

Turnitin

by Turnitin

Submission date: 29-Jul-2025 05:13AM (UTC+0300)

Submission ID: 2722179701

File name: AaRNTIodIEcn0d5FVdTC.pdf (1.96M)

Word count: 38227

Character count: 132412

**ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL DALAM
UPAYA PENINGKATAN KELANCARAN LALU LINTAS
¹
DI KOTA MADIUN
(STUDI KASUS : SIMPANG SETIABUDI – KLEGEN)**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN ^{OLEH} :

KRISNA WAHYU WIDAYAT

2203010

**¹³
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 4 003



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

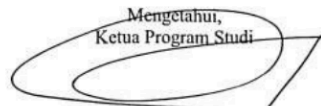


A.A. Bagus Oka Kartisna Surva, S.T, M.T.
NIP. 19900513 201902 1 002



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 4 003

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 - Klegan)" 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
ABSTRACT	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 Tundan 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 – Klegén	6
Gambar 3. Tampak Atas Simpang Setia Budi – Klegén	7
Gambar 4. Visualisasi Pendekat Utara Simpang Setiabudi – Klegén	8
Gambar 5. Visualisasi Pendekat Selatan Simpang Setiabudi - Klegén	8
Gambar 6. Visualisasi Pendekat Utara Simpang Setiabudi – Klegén	9
Gambar 7. Visualisasi Pendekat Barat Simpang Setiabudi - Klegén	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 - Klegén	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 – Klegan Intersection)***

By:

Krisna Wahyu Widayat

220310

Setiabudi–Klegan 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 khusus nya 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 – Klegan)” 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 – klegan adalah sebagai berikut :

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

1.3 Tujuan Penelitian

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

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

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 Klegan.

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 - Klegan
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 terlindung. Berikut ini tampak atas Simpang Setia Budi – Klegen :



Gambar 3. Tampak Atas Simpang Setia Budi – Klegen

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 (JI 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 (MRL) 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 MRL diselenggarakan untuk menyediakan sistem lalu lintas dan kondisi jalan yang aman, tertib, dan lancar. Secara umum, tujuan dari pelaksanaan MRL 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 MRL terdapat 3 poin pokok yang harus diperhatikan sebagai dasar pelaksanaan MRL 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 MRL 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 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 formulir kerja, yaitu :

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

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

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

Dalam pengisian formulir 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 (RKBa), dan rasio kendaraan tidak bermotor (RKTb).

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

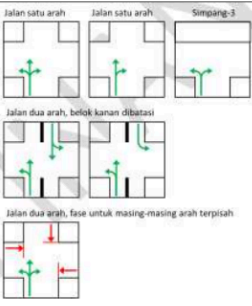
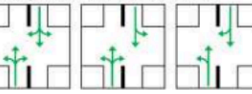
$$RKBa = \frac{qBKa}{qBKi} \quad (3.2)$$

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

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

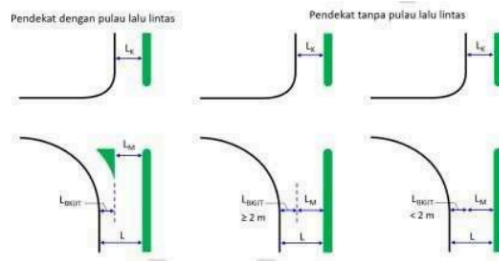
Tabel 3. 1 Contoh Pola Pengaturan pada Pendekat

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 (Lm) dan lebar keluar (Lk).



Gambar 8. Penentuan Lebar Efektif

Sumber : Pedoman Kapasitas Jalan tahun 2023

Lebar efektif dihitung dengan :

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

$$L_e = \min \left\{ \begin{array}{l} L \\ L_m - LBKijT \end{array} \right. \quad (3.6)$$

- 2) Jika $LBIJT < 2$ m

$$L_e = \min \left\{ \begin{array}{l} L \\ L_m + LBKijT \\ L \times (1 + RBKijT) - LBKijT \end{array} \right. \quad (3.7)$$

c. Arus Jenuh

Arus jenuh dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$J = J_0 \times FHS \times FUK \times FG \times FP \times Fbki \times Fbka \quad (3.8)$$

Keterangan :

Hambatan di pinggir jalan menyebabkan faktor J_0 , atau FHS. FUK adalah faktor koreksi J_0 yang berkaitan dengan ukuran kota. Karena kemiringan yang panjang dan pendek, FG adalah faktor penyesuaian J_0 . Dengan persamaan tersebut, FP adalah faktor koreksi J_0 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 J_0 akibat arus yang membelok ke kiri

FBKA Faktor koreksi J_0 akibat arus yang membelok ke kanan

1) **Arus Jenuh Dasar**

a) **Terlindung**

Untuk pendekatan 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:

25

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

2

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	≥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

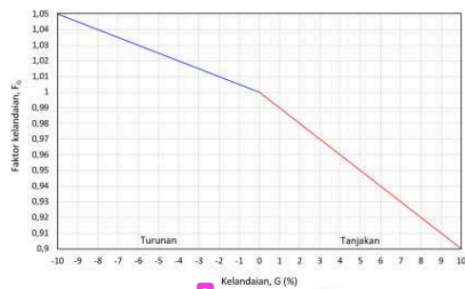
Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Permukiman (KIM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87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

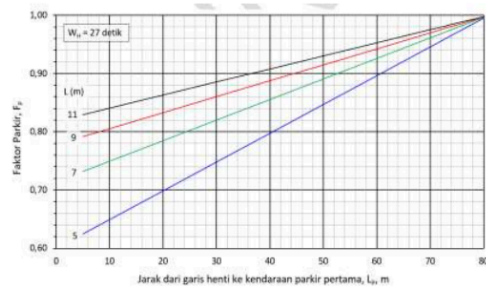


Gambar 9. Faktor Koreksi Kelandaian

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:

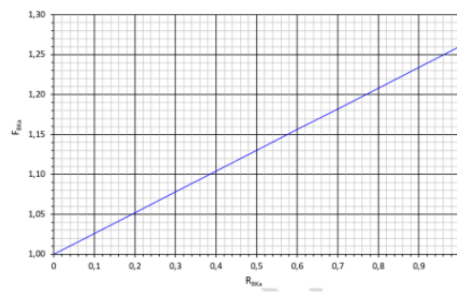
$$F_{BK\alpha} = 1,0 - R_{BK\alpha} \times 0,26 \quad (3.12)$$

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

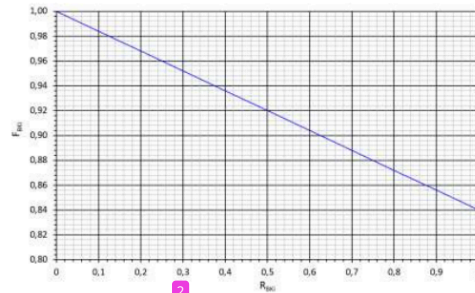
Persamaan ini dapat digunakan untuk menentukan faktor koreksi arus

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

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

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:

$$R_{AS} = \sum_i (R_{q\ kritisi}) \quad (3.14)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

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

$$R_F = \frac{R_{q / j\ kritisi}}{R_{AS}} \quad (3.15)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

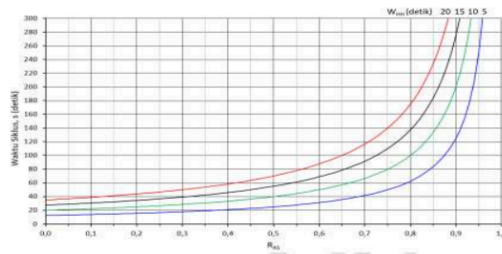
2 Menghitung waktu siklus sebelum dikoreksi (SBS) dengan persamaan:

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

2 Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

Keterangan :

