rekayasa lalulintas untuk meningkatkan kinerja pada simpang Setiabudi Klegen di Kota Madiun?
3. Bagaimana hasil kinerja pada kondisi eksisting dengan setelah dilakukan perancangan rekayasa lalulintas pada Simpang Setiabudi Klegen.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, berikut adalah tujuan penelitiannya :

1. Untuk menganalisis kondisi eksisting Simpang SetiaBudi-Klegen Kota Madiun.
2. Untuk merancang rekayasa lalu lintas yang dapat meningkatkan kinerja Simpang Setia Budi Klegen.
3. Untuk mengevaluasi perbandingan kinerja lalu lintas antara kondisi eksisting dengan kondisi setelah dilakukan perancangan rekayasa lalu lintas di Simpang Setia Budi Klegen.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini disusun berdasarkan tujuan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu:

1.4.1. Manfaat peneliti

Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang manajemen rekayasa lalu lintas, khususnya dalam menganalisis dan merancang pengaturan fase sinyal

pada simpang bersinyal dengan volume lalu lintas tinggi.

1.4.2. Manfaat Instansi

Memberikan masukan kepada Dinas Perhubungan Kota Madiun dalam upaya meningkatkan kinerja lalu lintas di Simpang Setia Budi Klegen.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas, maka diperlukan batasan masalah yang dijelaskan sebagai berikut:

1. Daerah studi kajian hanya di Simpang Setiabudi - Klegen
2. Data primer yang diperlukan meliputi data geometrik jalan, data volume lalu lintas selama 24 jam.
3. Kajian dilakukan dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 sebagai acuan utama dalam metode analisis perhitungan kinerja simpang.
4. Analisis kinerja simpang dibatasi pada tiga variabel utama, yaitu: Panjang antrian, Tundaan rata-rata dan Derajat kejenuhan.
5. Optimalisasi dilakukan dengan membuat desain setiap plan berupa mengatur durasi waktu hijau dan menyesuaikan waktu siklus sinyal.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Wilayah

Simpang Setia Budi – Klegen terletak di wilayah Kelurahan Klegen, Kecamatan Kartoharjo Kota Madiun. Simpang Setia Budi – Klegen merupakan salah satu simpang bersinyal penting yang terletak di wilayah timur Kota Madiun, Provinsi Jawa Timur. Secara administratif, simpang ini berada di wilayah Kelurahan Klegen, Kecamatan Kartoharjo. Lokasi simpang ini sangat strategis karena berada di kawasan padat penduduk sekaligus dekat dengan sejumlah fasilitas umum seperti sekolah, perkantoran, dan kawasan perdagangan lokal. Aktivitas kendaraan cukup tinggi, baik dari arah pusat kota menuju permukiman maupun sebaliknya.



Gambar 2. Lokasi Simpang Setia Budi – Klegen

Sumber : Google Maps

Simpang Setia Budi – Klegen merupakan salah satu dari 28 simpang bersinyal yang menjadi titik akses masuk ke area Kota Madiun. Simpang ini merupakan simpang dengan tipe 424 yang menjadi titik bertemunya arus lalu lintas dari ruas Jalan Setia Budi dari pendekatan timur, ruas Jalan Mastrip dari pendekatan barat dan ruas Jalan Letjen Haryono dari pendekatan Selatan serta ruas Jalan Mh Thamrin dari pendekatan Utara. Pengaturan sinyal di simpang ini adalah 4 fase dengan semua kakinya terlindungi. Berikut ini tampak atas Simpang Setia Budi – Klegen :



Gambar 3. Tampak Atas Simpang Setia Budi – Klegan

Sumber : Tim PKL Kota Madiun

2.2 Kondisi Lokasi Kajian

Berikut merupakan visualisasi masing masing pendekatan simpang :

1. Pendekat Utara Simpang (Jl MH Thamrin)

Pendekat simpang dari arah utara berada pada ruas Jalan MH Thamrin, yang menurut statusnya termasuk jalan nasional, serta secara fungsional tergolong sebagai jalan arteri dengan tipe 2/2 TT. Penggunaan lahan di sekitar Jalan MH Thamrin didominasi oleh kegiatan komersial, seperti pertokoan, layanan jasa, dan juga terdapat fasilitas pendidikan seperti sekolah. Ruas jalan ini telah dilengkapi dengan fasilitas pejalan kaki berupa trotoar dan zebra cross. Secara umum, kondisi trotoar tergolong baik dan tidak ditemukan kerusakan fisik yang berarti. Namun, kondisi zebra cross dan marka yang memudar sehingga kurang terlihat dengan jelas. Selain itu, tingkat hambatan samping pada ruas ini tergolong rendah, karena di sepanjang sisi jalan telah terpasang rambu larangan parkir, dan akses keluar masuk kendaraan dari bangunan di sekitar pendekatan relatif jarang, sehingga tidak mengganggu arus lalu lintas utama.