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



2 Gambar 13. Grafik Waktu Siklus Terhadap Rasio Arus

Berikut merupakan tabel waktu siklus yang disarankan untuk :

2 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 Dj, 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

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

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

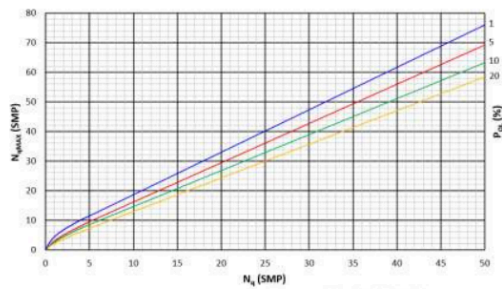
2) Perhitungan jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ2)

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

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

$$P = N \times \frac{Q}{A} \times \frac{ZU}{LM} \quad (3.22)$$

Sumber: Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023

24 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:

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

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

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:

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

94

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

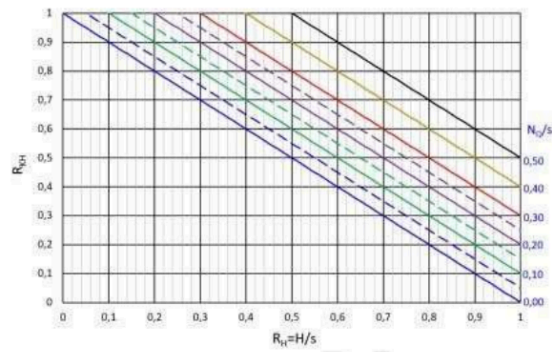
Keterangan :

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: ¹⁷ 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

⁶⁷ 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 ³ kecepatan kendaraan dan waktu tempuh, kemacetan lalu lintas, kemampuan ³ 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.

21
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.

2
Tabel 3. 5 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti (Tahun)	Judul	Persamaan	Perbedaan
1.	Samzy 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.	11 Ratomo 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)	12 di 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	13 Smirayanti, (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)	10 Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal RSUD dr. R. Soedarsono Kota Pasuruan Terhadap Tundaan dan Panjang Antrian	Analisis simpang bersinyal dan menentukan tingkat pelayanan	63 Penelitian terdahulu menggunakan metode MKJI 1997 sedangkan penelitian ini menggunakan PKJI 2023

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah yang sangat krusial dalam penelitian karena menjadi dasar untuk analisis yang akan dilakukan. Data yang diperoleh menjadi pondasi bagi seluruh analisis dalam penelitian ini. Baik data primer maupun sekunder diperlukan untuk penelitian ini guna mengumpulkan sejumlah penelitian yang berkaitan dengan subjek yang sedang diselidiki, serta saling melengkapi dalam proses tersebut.

Data primer memberikan informasi langsung dari sumber pertama, sedangkan data sekunder memberikan konteks dan informasi tambahan dari sumber yang sudah ada. Kombinasi kedua jenis data ini memungkinkan analisis yang lebih mendalam dan menyeluruh mengenai objek penelitian. Setelah data terkumpul, metode ilmiah akan diterapkan untuk menginterpretasikan data guna menghasilkan penemuan-penemuan yang bermanfaat di masa mendatang. Berikut ini adalah metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Data Primer

Data primer diperoleh langsung dari survei yang dilakukan di lokasi penelitian. Tujuan survei adalah untuk mengumpulkan informasi tentang keadaan di lokasi penelitian. Informasi utama yang diperlukan adalah sebagai berikut:

a. Data Geometri Simpang

Data geometrik simpang diperoleh melalui survei inventarisasi simpang. Survei ini dilakukan untuk mengukur lebar pendekatan efektif (W_e) di setiap pendekatan, lebar jalur masuk dan keluar pada masing-masing pendekatan, lebar bahu jalan, lebar median, lebar trotoar, serta radius simpang, yang kemudian digunakan untuk menghitung kapasitas simpang tersebut.

b. Data Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas pada simpang diperoleh dengan melakukan survei *Classified Turning Movement Counting* (CTMC) pada persimpangan. Survei CTMC dilakukan pada 1 hari normal selama 24 jam melalui merekam cctv kota madiun pada simpang setiabudi - klegen. Survei

dilaksanakan pada hari Rabu, 02 Juli 2025 mulai pukul 00.00 sampai dengan 23.59 WIB.

2. Data Sekunder

Perolehan data sekunder dilakukan dengan permohonan data pada instansi terkait dengan mengajukan surat permintaan data dan mengirimkan langsung kepada instansi tersebut. Berikut data sekunder yang dibutuhkan :

a. Badan Pusat Statistik

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Madiun, diketahui bahwa jumlah penduduk Kota Madiun pada tahun 2024 mencapai 201.733 jiwa yang tersebar pada 27 Kelurahan di Kota Madiun.

b. Dinas Perhubungan Kota Madiun

Pada Dinas Perhubungan Kota Madiun diperoleh data pengoperasian APILL, berupa :

1) Waktu Siklus Total

Dalam satu siklus APILL, total waktu siklus adalah jumlah waktu antara semua periode waktu merah, hijau, dan kuning.

2) Waktu Interval Hijau

Waktu interval hijau yang dimaksud berupa waktu ketika sinyal hijau menyala

3) Waktu Interval Kuning

Waktu interval kuning yang dimaksud berupa waktu selama sinyal kuning menyala

4) Jumlah Fase

Jumlah komponen siklus sinyal dengan lampu hijau yang tersedia untuk kombinasi tertentu dikenal sebagai jumlah fase.

c. Literatur Penunjang Penelitian

Literatur yang digunakan meliputi jurnal penelitian, dokumen pemerintah, laporan studi lalu lintas, dan artikel dari situs web resmi yang relevan. Gagasan yang berkaitan dengan karakteristik lalu lintas di persimpangan dan ruas jalan lebih dipahami berkat sumber-sumber ini.

4.2 Metode Analisis Data

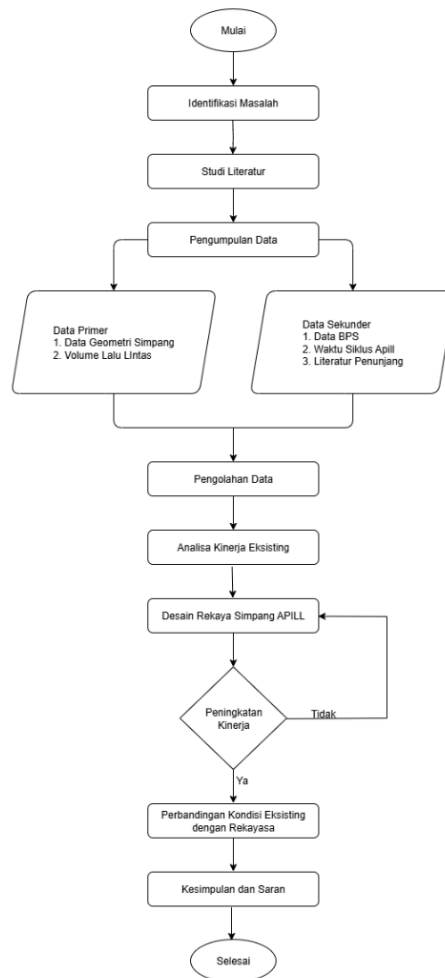
Teknik PKJI 2023⁶⁴ merupakan metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini. Pendekatan ini diterapkan untuk menghitung kinerja simpang bersinyal yang ada saat ini, serta digunakan untuk menganalisis kondisi usulan guna mengoptimalkan simpang, yang diharapkan dapat meningkatkan kinerja simpang tersebut.