Gambar 4. Visualisasi Pendekat Utara Simpang Setiabudi – Klegan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Pendekat Selatan Simpang (Jl MT Haryono)

Pendekat simpang dari arah selatan berada pada ruas Jalan MT Haryono, yang secara status merupakan jalan nasional dan secara fungsi tergolong sebagai jalan arteri dengan tipe 2/2 TT. Kawasan di sekitar Jalan MT Haryono didominasi oleh penggunaan lahan komersial, yang mencakup pertokoan, aktivitas jasa perdagangan, serta keberadaan sekolah. Tingkat hambatan samping pada ruas jalan ini tergolong rendah, karena akses keluar masuk kendaraan ke area sekitar jalan relatif terbatas. Selain itu, sepanjang ruas juga telah dilengkapi dengan rambu larangan parkir di tepi jalan, sehingga mengurangi potensi gangguan terhadap arus lalu lintas. Ruas ini juga menyediakan fasilitas pejalan kaki yang cukup memadai, berupa trotoar dan zebra cross, dengan kondisi trotoar yang masih dalam keadaan baik dan layak digunakan.



Gambar 5. Visualisasi Pendekat Selatan Simpang Setiabudi - Klegan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Pendekat Timur Simpang (Jl Setiabudi)

Pendekat sebelah Timur Simpang Setiabudi – Klegen merupakan ruas Jalan Setiabudi berdasarkan statusnya termasuk kedalam ruas jalan kota dan berdasarkan fungsinya termasuk kedalam ruas jalan arteri. Tipe Jalan Setiabudi adalah 2/2 TT. Tata guna lahan disekitar Jalan Setiabudi merupakan area komersial dikarenakan sepanjang ruas Jalan Setiabudi merupakan pertokoan. Ruas Jalan Setiabudi telah dilengkapi dengan fasilitas pejalan kaki berupa zebra cross dan trotoar, yang secara umum berada dalam kondisi fisik yang baik dan cukup memadai untuk mendukung aktivitas pejalan kaki. Tingkat hambatan samping pada ruas ini tergolong rendah, disebabkan oleh terbatasnya akses keluar-masuk kendaraan dari tata guna lahan di sepanjang jalan.



Gambar 6. Visualisasi Pendekat Utara Simpang Setiabudi – Klegen

Sumber : Dokumentasi Pribadi

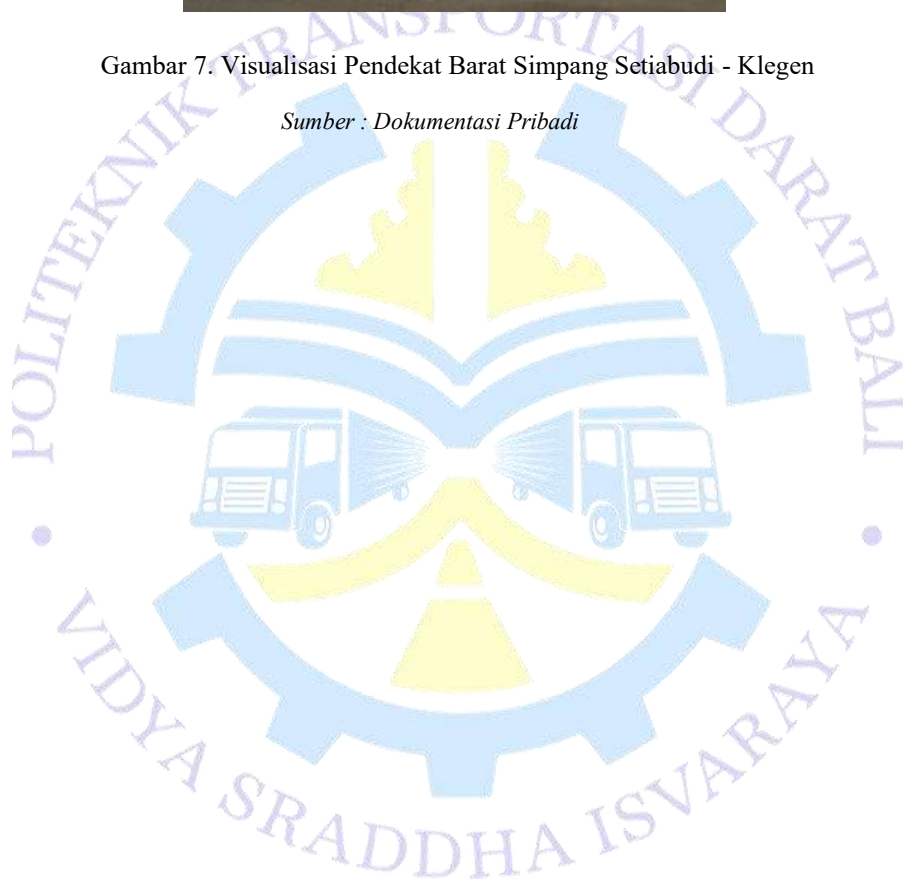
4. Pendekat Barat Simpang (Jl Mastrip)

Pendekat sebelah Barat Simpang Setiabudi – Klegen merupakan ruas Jalan Setiabudi yang berdasarkan statusnya termasuk kedalam ruas jalan kota dan berdasarkan fungsinya termasuk kedalam ruas jalan arteri. Tipe Jalan Setiabudi adalah 4/2 TT. Tata guna lahan disekitar Jalan Setiabudi merupakan area komersial dikarenakan sepanjang ruas Jalan Mastrip merupakan pertokoan , perdagangan jasa, perkantoran maupun sekolahan. Selain itu, sepanjang ruas juga telah dilengkapi dengan rambu larangan parkir di tepi jalan, sehingga mengurangi potensi gangguan terhadap arus lalu lintas. Ruas ini juga menyediakan fasilitas pejalan kaki yang cukup memadai, berupa trotoar dan zebra cross, dengan kondisi trotoar yang masih dalam keadaan baik dan layak digunakan.