4.2.1 Analisa Kinerja Simpang APILL

Pengukuran kinerja dalam penelitian ini berfokus pada perbandingan antara volume kendaraan terhadap kapasitas (derajat kejenuhan), kapasitas, tundaan lalu lintas, dan panjang antrian, serta pengaturan waktu siklus sesuai dengan PKJI 2023. Kelima parameter ini digunakan untuk menilai tingkat pelayanan (level of service)⁶³ yang menggambarkan kualitas lalu lintas pada simpang Setiabudi – Klegen.

4.3 Bagan Alir Penelitian

Berikut ini merupakan bagan alur penelitian yang dilakukan.



3 4.3.1 Identifikasi Masalah

Penelitian dimulai dengan identifikasi masalah pada Simpang Setiabudi – Klegan Kota Madiun, seperti ditemukannya adanya panjang antrian kendaraan sertanya adanya waktu tundaan yang tinggi terutama pada jam sibuk pagi, siang maupun malam. Sehingga perlu adaya dilakukan analisis terhadap kinerja simpang bersinyal untuk mengetahui bagaimana sistem sinyal saat ini sudah optimal atau perlu adanya penyesuaian.

4 4.3.2 Studi Literatur

Mengkaji teori-teori, pedoman, dan penelitian terdahulu yang relevan. Sumber literatur termasuk Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, jurnal ilmiah, laporan studi lalu lintas, dan dokumen pemerintah. Studi literatur ini bertujuan untuk memberikan kerangka teoritis dan metodologis yang kuat dalam menganalisis kinerja simpang bersinyal.

5 4.3.3 Pengumpulan Data

Dibutuhkan data – data sebagai penunjang penelitian sebagai berikut :¹⁹

1. Data Primer

Data primer meliputi :

a) Data Geometri Simpang

Digunakan untuk mengetahui kondisi fisik simpang secara detail, seperti lebar pendekat, jalur masuk dan keluar, lebar bahu, median, trotoar, dan radius belokan. Data ini berfungsi untuk menghitung kapasitas simpang, arus jenuh, dan menentukan lebar efektif pada setiap pendekat sesuai metode PKJI 2023.

b) Volume Lalu Lintas (CTMC)

Untuk menghitung semua jumlah kendaraan yang melintasi suatu simpang berdasarkan jenis kendaraan dan arah pergerakannya, seperti belok kiri, lurus, atau belok kanan. Data ini sangat berguna untuk menganalisis kinerja simpang, seperti menghitung kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, serta panjang antrian kendaraan.

2. Data Sekunder

Data Sekunder meliputi :

a) Badan Pusat Statistik

Untuk memberikan informasi tentang jumlah penduduk dan kondisi demografis Kota Madiun. Data BPS memberikan informasi mengenai

jumlah dan pertumbuhan penduduk, termasuk proporsi penduduk usia produktif yang secara langsung berpengaruh terhadap tingkat mobilitas masyarakat. Semakin tinggi jumlah penduduk, khususnya pada kelompok usia kerja, maka semakin besar pula potensi aktivitas perjalanan yang memanfaatkan simpang-simpang utama kota, termasuk Simpang Setiabudi – Klegen. ³ Data jumlah penduduk dari BPS digunakan untuk menentukan klasifikasi ukuran kota, yang selanjutnya memengaruhi nilai faktor koreksi arus jenuh dalam perhitungan kapasitas simpang.

b) Waktu Siklus Total

Informasi yang diperoleh dari data ini mencakup waktu hijau, waktu kuning, waktu merah, serta jumlah fase sinyal dalam satu siklus. Data tersebut digunakan untuk mengetahui kondisi pengaturan sinyal lalu lintas eksisting di Simpang Setiabudi – Klegen, apakah sudah sesuai dengan karakteristik arus lalu lintas pada setiap pendekatan atau belum. Selain itu, waktu siklus sangat diperlukan dalam perhitungan parameter kinerja simpang seperti derajat kejenuhan (Dj), panjang antrian kendaraan, dan tundaan lalu lintas.

c) Literatur Penunjang

Dalam menganalisis kinerja Simpang Setiabudi–Klegen, literatur penunjang digunakan sebagai dasar untuk memahami konsep, metode, serta parameter yang relevan dalam evaluasi simpang bersinyal. Literatur tersebut mencakup teori-teori dasar tentang rekayasa lalu lintas, pedoman teknis seperti ⁹⁸ Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, serta peraturan terkait, seperti ¹ Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang pedoman manajemen dan rekayasa lalu lintas.

²⁷ 4.3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan setelah seluruh data primer dan sekunder terkumpul melalui kegiatan survei lapangan. ⁴¹ Data primer yang diperoleh mencakup geometri simpang, volume lalu lintas, panjang antrian, dan tundaan pada masing-masing pendekatan simpang. Pengolahan dimulai dengan menghitung dan mengklasifikasikan volume arus lalu lintas berdasarkan jenis kendaraan (kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, dan kendaraan tidak bermotor) serta arah pergerakan kendaraan (belok kiri, lurus, dan belok kanan).

⁴ Setiap jenis kendaraan kemudian dikonversi ke dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) untuk menyamakan nilai kontribusinya terhadap kapasitas jalan, sesuai dengan pedoman PKJI 2023.

4.3.5 Analisis Kondisi Eksisting

Data yang telah diklasifikasikan kemudian dimasukkan ke dalam formulir analisis simpang bersinyal berdasarkan PKJI 2023, yaitu Form SA-I hingga SA-V. Formulir tersebut mencakup perhitungan kapasitas, arus jenuh, ²⁴derajat kejenuhan (Dj), tundaan rata-rata, panjang antrian maksimum, serta rasio kendaraan terhenti. Data waktu siklus sinyal dari APILL digunakan untuk melengkapi informasi per fase dalam analisis ini.

Hasil dari seluruh perhitungan tersebut kemudian dirangkum dalam bentuk rekapitulasi kinerja simpang, yang menggambarkan kondisi masing-masing pendekatan berdasarkan indikator utama yaitu tundaan, panjang antrian, dan ⁵derajat kejenuhan. Ketiga indikator ini menjadi dasar untuk menentukan tingkat pelayanan simpang (Level of Service/LOS) sesuai klasifikasi dalam PKJI 2023. Melalui rekapitulasi ini dapat diketahui apakah kinerja simpang sudah berada dalam kategori optimal, perlu penyesuaian waktu siklus, atau bahkan memerlukan perbaikan dan rekayasa lalu lintas lanjutan.

4.3.6 Desain Rekayasa Simpang APILL

Dengan mengacu PKJI 2023, setelah kondisi eksisting diketahui selanjutnya melakukan desain rekayasa simpang selanjutnya dengan cara diperoleh pembagian plan baru yang disesuaikan dengan fluktuasi ³volume lalu lintas. Dalam perencanaan plan ini, dilakukan pengelompokan volume lalu lintas berdasarkan pola fluktuasi yang terjadi, sehingga setiap kelompok volume lalu lintas dapat dimasukkan ke dalam satu plan tertentu. Tujuan dari pengelompokan ini adalah untuk memberikan penanganan yang lebih tepat dan efisien, guna meningkatkan kinerja lalu lintas pada Simpang Setiabudi – Klegan. Dilakukan kembali perhitungan menggunakan formulir SA-I hingga SA-V untuk mengetahui perubahan kinerja simpang. Optimalisasi yang diterapkan mencakup penyesuaian waktu siklus sinyal, waktu hijau efektif per fase, serta pengaturan ulang fase prioritas sesuai arah dominan pada masing-masing plan.