Gambar 7. Visualisasi Pendekat Barat Simpang Setiabudi - Klegan

Sumber : Dokumentasi Pribadi



BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Manajemen Rekayasa Lalu Lintas (MRLI) adalah suatu upaya atau serangkaian kegiatan yang dirancang untuk mengendalikan dan memaksimalkan penggunaan jalan agar dapat memberikan pelayanan lalu lintas yang sebaik-baiknya kepada masyarakat. Dalam rangka mendorong pertumbuhan ekonomi nasional, maka MRLI diselenggarakan untuk menyediakan sistem lalu lintas dan kondisi jalan yang aman, tertib, dan lancar. Secara umum, tujuan dari pelaksanaan MRLI meliputi:

1. Meningkatkan efisiensi lalu lintas secara umum.
2. Meningkatkan standar keselamatan bagi semua pengemudi.
3. Memperbaiki situasi lalu lintas saat ini.
4. Mendorong efisiensi energi dalam infrastruktur transportasi.

Dalam pelaksanaan MRLI terdapat 3 poin pokok yang harus diperhatikan sebagai dasar pelaksanaan MRLI yaitu :

1. Kecepatan, yang mencakup unsur aksesibilitas dan mobilitas.
2. Keselamatan, yang melibatkan perlindungan pengemudi terhadap kemungkinan terjadinya tabrakan.
3. Penggunaan bahan bakar terkait dengan biaya perjalanan.

Dalam pelaksanaannya MRLI memiliki beberapa strategi yang harus dilaksanakan secara komprehensif yaitu :

1. Manajemen Kapasitas
Kapasitas jalan dan persimpangan harus diatur seefisien mungkin untuk memungkinkan sirkulasi kendaraan di titik-titik ini
2. Manajemen Prioritas
khususnya, menetapkan prioritas bagi pejalan kaki lokal dan pengguna jalan lainnya.

Dalam pengukuran kinerja lalu lintas persimpangan dasar yang digunakan adalah Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

3.2 Pengertian Simpang

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 menggambarkan persimpangan sebagai titik konvergensi ketika arus lalu lintas dari arah yang berbeda bertemu, tumpang tindih, atau bergabung pada tingkat yang sama antara dua atau lebih ruas jalan. Keberadaan simpang menuntut adanya pengaturan lalu lintas untuk menghindari konflik antar kendaraan, serta untuk memastikan kelancaran dan keselamatan pergerakan. Berdasarkan cara pengaturannya, simpang diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu

1. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah simpang yang menggunakan lampu lalu lintas untuk mengatur pergerakan kendaraan secara bergantian sesuai siklus sinyal yang ditentukan.

2. Simpang Tidak Bersinyal

Simpang tak bersinyal adalah simpang yang mengandalkan pengaturan prioritas berdasarkan rambu lalu lintas, marka jalan, atau aturan prioritas alami di jalan tanpa bantuan sinyal lampu lalu lintas.

3.3 Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas adalah sistem pemberian sinyal lalu lintas yang menggunakan warna cahaya untuk mengatur arus mobil dan pejalan kaki di jalan, sesuai dengan Undang - Undang Nomor 22 Tahun 2009 yang mengatur tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Lampu lalu lintas berfungsi untuk memberikan perintah kepada pengguna jalan agar dapat mengatur pergerakan secara aman dan tertib. Warna-warna yang digunakan dalam lampu lalu lintas memiliki makna tertentu, yakni merah yang menandakan bahwa kendaraan atau pejalan kaki wajib berhenti, kuning yang memberi tanda agar siap berhenti, dan hijau yang memberi izin untuk melanjutkan perjalanan. Dengan adanya lampu lalu lintas, diharapkan dapat tercipta kelancaran lalu lintas, meminimalisir konflik antar arus kendaraan, serta meningkatkan keselamatan di jalan raya.

3.4 Analisis Simpang Bersinyal dengan PKJI 2023

Analisis simpang bersinyal mengacu pada pedoman Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 seperti perhitungan kapasitas simpang, derajat kejenuhan, waktu tundaan, serta pengaturan fase sinyal yang tepat.

Untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan kinerja, maka disediakan juga 4 jenis formular kerja, yaitu :

1. Formulir SA-I yang digunakan untuk menyiapkan data yang dibutuhkan berupa data geometri, pengaturan lalu lintas dan lingkungan.

Dalam formular ini dilakukan pengisian data geometri yang didapatkan berdasarkan hasil survey inventarisasi.

2. Formulir SA-II digunakan untuk penyiapan data arus lalu lintas.

Dalam pengisian formular ini dilengkapi dengan data berupa arus lalu lintas terklasifikasi per jenis kendaraan bermotor dan tidak bermotor. Hasil konversi arus dalam bentuk SMP/jam, dan rasio kendaraan berbelok kiri (RKBi) dan kanan (RBKa), dan rasio kendaraan tidak bermotor (RKTb).

$$RKBi = \frac{qBKi}{qBKa} \quad (3.1)$$

$$RBKa = \frac{qBKa}{qBKi} \quad (3.2)$$

$$RKTb = \frac{qKTb}{qTB} \quad (3.3)$$

3. Formulir SA-IV digunakan untuk menghitung waktu isyarat (S, W_H, W_M, W_K) dan C. Adapun tahapan dalam formular SA-IV, yaitu :

- a. Menetapkan tipe pendekat

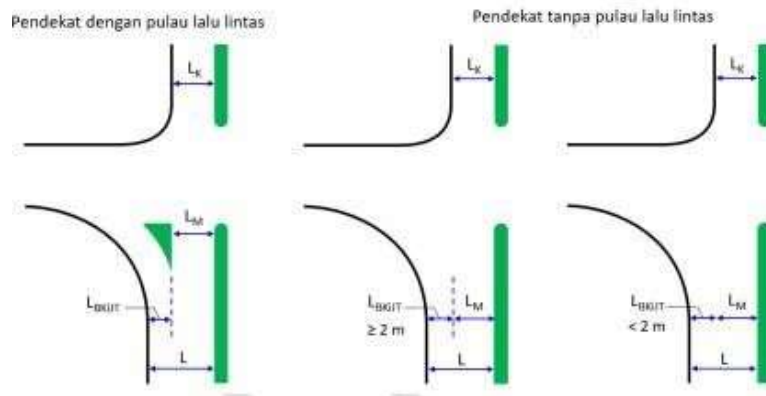
- 1) Mengidentifikasi seluruh pendekat
- 2) Menentukan nomor identitas tiap fase
- 3) Menulis besar arus lalu lintas tiap pendekat
- 4) Membuat sketsa pergerakan arus
- 5) Menentukan tipe arus (terlawan atau terlindung)

Tabel 3. 1 Contoh Pola Pengaturan pada Pendekat

Tipe Pendekat	Keterangan	Contoh Pengaturan Pada Pendekat
Terlindung (Tipe P)	Arus berangkat tidak konflik dengan arus lalu lintas dari arah berlawanan	
Terlawan (Tipe O)	Arus berangkat konflik dengan arus lalu lintas dari arah berlawanan	

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan tahun 2023

- 6) Memasukan nilai rasio kendaraan berbelok tiap pendekat pada form SA-II
 - 7) Tiap pendekat terlawan (O) memasuki besak Q_{BKA} dari pendekat yang ditinjau dan Q_{BKA} dari pendekat yang terlawan.
- b. Menentukan lebar pendekat efektif (LE)
- Cara menentukan lebar pendekat efektif yaitu dengan berdasar 3 parameter yaitu pendekat awal (L), lebar masuk (L_m) dan lebar keluar (L_k).



Gambar 8. Penentuan Lebar Efektif

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan tahun 2023

Lebar efektif dihitung dengan :

- 1) Jika $LBIJT \geq 2$ m atau $LBJIT$ adalah lajur eksklusif

$$L.F = \text{Min} \left\{ \frac{L - LBKijT}{Lm} \right. \quad (3.6)$$

- 2) Jika $LBKIJT < 2$ m

$$LE = \text{Min} \left\{ \frac{L}{Lm + LBKijT}, \frac{L}{L \times (1 + RBKijT) - LBKijT} \right. \quad (3.7)$$

- c. Arus Jenuh

Arus jenuh dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$J = J0 \times FHS \times FUK \times FG \times FP \times Fbki \times Fbka \quad (3.8)$$

Keterangan :

Hambatan di pinggir jalan menyebabkan faktor $J0$, atau FHS . Fuk adalah faktor koreksi $J0$ yang berkaitan dengan ukuran kota. Karena kemiringan yang panjang dan pendek, FG adalah faktor penyesuaian $J0$. Dengan persamaan tersebut, FP adalah faktor koreksi $J0$ yang disebabkan oleh pemisahan antara mobil pertama yang diparkir dan garis berhenti di mulut jalan yang pendek:

$$Fp = \frac{Lp}{3} - \frac{(L - 2) \times \left(\frac{Lp}{L} \right) \times WH}{L} \quad (3.9)$$

Keterangan :

Lp Jarak antara garis henti ke kendaraan parkir pertama pada lajur belok kiri atau dari lajur belok kiri yang pendek (m).

L Lebar pendekat (m)

WH Waktu hijau pada pendekat (normalnya 27 detik)