4.3.7 Peningkatan Kinerja dengan PKJI 2023

Setelah dilakukan optimalisasi terhadap pembagian plan sinyal berdasarkan hasil analisis fluktuasi volume lalu lintas, Optimalisasi yang diterapkan mencakup

penyesuaian waktu siklus sinyal, waktu hijau efektif per fase. Hasil analisis pasca-optimalisasi menunjukkan adanya perbaikan signifikan pada beberapa indikator kinerja utama. Nilai derajat kejenuhan (Dj) pada setiap pendekat mengalami penurunan, yang mengindikasikan bahwa volume lalu lintas yang melewati simpang lebih seimbang terhadap kapasitas yang tersedia. Selain itu, tundaan rata-rata per kendaraan juga berkurang, yang berarti waktu tunggu di simpang menjadi lebih singkat dan efisien.

Peningkatan kinerja ini juga terlihat dari penurunan panjang antrian maksimum pada beberapa pendekat yang sebelumnya mengalami kepadatan tinggi. Dari hasil evaluasi tingkat pelayanan (Level of Service/LOS), simpang yang sebelumnya berada pada tingkat pelayanan F kini meningkat menjadi E. Hal ini membuktikan bahwa pengaturan plan yang disesuaikan dengan pola volume lalu lintas harian memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional simpang.

4.3.8 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Rekayasa

Pemilihan dari beberapa rencana berdasarkan PKJI 2023 yang sebelumnya sudah dianalisis. Setiap rencana dibandingkan berdasarkan hasil kerjanya, seperti derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan kendaraan. Rencana yang menunjukkan hasil paling baik misalnya dengan nilai derajat kejenuhan paling rendah, antrian tidak terlalu panjang, dan waktu tundaan yang lebih singkat akan dipilih sebagai rencana terbaik. Selain itu, pemilihan juga mempertimbangkan kondisi nyata di lapangan, apakah rencana tersebut mudah diterapkan dan benar-benar bisa mengurangi kemacetan di simpang yang dikaji. Hasil dari tahap ini akan menjadi dasar dalam memberikan rekomendasi rencana pengaturan lalu lintas yang paling sesuai dan efektif untuk diterapkan, khususnya pada Simpang Setiabudi – Klegan.

4.3.9 Kesimpulan dan Saran

Untuk kesimpulan dalam penelitian ini adalah untuk merangkum hasil analisis kinerja Simpang Setiabudi – Klegan secara menyeluruh dan menilai efektivitas pengaturan sinyal lalu lintas sebelum dan sesudah dilakukan optimalisasi. Kesimpulan ini berperan dalam menunjukkan bahwa penerapan metode PKJI 2023 mampu memperbaiki indikator kinerja utama seperti derajat kejenuhan, tundaan, dan panjang antrean, sehingga menghasilkan peningkatan tingkat pelayanan simpang. Kesimpulan juga menjadi dasar penetapan desain

sinyal lalu lintas yang paling optimal untuk diterapkan. Fungsi saran dalam penelitian ini adalah memberikan arahan tindak lanjut yang dapat dilakukan oleh instansi terkait guna meningkatkan kinerja simpang secara berkelanjutan.

4.4 Timeline Kegiatan

Tabel 4. 1 Timeline Kegiatan

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

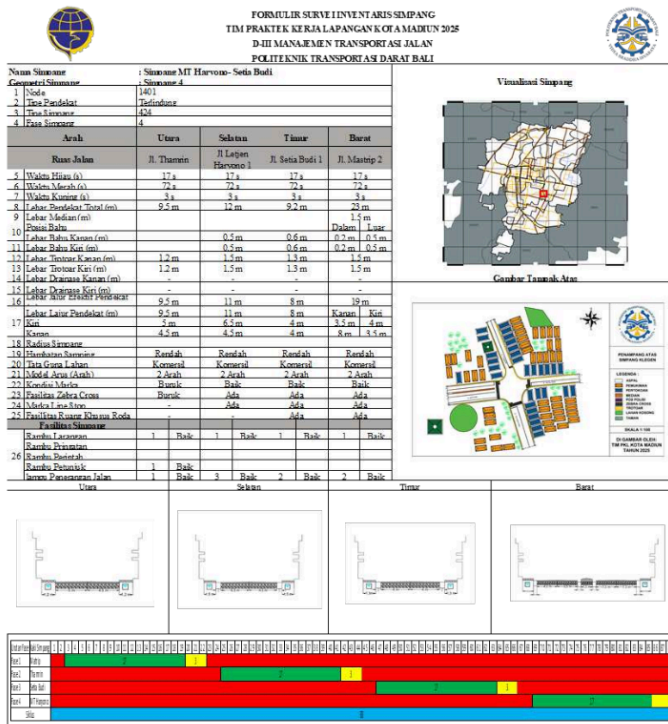
4
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kinerja Eksisting

5.1.1 Data Geometri Simpang

Simpang Setiabudi – Klegan merupakan simpang bersinyal dengan 4 kaki simpang atau pendekat. Dalam Pengendaliannya, Simpang Setiabudi – Klegan hanya memilih satu plan harian yang sudah disiapkan oleh pihak Dinas Perhubungan Kota Madiun dalam satu hari. Pada penelitian ini dilakukan pengklasifikasian volume untuk membuat suatu plan pengoperasian fase APILL pada Simpang Setiabudi – Klegan. Berikut merupakan data survei inventaris simpang setiabudi – klegan.



Gambar 16. Data Inventaris Simpang Setiabudi - Klegan

Berikut merupakan rekap hasil inventarisasi Simpang Setiabudi – Klegen.

Tabel 5. 1 Rekap Hasil Inventarisasi Simpang

Inventaris	UTARA	SELATAN	TIMUR	BARAT
Tipe Jalan	2/2 TT	2/2 TT	2/2 TT	4/2 TT
Tipe Pendekat	Terlindung	Terlindung	Terlindung	Terlindung
Lebar Total	10 m	13,7 m	10,2 m	18,5 m
Lebar Efektif	5 m	7 m	4 m	7,5 m
Hambatan Samping	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Tipe Lingkungan Jalan	Komersial	Komersial	Komersial	Komersial
Jumlah Penduduk	201.733			

Sumber : Analisis Tim PKL Kota Madiun 2025

Berdasarkan tabel diatas, rekap hasil inventarisasi simpang. Untuk tipe pendekat simpang sebelah Utara, Timur, Barat, dan Selatan memiliki tipe terlindung, dikarenakan tipe fase yang dimiliki Simpang Setiabudi - Klegen adalah 4 fase dan total waktu siklus yaitu 88 detik.

5.1.2 Data Volume Lalu Lintas

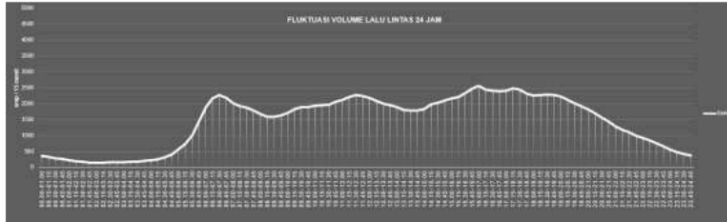
Data volume lalu lintas simpang didapatkan berdasarkan hasil survey classified turning movement counting (CTMC) atau Gerakan membelok terklasifikasi. Survei dilaksanakan selama 24 jam mulai pukul 00.00 sampai dengan 23.59 WIB. Data volume simpang akan digunakan untuk mencari kinerja simpang dengan cara mengklasifikasikan volume lalu lintas simpang. Pada Simpang Setiabudi – Klegen memiliki nilai emp yaitu :

Tabel 5. 2 Tabel emp

Jenis Kendaraan	EMP untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
MP	1,00	1,00
KS	1,30	1,30
SM	0,15	0,40

Sumber : PKJI 2023

Simpang Setiabudi - Klegen merupakan tipe simpang terlindung sehingga untuk EMP dipilih dengan tipe pendekat terlindung yaitu untuk $MP = 1$; $KS = 1,30$; dan $SM = 0,15$. Sehingga didapatkan fluktuasi Simpang Setiabudi – Klegen digunakan sebagai dasar evaluasi dan penentuan plan guna melakukan peningkatan kinerja simpang. Survei dilaksanakan pada hari Rabu dari jam 00.00-23.59 WIB, dimana kondisi arus hari tersebut dalam kondisi normal. Berikut merupakan fluktuasi volume simpang selama 24 jam.