$FBKI$ Faktor koreksi $J0$ akibat arus yang membelok ke kiri

$FBKA$ Faktor koreksi $J0$ akibat arus yang membelok ke kanan

1) Arus Jenuh Dasar

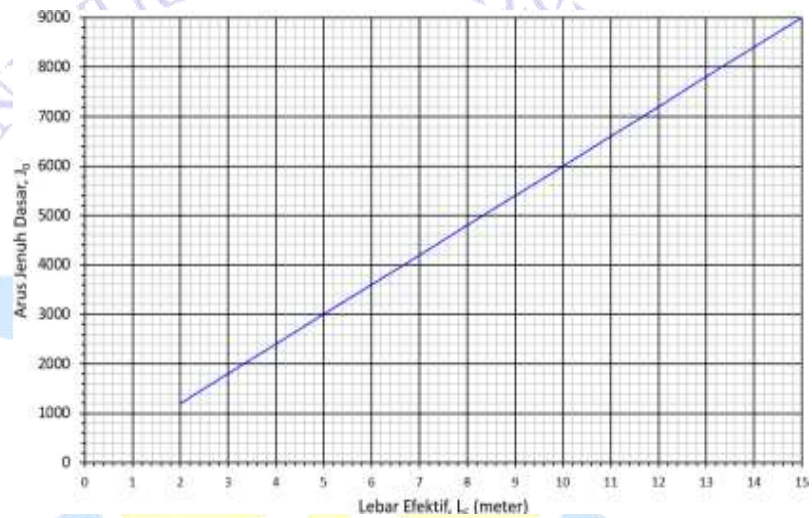
a) Terlindung

Untuk pendekat terlindung J_0 ditentukan oleh persamaan :

$$J_0 = 600 \times L_E \quad (3.10)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

di mana lebar pendekatan efektif yang ditentukan dilambangkan dengan L_E . Anda juga dapat menggunakan grafik berikut untuk menentukan arus saturasi dasar:



Gambar 9. Grafik Arus Jenuh Dasar

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

b) Terlawan

Arus jenuh yang disesuaikan (K)

$$J_1 + 2 = \frac{J_1 \times WH_1 + J_2 \times WH_2}{WH_1 + WH_2} \quad (3.11)$$

d. Faktor Koreksi Arus Jenuh Dasar

Selama waktu hijau, jumlah kendaraan terbanyak yang dapat melewati suatu titik singkat dikenal sebagai arus saturasi dasar. Ada enam variabel penyesuaian yang memengaruhi nilai arus saturasi dasar:

1) Faktor Koreksi Ukuran Kota

Tabel faktor penyesuaian ukuran kota akan memberikan informasi yang lebih spesifik tentang bagaimana aliran saturasi dasar suatu persimpangan dipengaruhi oleh ukuran populasi kota.

Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Jumlah Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Koreksi Ukuran Kota F_{UK}
>0,3	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5-1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

2) Faktor Koreksi Hambatan Samping

Kemampuan kendaraan untuk berbelok akan dipengaruhi oleh hambatan samping di persimpangan, karena percepatan atau perlambatan akan disesuaikan dengan kondisi sekitar.

Tabel 3. 3 Faktor Koreksi Hambatan Samping

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (KOM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	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

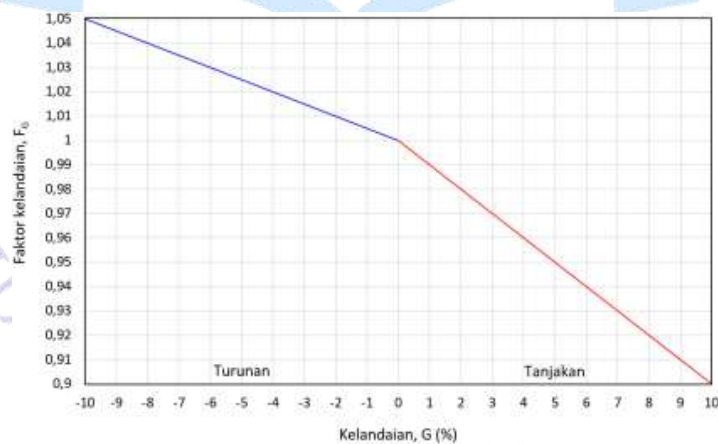
Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Permukiman (KIM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	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: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

3) Faktor Koreksi Kelandaian

Percepatan dan perlambatan kendaraan dipengaruhi oleh kemiringan hubungan pendek simpangan baku, yang kemudian dikoreksi untuk arus saturasi dasar pada grafik berikut:

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

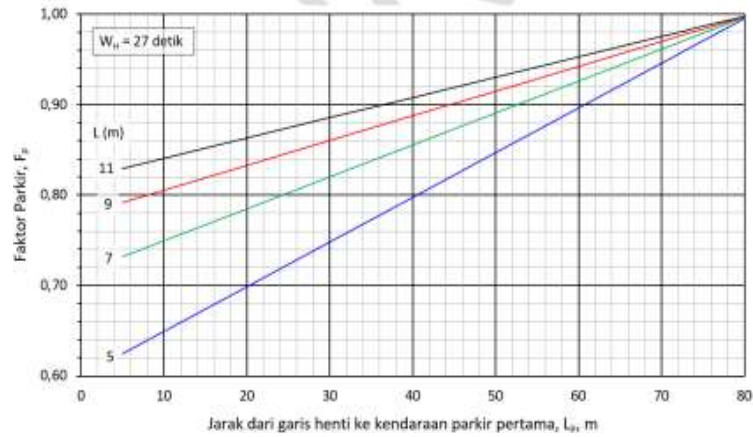


Gambar 9. Faktor Koreksi Kelandaian

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

4) Faktor Koreksi Gangguan Kendaraan Parkir

Grafik faktor koreksi parkir memberikan penjelasan berikut tentang bagaimana keadaan parkir mempengaruhi saturasi lalu lintas dasar di persimpangan lampu lalu lintas:



Gambar 10. Faktor Koreksi Parkir

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

5) Faktor Koreksi Lalu Lintas Belok Kanan (Pendekat P)

Faktor koreksi belok kanan (FBKA) ditentukan dengan persamaan:

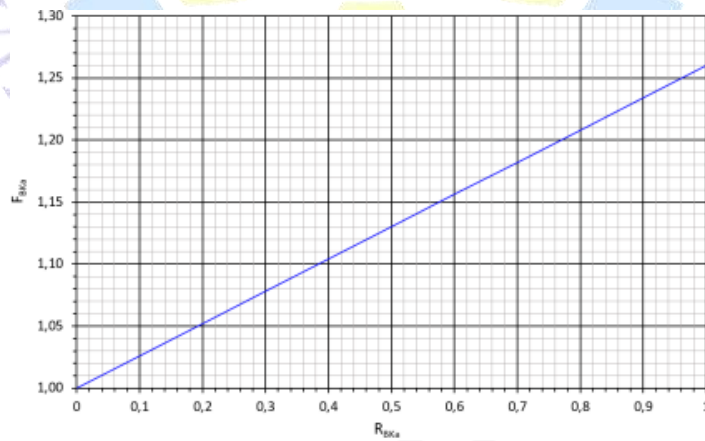
$$F_{BK\alpha} = 1,0 - R_{BK\alpha} \times 0,26 \quad (3.12)$$

Keterangan :

$F_{BK\alpha}$: Faktor koreksi arus belok kanan

$R_{BK\alpha}$: Rasio kendaraan belok kanan

Atau dapat juga dilihat nilainya pada gambar berikut :



Gambar 11. Faktor Koreksi Belok kanan

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

6) Koreksi Lalu Lintas Belok Kiri

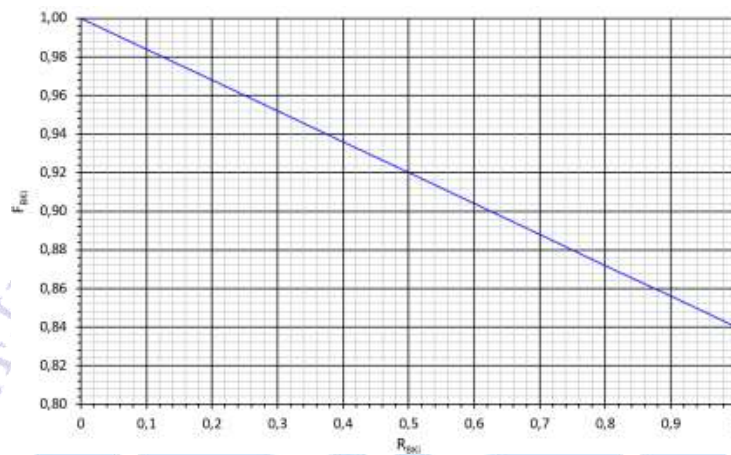
Persamaan ini dapat digunakan untuk menentukan faktor koreksi arus

belok kiri, yang mengkarakterisasikan dampak kendaraan yang berbelok kiri dari suatu pendekatan menuju arus jenuh dasar pendekatan tersebut:

$$F_{BK_i} = 1,0 - R_{BK_i} \times 0,16 \quad (3.13)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Selain persamaan, grafik berikut dapat digunakan untuk menentukan faktor koreksi arus belok kiri:



Gambar 12. Grafik Faktor Koreksi Belok Kiri

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

e. Rasio Arus Per Arus Jenuh

Dengan membandingkan arus yang mengalir melalui satu pendekatan dengan arus dari pendekatan tersebut, rasio arus per arus saturasi dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$R_{AS} = \sum_i (R_{q_j \text{ kritis}}) \quad (3.14)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Berikutnya, dapatkan Rasio Fase (RF) untuk setiap fase menggunakan rumus berikut setelah memperoleh rasio arus:

$$R_F = \frac{R_{q_j \text{ kritis}}}{R_{AS}} \quad (3.15)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

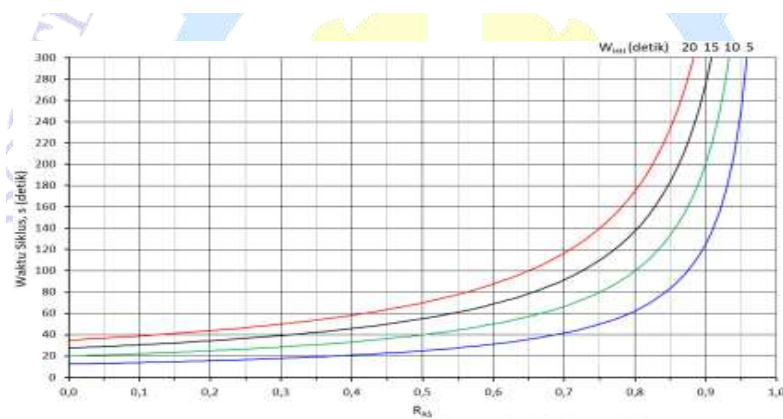
Menghitung waktu siklus sebelum dikoreksi (SBS) dengan persamaan:

$$s = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum R_{q / j_{kritis}})} \quad (3.16)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Keterangan :