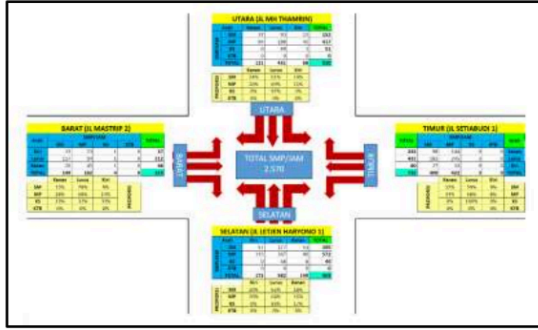
Gambar 17. Fluktuasi Volume Lalulintas 24 jam

Sumber: Hasil Analisis 2025

80 Berdasarkan data volume lalu lintas selama 24 jam yang telah didapatkan di Simpang Setiabudi – Klegen, diketahui bahwa penerapan pengaturan lampu lalu lintas pada simpang tersebut saat ini hanya menggunakan satu rencana waktu (plan) harian yang bersifat statis. Hal ini berarti sistem sinyal lalu lintas tidak mengalami perubahan atau penyesuaian terhadap variasi volume kendaraan pada waktu-waktu tertentu, seperti jam sibuk pagi, siang, atau sore hari. Dan didapatkan bahwa data jam sibuk pada sore hari pada rentan waktu pada pukul 16.00 – 17.00 WIB.

5.1.3 Diagram Flow

Simpang Diagram flow simpang merupakan hasil survei Classified Turning Movement Counting (CTMC) pada setiap jam puncak. Berdasarkan fluktuasi volume simpang selama 24 jam. Pengambilan sampel untuk melakukan perhitungan kinerja simpang dilakukan dengan mengambil volume tertinggi. Berikut merupakan diagram arus lalu lintas di persimpangan selama 1 jam volume tertinggi selama 24 jam pada pukul 16.00 – 17.00 WIB. Berikut ini merupakan diagram flow simpang pada jam puncak sore :



Gambar 18. Diagram Arus Simpang pada jam puncak

Sumber: Hasil Analisis 2025

5.1.4 Proporsi Kendaraan

Dari data volume lalu lintas simpang selama 24 jam, maka didapatkan proporsi kendaraan yang melalui Simpang Setiabudi – Klegen. Untuk pengklasifikasian mobil penumpang terdiri dari mobil pribadi, MPU, pickup, truck kecil. Dan pengklasifikasian kendaraan sedang terdiri atas bus sedang, truck sedang, bus besar dan truck besar.

Tabel 5. 3 Komposisi Kendaraan

PROPORSI KENDARAAN		
JENIS KENDARAAN	JUMLAH KENDARAAN	PRESENTASE
Sepeda Motor	79028	77.6%
Mobil	19457	19.1%
MPU	34	0.03%
Bus Kecil	21	0.02%
Pick Up	1200	1.2%
Truk Kecil	619	0.6%
Bus Sedang	156	0.2%
Truk Sedang	772	0.8%
Bus Besar	301	0.3%
Truk Besar	284	0.3%
Truk Gandeng/Tempelan	5	0.0%
Pejalan Kaki	0	0.0%
Sepeda	0	0.0%
Becak	0	0.0%
JUMLAH	101877	100%

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa komposisi kendaraan yang melintas pada simpang setiabudi – klegen didominasi oleh sepeda motor dengan presentase 77,6%, dan kemudian pada urutan tertinggi kedua adalah mobil dengan presentase sebesar 19,1%.



Gambar 19. Proporsi Kendaraan pada Pendekat Utara

Sumber: Hasil Analisis 2025

5.2 Analisis Kondisi Eksisting dengan PKJI 2023

Setelah seluruh data diperoleh, maka data dapat dilanjutkan ke tahap analisis kinerja eksisting. Analisis kondisi eksisting dilakukan pada 1 jam puncak tertinggi selama 24 jam. Perhitungan dilakukan dengan berpedoman terhadap PKJI 2023. Berikut merupakan hasil analisis eksisting pada Simpang Setiabudi – Klegen.

5.2.1 Rasio Kendaraan Berbelok

Pada hasil penelitian didapatkan rasio kendaraan berbelok pada masing masing pendekat. Jumlah kendaraan yang bergerak lurus dan melakukan Gerakan membelok nantinya akan berfungsi untuk menentukan perencanaan pengaturan sinyal. Tipe pendekat Simpang Setiabudi - Klegen memiliki pendekat dengan tipe terlindung (P). Berikut merupakan rekapitulasi rasio kendaraan berbelok pada Simpang Setiabudi - Klegen.

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Rasio Kendaraan Berbelok

Kode Pendekat	5 Hijau dalam Fase	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)	
			Rbkijt	Rbki	Rbka	Arah Diri	Arah Lawan
						Qbka	Q RTO
16.00 – 17.00							
U	1	P	0.11	0.11	0.19	121	149
S	2	P	0.19	0.19	0.16	149	121
T	3	P	0.12	0.12	0.21	66	242
B	4	P	0.08	0.08	0.33	242	66

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas maka diketahui masing-masing rasio kendaraan terbelok terbesar dari setiap pendekat. Seperti pada pendekat selatan memiliki rasio belok kiri terbesar yaitu 0,19 dan dapat dilihat juga pendekat Barat memiliki rasio belok kanan terbesar yaitu 0,33.

5.2.2 Arus Jenuh Simbang Bersinyal

Arus jenuh simbang bersinyal adalah besaran maksimum kendaraan yang dapat melintasi suatu pendekatan simbang selama fase hijau pada kondisi tertentu. Perhitungan arus jenuh simbang bersinyal memiliki berbagai faktor seperti perhitungan dibawah ini:

$$J = J0 \times FHS \times FUK \times FG \times FP \times FBKi \times FBKa$$

$$J = 3000 \times 0,95 \times 0,83 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,98 \times 1,05$$

$$J = 2.441 \text{ smp/jam}$$

Perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan arus jenuh pada pendekat utara. Berikut hasil analisis terkait arus jenuh masing-masing pendekat yaitu :

Tabel 5. 5 Geometri dan Arus Jenuh

Kode Pendekat	Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Kapasitas (smp/jam) (J.Wh/s)	
		Arus Dasar (smp/jam)	Faktor-faktor koreksi						Arus (smp/jam)		C
			Semua Tipe pendekat			Hanya tipe P					
			Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri			
Le	J0	Fuk	Fhs	Fg	Fp	Fbka	Fbki	J	C		
16.00 - 17.00											
U	5.00	3000	0.95	0.83	1.00	1.00	0.98	1.05	2441	471.1	
S	7.00	4200	0.95	0.83	1.00	1.00	0.97	1.04	3348	645.6	
T	4.00	2400	0.95	0.83	1.00	1.00	0.98	1.05	2019	378.1	
B	7.50	4500	0.95	0.83	1.00	1.00	0.99	1.09	3802	734.5	

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui terkait lebar efektif, arus jenuh dasar, faktor penyesuaian dan kapasitas dari masing-masing pendekat disetiap jam sibuk. Untuk melakukan perhitungan arus jenuh dasar dapat menggunakan rumus lebar efektif dikalikan dengan 600 (jika pendekat terlindung), jika pendekat terlawan dapat menggunakan arus jenuh dasar berdasarkan grafik yang tersedia pada PKJI 2023. Ukuran Kota Madiun bernilai 0,83 karena jumlah penduduk dari Kota Madiun mencapai 201.733 jiwa. Untuk faktor koreksi hambatan samping bernilai 0,95 karena simpang berada pada daerah komersial, hambatan samping rendah serta tipe pendekatnya terlindung. Untuk faktor koreksi kelandaian bernilai 1 untuk pendekat utara, Selatan, Timur dan barat dikarenakan kondisi geometrinya datar.

5.2.3 Kapasitas (C)

Dalam penentuan kapasitas pada simpang bersinyal dilakukan pada masing masing pendekat simpang tersebut. Kapasitas masing-masing pendekat simpang bersinyal sangat dipengaruhi oleh waktu hijau yang dimiliki pada masing-masing fase. Tidak hanya waktu hijau, namun kapasitas juga dipengaruhi oleh arus jenuh dan waktu siklus yang dimiliki oleh simpang tersebut. Berikut merupakan contoh untuk menentukan kapasitas dengan perhitungan sebagai berikut :

$$C = J \times \frac{wH}{S}$$

$$C = 2.441 \times \frac{17}{88}$$

$$C = 471.1$$

Perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan kapasitas pada pendekat utara. Berikut merupakan hasil rekapitulasi kapasitas masing-masing pendekat secara eksisting.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Kapasitas Pendekat

10 Kode Pendekat	Arus Jenuh (smp/jam)	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (J.Wh/s)
	J	Wh	C
16.00 - 17.00			
U	2441	17	471.1
S	3348	17	646.8
T	2019	17	378.1
B	3802	17	734.5

Sumber: Hasil Analisis 2025

5.2.4 Derajat Kejenuhan (DJ)

Derajat kejenuhan dihitung pada masing-masing pendekat simpang sama halnya dengan kapasitas simpang tersebut. Untuk menghitung derajat kejenuhan membutuhkan data arus total (Q) dan Kapasitas simpang (C). Berikut data arus lalu lintas, kapasitas serta derajat kejenuhan masing-masing pendekat di waktu jam sibuk.

Tabel 5. 7 Derajat Kejenuhan Eksisting

Kode Pendekat	Nama Pendekat	Arus Total	Kapasitas (smp/jam) (J.Wh/s)	Derajat Kejenuhan (Dj)
		Q	C	q/C
16.00 - 17.00				
U	JL Mh thamrin	620.0	471.1	1.31
S	JL Letjen Haryono	902.5	646.8	1.40
T	JL Setiabudi	315.2	378.1	0.83
B	JL Mastrap	732.4	734.5	1.00

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas, maka diketahui Simpang Setiabudi – Klegen memiliki derajat kejenuhan rata-rata tertinggi berada pada pendekat selatan yaitu sebesar 1,40. Nilai derajat kejenuhan sebesar 0,85 secara umum dijadikan sebagai ambang batas evaluasi kinerja simpang. Dalam Peraturan Menteri PUPR Nomor 5 Tahun 2023 serta pada PKJI 2023, angka ini digunakan sebagai acuan dalam menilai apakah suatu simpang masih berfungsi secara optimal atau tidak. Apabila nilai derajat kejenuhan masih di bawah 0,85, maka simpang dianggap masih beroperasi dalam kondisi yang baik. Namun, jika nilai tersebut melebihi 0,85, maka diperlukan tindakan perbaikan, seperti pengaturan ulang fase sinyal dan penyesuaian waktu isyarat. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diketahui

bahwa seluruh periode jam puncak di simpang tersebut masih menunjukkan kinerja yang belum optimal, sehingga dibutuhkan upaya optimalisasi lanjutan untuk meningkatkan efisiensi lalu lintas.

5.2.5 Panjang Antrian

Panjang antrian pada suatu simpang merupakan tolak ukur kinerja simpang dalam bentuk ukuran suatu antrian dari kendaraan pada suatu pendekat simpang. Perhitungan panjang antrian dapat diperoleh dari perhitungan berupa perkalian dari $\frac{31}{88}$ jumlah rata rata antrian kendaraan (SMP) pada awal isyarat lampu hijau dikalikan dengan luas area rata rata yang digunakan oleh satu mobil penumpang (SMP) yaitu 20 m, dibagi lebar masuk (m). Berikut merupakan contoh perhitungan panjang antrian dari pendekat utara pada simpang Setiabudi – Klegen.

- Panjang antrian yang tersisa setelah pelepasan sebelumnya

$$NQ1 = 0,25 \times s \times (Dj - 1)^2 + \sqrt{(Dj - 1)^2 + \frac{8 \times (Dj - 0,5)}{s}}$$

$$NQ1 = 0,25 \times 88 \times (1,31 - 1)^2 + \sqrt{(1,31 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,31 - 0,5)}{88}}$$

$$NQ1 = 16,07 \text{ smp}$$

- Rasio hijau

$$RH = \frac{WHi}{S}$$

$$RH = \frac{17}{88}$$

$$RH = 0,19$$

- Kendaraan yang datang mengantri selama waktu merah

$$NQ2 = s \times \frac{(1 - RH)}{(1 - RH \times Dj)} \times \frac{q}{3600}$$

$$NQ2 = 88 \times \frac{(1 - 0,19)}{(1 - 0,19 \times 1,31)} \times \frac{620}{3600}$$

$$NQ2 = 16,39 \text{ smp}$$

- Jumlah rata-rata kendaraan mengantri

$$Nq = Nq1 + Nq2$$

$$Nq = 16,07 + 16,39$$

$$Nq = 32,45$$

- Jumlah rata-rata kendaraan mengantri

$$P_A = N_q \times \frac{20}{LM}$$

$$P_A = 32,45 \times \frac{20}{5,0}$$

$$P_A = 129,82 \text{ meter}$$

Pada perhitungan panjang antrian pada simpang Setiabudi - Klegen dilakukan pada masing-masing pendekat. Berikut tabulasi dari panjang antrian per masing-masing pendekat pada simpang Setiabudi – Klegen :

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Panjang Antrian PKJI 2023

KODE PENDEKAT	NAMA PENDEKAT	Lebar	Nilai	PANJANG
		Efektif Le	SMP Nq	ANTRIAN (m) Pa
16.00 - 17.00				
U	JL Mh thamrin	5.00	32.45	129.82
S	JL Letjen Haryono	7.00	43.79	125.12
T	JL Setiabudi	4.00	9.04	45.22
B	JL Mast	7.50	22.51	60.02

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas maka diketahui bahwa Simpang Setiabudi - Klegen mempunyai Panjang antrian yang cukup tinggi. Dimana Panjang antrian rata-rata terpanjang terjadi pada pendekat utara yaitu Jalan Mh Thamrin sebesar 129.82 meter.