- s : Waktu siklus dalam detik
- W_{HH} : Waktu hijau hilang (detik)
- $R_{q / I}$: rasio arus dibagi arus jenuh
- $R_{q / j_{kritis}}$: rasio arus dibagi arus jenuh tertinggi pada masing – masing fase
- $\sum R_{q / j_{kritis}}$: adalah rasio arus simpang pada siklus tersebut



Gambar 13. Grafik Waktu Siklus Terhadap Rasio Arus

Berikut merupakan tabel waktu siklus yang disarankan untuk :

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

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

- f. Menghitung Kapasitas
 Kapasitas tiap pendekat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$C = J \times \frac{WH}{s} \quad (3.17)$$

Keterangan :

C : kapasitas Simpang bersinyal

J : arus jenuh (smp/jam)

WH : waktu hijau total dalam satu siklus (detik)

s : waktu siklus (detik)

4. Formulir SA-V digunakan untuk menghitung D_j , PA, NKH, dan T.

Formulir SA-V digunakan untuk menentukan jumlah rata-rata kendaraan yang berhenti, panjang antrian, derajat kejenuhan, dan penundaan. Dan untuk langkah- langkahnya diuraikan sebagai berikut:

- a) Perhitungan Derajat Kejenuhan

$$D_j = \frac{q}{c} \quad (3.18)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Keterangan :

DJ : Derajat kejenuhan

q : arus kendaraan

c : kapasitas pendekat

- b) Menghitung Panjang Antrian

Jumlah mobil yang mengantri selama fase merah ($NQ2$) ditambahkan ke jumlah kendaraan dari periode hijau sebelumnya ($NQ1$) untuk menentukan panjang antrean.

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (3.19)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

- 1) Perhitungan jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

Jika $DJ \leq 0,5$ maka $Nq1 = 0$

Jika $DJ > 0,5$ maka

$$N_{Q1} = 0,25 \times c \times (Dj - 1)^2 + \sqrt{(Dj - 1)^2 + \frac{8 \times (Dj - 0,5)}{c}} \quad (3.20)$$

sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

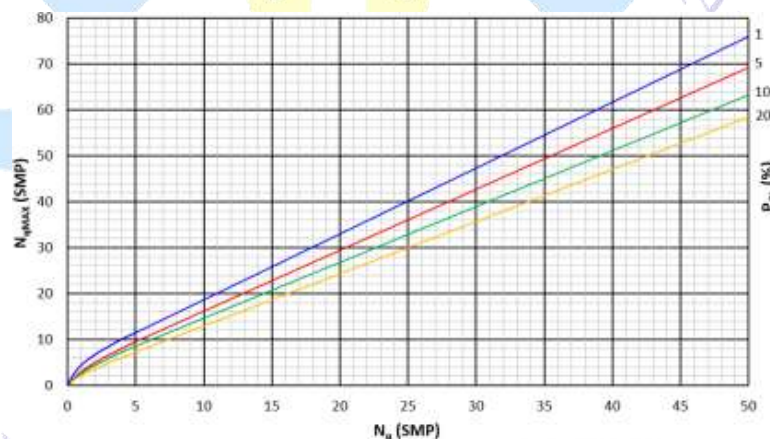
2) Perhitungan jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ2)

$$N_{Q2} = c \times \frac{(1-RH)}{(1-RH \times Dj)} \times \frac{Q}{360} \quad (3.21)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Sementara itu, grafik juga dapat digunakan untuk mengambil temuan untuk NQ1 dan NQ2.

POL ≤ 5% disarankan untuk perencanaan, namun nilai PoL 5%–10% masih sesuai untuk analisis operasional. Untuk menentukan probabilitas kelebihan beban PoL (%), gunakan gambar untuk menetapkan nilai Nqmax.



Gambar 14. Jumlah Antrian Maximum

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

$$P_A = N_Q \times \frac{20}{LM} \quad (3.22)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Jumlah Antrian Maksimum (N_{QMAX}), *skr*, Sesuai dengan peluang untuk Beban Lebih N_Q .

c) Menghitung Tundaan

Keterlambatan lalu lintas (TLL) dan keterlambatan geometri (TG) adalah dua kemungkinan penyebab keterlambatan di persimpangan

dengan lampu lalu lintas. Persamaannya adalah:

$$T_i = TLL_i + TGI \quad (3.23)$$

$$TLL = s \times \frac{0,5x(1 - RH)^2 Nq1 x 3600}{1 - RHX D j} \frac{c}{c} \quad (3.24)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Tundaan geometri rata-rata dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$TG = (1 - RKH) x PB X 6 + (RKH X 4) \quad (3.25)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Keterangan :

Persentase mobil yang berbelok saat mendekati jalan disebut PB. Kalikan rata-rata penundaan dengan arus lalu lintas (detik) untuk menentukan penundaan keseluruhan.