5.2.6 Tundaan Rata Rata Simpang Setiabudi – Klegen

Tundaan rata rata merupakan ukuran yang digunakan untuk menggambarkan waktu tambahan yang dihabiskan oleh kendaraan akibat adanya pengaturan lalu lintas. Perhitungan Tundaan rata-rata pada suatu pendekat (T_i) didapatkan dari menambahkan tundaan lalu lintas pendekat (TLL_i) dengan tundaan geometri (TGi) . Berikut merupakan contoh hasil perhitungan dari Tundaan Rata Rata pendekat utara pada Simpang Setiabudi – Klegen :

- Tundaan lalu lintas rata-rata

$$TLL = s \times \frac{0,5 \times (1 - RH)^2}{(1 - RH \times D)} + \frac{Nq1 \times 3600}{C}$$

$$TLL = 88 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,19)^2}{(1 - 0,19 \times 1,31)} + \frac{16,07 \times 3600}{472}$$

$$TLL = 161.02 \text{ detik}$$

- **Tundaan geometri**

$$TG = (1 - RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4)$$

$$TG = (1 - 1,93) \times 0,28 \times 6 + (1,93 \times 4)$$

$$TG = 3,17 \text{ detik}$$

- **Tundaan rata-rata**

$$Ti = TLLi + TGi$$

$$Ti = 161,02 + 3,17$$

$$Ti = 164,19 \text{ det/smp}$$

Perhitungan dilakukan pada masing masing pendekat. Berikut merupakan tabulasi dari Tundaan Rata Rata pada masing masing pendekat :

Tabel 5. 9 Rekapitulasi Tundaan PKJI 2023

4 KODE PENDEKAT	NAMA PENDEKAT	Tundaan lalu lintas rata-rata	Tundaan geometri rata-rata	Tundaan Total (det/smp)
		TLLi	TGi	Ti
16.00 - 17.00				
U	JL Mh thamrin	161.02	3.17	164.19
S	JL Letjen Haryono	147.32	2.87	150.19
T	JL Setiabudi	49.72	3.04	52.75
B	JL Matrip	58.10	2.53	60.62

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas maka diketahui bahwa Simpang Setiabudi - Klegen mempunyai tundaan rata - rata yang cukup tinggi. Dimana waktu tundaan rata-rata terlama terjadi pada pendekat utara. Dimana tundaan rata-rata sebesar 161,02 detik.

5.2.7 Tabulasi Kinerja Simpang Eksisting

Dari perhitungan diatas maka didapatkan rekapitulasi terkait kinerja Simpang Setiabudi - Klegen dengan indicator berupa panjang antrian, tundaan, serta derajat kejenuhan sehingga diketahui tingkat pelayanan dari simpang tersebut pada masing-masing pendekatnya. Berikut tabulasi kinerja eksisting Simpang Setiabudi - Klegen:

Tabel 5. 10 Tabulasi Kinerja Simpang Eksisting

43 Kaki Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Panjang Antrian (m)	Tundaan Total (det/smp)	LOS
Utara	620.0	471.6	1.31	129.82	164.19	F
Selatan	902.5	646.8	1.40	125.12	150.19	F
Timur	732.4	378.1	0.83	45.22	52.75	F
Barat	902.5	734.5	1.00	60.02	60.62	F
RATA2	642.53	577.75	1.09	90.05	104.97	F

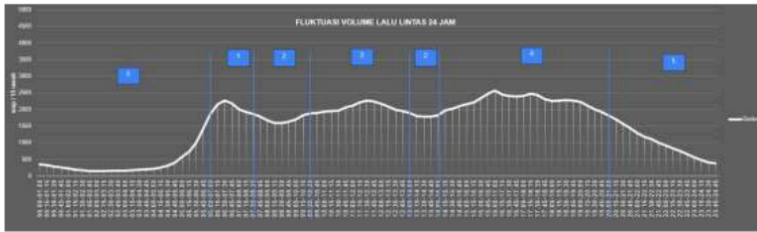
Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas maka diketahui untuk menentukan kinerja yang kurang optimal, didasarkan oleh derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan. Disisi lain, dilihat dari fluktuasi arus yang kemudian dilakukan 1 jam puncak tertinggi selama 24 jam sesuai dengan kondisi eksisting. Berdasarkan PKJI 2023, untuk kinerja simpang yang mempunyai derajat kejenuhan lebih dari 0,85 maka simpang tersebut membutuhkan penanganan. Dimana pada Simpang Setiabudi – klegen didapatkan hasil perhitungan rata2 melebihi 0,85 dan berdasarkan PM Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan simpang dapat dilihat berdasarkan tundaanya. Dimana pada Simpang Setiabudi – klegen didapatkan hasil perhitungan tundaan melebihi 60 detik sehingga dari waktu periode sibuk yang terdapat pada Simpang Setiabudi - Klegen yang kurang optimal yang termasuk kedalam kategori butuh dilakukan penanganan dengan Level of Service adalah F.

5.3 Desain Reayasa Simpang APILL

Berdasarkan hasil analisis volume lalu lintas dan kinerja simpang yang telah dilakukan, dirumuskan pembagian rencana (plan) baru yang disusun berdasarkan pola fluktuasi volume lalu lintas harian. Dalam proses perencanaan ini, dilakukan pengelompokan periode waktu dengan karakteristik volume lalu lintas yang serupa, sehingga masing-masing kelompok dapat dimasukkan ke dalam satu rencana pengendalian lalu lintas (plan) yang spesifik. Pengelompokan dilakukan dengan mempertimbangkan pola fluktuasi, di mana teridentifikasi waktu mulai terjadinya peningkatan volume, puncak lalu lintas, hingga penurunan volume kembali. Penetapan awal pembagian plan dimulai ketika salah satu pendekat menunjukkan derajat kejenuhan yang melebihi batas ambang 0,85, tepatnya pada pukul 06.00-07.00 dengan volume kendaraan mencapai 1.800 smp/jam. Dengan demikian,

pengendalian lalu lintas dapat dibedakan antara jam puncak dan non-puncak, serta disesuaikan dengan karakteristik volume pada masing-masing periode. Berikut merupakan fluktuasi volume lalu lintas selama 24 jam.



Gambar 20. Fluktuasi Volume Simpang

Sumber : Hasil Analisis 2025

Berdasarkan fluktuasi volume diatas, maka dapat ditentukan bahwa selama 24 jam, pengaturan sinyal pada Simpang Setiabudi - Klegan memiliki 5 plan sebagai berikut :

1. Plan 1 (06.00-07.30)

Penerapan plan 1 dilakukan pada pukul 06.00-07.30. Pada periode ini terjadi peningkatan volume lalu lintas secara signifikan yang menandai dimulainya aktivitas masyarakat seperti bekerja , sekolah maupun lainnya. Plan ini ditetapkan agar sinyal dapat mengantisipasi lonjakan kendaraan dan mengurangi panjang antrian kendaraan menjelang puncak pagi.

2. Plan 2 (07.30-09.30) dan (13.00-14.00)

Penerapan plan 2 dilakukan pada 2 periode yaitu pukul 07.30-09.30 dan 13.00-14.00 , pada periode ini intensitas kendaraan yang melintasi simpang mulai menurun dan merata relatif stabil namun lebih rendah dibandingkan jam sibuk pagi dan siang pada beberapa pendekat. Oleh karena itu, pengaturan sinyal dilakukan dengan mempertimbangkan distribusi lalu lintas yang lebih seimbang antar pendekat, serta siklus sinyal yang lebih panjang untuk memaksimalkan kapasitas simpang dan mengurangi tingkat tundaan.

3. Plan 3 (09.30-13.00)

Penerapan plan 3 dilakukan pada pukul 09.30-13.00. Karakteristik lalu lintas pada jam ini menunjukkan volume yang mulai meningkat dan relatif stabil, sehingga diperlukan pengaturan sinyal yang optimal untuk menjaga kapasitas simpang tetap maksimal. Penyesuaian siklus waktu dan pembagian fase sinyal

difokuskan pada pendekatan dengan beban tertinggi, guna meminimalkan tundaan dan antrian kendaraan selama periode puncak siang berlangsung.

4. Plan 4 (14.00-20.00)

Penerapan plan 4 dilakukan pada pukul 14.00-20.00. Plan ini mencakup puncak lalu lintas sore hingga malam yang merupakan salah satu periode tersibuk dalam satu hari. Volume kendaraan meningkat secara signifikan sebagai akibat dari aktivitas pulang kerja, kegiatan sekolah, dan aktivitas komersial. Pengaturan sinyal pada plan ini memerlukan siklus yang lebih panjang dan penyesuaian fase dominan pada pendekatan dengan arus terbesar.