Gunakan rumus berikut untuk mendapatkan penundaan rata-rata persimpangan:

$$TI = \frac{\sum(qxT)}{q Total} \quad (3.26)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

d) Menghitung Kendaraan terhenti (NKH)

Rasio kendaraan henti dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$RKH = 0,9 x \frac{Nq}{qxs} x 3600 \quad (3.27)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

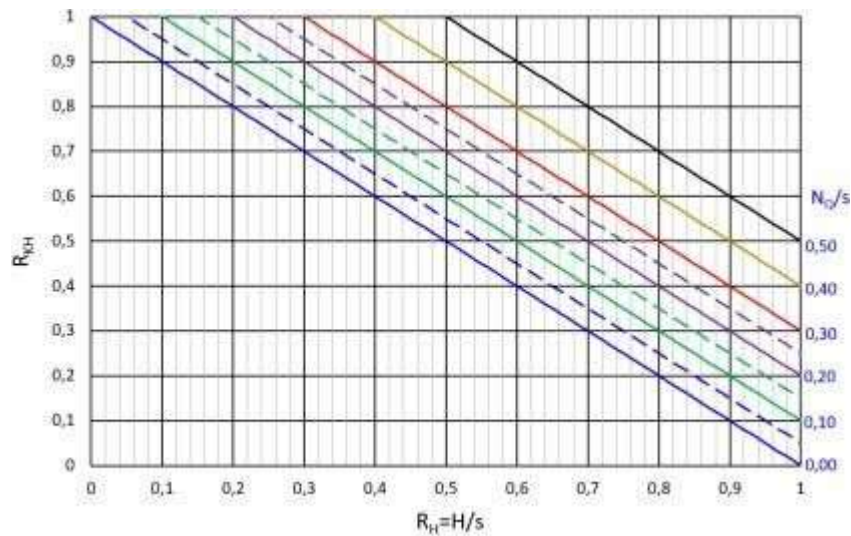
Keterangan :

Nq adalah jumlah rata-rata antrian kendaraan (SMP) pada awal isyarat hijau

S adalah waktu siklus dalam detik

Q adalah arus lalu lintas dari pendekat yang ditinjau dalam SMP/jam

Dapat dihitung menggunakan grafik penentuan rasio kendaraan berhenti berikut.



Gambar 15. Rasio Kendaraan Terhenti

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Untuk kendaraan berhenti dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$NKH = q \times RKH \quad (3.28)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Rasio rata-rata kendaraan berhenti untuk seluruh simpang menggunakan persamaan berikut :

$$RKH \text{ Total} = \frac{(\sum NKH)}{q \text{ Total}} \quad (3.28)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

3.5 Level Of Service (LOS)

Level of Service (LOS) adalah metrik yang digunakan untuk mengkarakterisasi kualitas kondisi lalu lintas, dengan mempertimbangkan sejumlah variabel seperti kecepatan kendaraan dan waktu tempuh, kemacetan lalu lintas, kemampuan manuver, tingkat keselamatan, kenyamanan berkendara, dan biaya operasional. Ketika jumlah layanan harus kurang dari kapasitas jalan yang tersedia, LOS digunakan sebagai indikasi untuk mengevaluasi kualitas situasi lalu lintas.

Tabel 3. 4 Level Of Service (LOS)

Tingkat pelayanan	Tundaan (det/skr)	Keterangan
A	<5	Baik Sekali
B	5,1 - 15	Baik
C	15,1 - 25	Sedang
D	25,1 - 40	Kurang
E	40,1 - 60	Buruk
F	>60	Buruk Sekali

Sumber : PM Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015

3.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah studi-studi atau riset-riset yang telah dilakukan sebelumnya di bidang atau topik tertentu yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Penelitian terdahulu biasanya menjadi dasar atau landasan teoretis bagi penelitian baru karena memberikan gambaran tentang hasil-hasil, temuan, atau metode yang telah diuji serta memberikan wawasan mengenai kekuatan dan kelemahan penelitian sebelumnya.

Tabel 3. 5 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti (Tahun)	Judul	Persamaan	Perbedaan
1.	(Ramzy et al., 2024)	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal di Kota Malang Menggunakan PKJI 2023 (Studi Kasus: Simpang Dieng Malang)	- Analisis simpang bersinyal dan menggunakan metode PKJI 2023	-Lokasi penelitian berbeda

No	Nama Peneliti (Tahun)	Judul	Persamaan	Perbedaan
2.	Pratomo et al., 2022	Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Pada Persimpangan Jalan Tanjung - Jalan Aryo Blitar - Jalan Bengawan Solo	Analisis dan evaluasi kinerja simpang 4 bersinyal	Lokasi penelitian berbeda
3	(Juwita et al., 2024)	Studi Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal pada Ruas Jalan Sultan Agung – Jalan Ki Maja dengan Metode PKJI 2023	Analisis simpang bersinyal dan menggunakan metode PKJI 2023	Lokasi penelitian berbeda
4	Nasmirayanti, (2019)	Perencanaan ulang pengaturan fase alat pengatur lalu lintas pada persimpangan bersinyal di persimpangan Jl Jend. Sudirman – kis mangun sarkoro	Analisis kinerja simpang bersinyal dengan memberi usulan pengaturan perencanaan ulang fase APILL.	Lokasi penelitian berbeda penelitian terdahulu dilakukan di Kota Padang
5	(Riza et al., 2025)	Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal RSUD dr. R. Soedarsono Kota Pasuruan Terhadap Tundaan dan Panjang Antrian	Analisis simpang bersinyal dan menentukan tingkat pelayanan	Penelitian terdahulu menggunakan metode MKJI 1997 sedangkan penelitian ini menggunakan PKJI 2023