5. Plan 5 (20.00-06.00)

Penerapan plan 5 dilakukan pada pukul 20.00-06.00. Plan 5 mencakup periode malam hingga dini hari, yang ditandai dengan volume lalu lintas yang sangat rendah atau off-peak. Aktivitas masyarakat pada jam ini cenderung minim, sehingga pengendalian lalu lintas tidak memerlukan siklus sinyal yang kompleks. Dalam kondisi seperti ini, pengaturan sinyal dapat disederhanakan dengan siklus waktu minimum.

Setelah penentuan pembagian plan dilakukan berdasarkan analisis fluktuasi volume lalu lintas, langkah selanjutnya adalah merancang pengaturan sinyal lalu lintas secara optimal pada setiap plan yang telah ditetapkan. Perencanaan ini mencakup penyesuaian siklus sinyal, pembagian waktu hijau untuk setiap pendekatan, serta pengaturan urutan fase yang disesuaikan dengan karakteristik arus lalu lintas pada masing-masing periode.

5.4 Peningkatan Kinerja dengan PKJI 2023

Setelah penentuan pembagian plan dilakukan berdasarkan analisis fluktuasi volume lalu lintas, langkah selanjutnya adalah merancang pengaturan sinyal lalu lintas secara optimal pada setiap plan yang telah ditetapkan. Perencanaan ini mencakup penyesuaian siklus sinyal, pembagian waktu hijau untuk setiap pendekatan, serta pengaturan urutan fase yang disesuaikan dengan karakteristik arus lalu lintas pada masing-masing periode. Dalam penelitian ini, pengaturan sinyal lalu lintas dirancang dalam dua skenario utama, yaitu Perencanaan 1 dan Perencanaan 2. Berikut merupakan rincian dari masing-masing perencanaan pengaturan sinyal .

5.4.1 Perencanaan I

Optimalisasi yang dilakukan berdasarkan PKJI 2023 mencakup penyesuaian terhadap waktu siklus sinyal, pembagian waktu hijau efektif per fase dengan cara menghitung dengan waktu siklus pra penyesuaian yang merupakan waktu siklus sinyal lalu lintas awal yang dihitung berdasarkan kondisi eksisting atau rancangan awal sebelum dilakukan penyesuaian optimalisasi sinyal.

1. Perhitungan Waktu Siklus Simpang Setiabudi Klegan

Perhitungan ulang waktu hijau dan waktu siklus dilakukan dengan tujuan untuk membantu agar kinerja simpang menjadi lebih optimal. Berikut merupakan contoh penentuan waktu siklus dan waktu hijau pada pendekatan utara. Perhitungan waktu siklus terdapat beberapa faktor yakni waktu hijau hilang total dan akumulasi rasio arus pada setiap pendekatan. Perhitungan diawali dari penentuan waktu hijau hilang dengan cara sebagai berikut:

$$W_{HH} = (\text{Fase} \times \text{Amber}) + (\text{Fase} \times \text{All Red})$$

$$W_{HH} = (4 \times 3) + (4 \times 2)$$

$$W_{HH} = 20 \text{ detik}$$

Kemudian perhitungan dilanjutkan dengan Rasio Arus Kritis yang sebelumnya diperlukan perhitungan rasio arus. Perhitungan rasio arus dan rasio arus kritis dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$Rq_j = q_j$$

$$Rq_j = 557,4 / 2450$$

$$Rq_j = 0,23$$

Dilanjutkan dengan perhitungan Rasio Arus Kritis dari semua pendekatan.

$$\sum Rq_j / j_{kritis} = 0,23 + 0,23 + 0,21 + 0,14$$

$$\sum Rq_j / j_{kritis} = 0,81$$

Sebagai berikut contoh perhitungan waktu siklus pada pendekatan utara:

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

$$s = \frac{(1,5 \times (20 + 5))}{(1 - 0,81)}$$

$$s = 188 \text{ detik}$$

$$R_F = \frac{Rq/j}{R_{AS}}$$

$$R_F = \frac{0,23}{0,81}$$

$$R_F = 0,28$$

Berikut disajikan perhitungan waktu hijau untuk utara:

$$WH_i = (s - WHH) \times RF$$

$$WH_i = (218 - 28) \times 0,28$$

$$WH_i = 47 \text{ detik.}$$

Berikut merupakan tabulasi hasil perhitungan waktu hijau dan waktu siklus untuk masing-masing pendekatan pada Simpang Setiabudi – Klegan.

Tabel 5. 11 Tabulasi Waktu Hijau Masing Masing Pendekat

	Pendekat	Siklus	WHH	R _F	WH _i
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	188	20	0.28	47
	Selatan	188	20	0.28	46
	Timur	188	20	0.27	45
	Barat	188	20	0.18	29
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	104	20	0.29	25
	Selatan	104	20	0.29	25
	Timur	104	20	0.22	18
	Barat	104	20	0.20	17
Plan 3 09.30-13.00	Utara	164	20	0.29	41
	Selatan	164	20	0.24	35
	Timur	164	20	0.22	32
	Barat	164	20	0.25	36
Plan 4 14.00-20.00	Utara	285	20	0.29	77
	Selatan	285	20	0.31	81
	Timur	285	20	0.18	49
	Barat	285	20	0.22	58
Plan 5 20.00-06.00	Utara	110	20	0.31	28
	Selatan	110	20	0.27	25
	Timur	110	20	0.28	25
	Barat	110	20	0.13	12

Sumber : Hasil Analisis 2025

2. Kapasitas Simpang Setiabudi - Klegen

Kapasitas simpang Setiabudi - Klegen tentunya akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan waktu hijau per fase dari masing masing pendekat. Berikut contoh perhitungan kapasitas dari masing- masing pendekat pada simpang Setiabudi - Klegen:

$$C = J \times WHi / S$$

$$C = 2.450 \times 47 / 188$$

$$C = 612,6 \text{ smp/jam}$$

Kapasitas pada masing-masing pendekat memiliki besaran yang berbeda. Berikut tabulasi dari kapasitas simpang per masing-masing pendekat:

Tabel 5. 12 Perhitungan Kapasitas Rencana 1

	Pendekat	Siklus	Arus Jenuh (J)	Waktu Hijau Per Fase (W _{hi})	Kapasitas (C)
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	188	2450	47	612.6
	Selatan	188	3351	46	819.8
	Timur	188	1920	45	459.5
	Barat	188	3808	29	587.4
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	104	2423	25	573.9
	Selatan	104	3358	25	793.6
	Timur	104	1969	18	338.1
	Barat	104	3824	16	604.1
Plan 3 09.30-13.00	Utara	164	539.4	41	600.8
	Selatan	164	647.1	35	731.1
	Timur	164	336.6	32	374.8
	Barat	164	751.6	36	841.1
Plan 4 14.00-20.00	Utara	285	620.0	77	656.8
	Selatan	285	902.5	81	956.1
	Timur	285	315.2	49	333.9
	Barat	285	732.4	58	775.9
Plan 5 20.00-06.00	Utara	110	2455	28	629.3
	Selatan	110	3351	25	750.3
	Timur	110	1967	25	448.7
	Barat	110	3946	12	418.3

Sumber : Hasil Analisis 2025

3. Derajat Kejenuhan Simpang Setiabudi - Klegen

Derajat kejenuhan adalah indikator penting untuk menilai kinerja simpang bersinyal. Dengan memahami konsep derajat kejenuhan, kita dapat melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan kinerja simpang dan mengurangi kemacetan. Berikut perhitungan derajat kejenuhan dari masing-masing pendekatan pada setiap plannya dengan rumus 3.08. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 5. 13 Perhitungan Derajat Kejenuhan pada Rencana 1

	Pendekat	Arus Lalu Lintas (q)	Kapasitas (C)	DJ Q/C
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	557.4	612.6	0.91
	Selatan	755.2	819.8	0.92
	Timur	418.8	459.5	0.91
	Barat	543.1	587.4	0.92
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	471.8	573.9	0.82
	Selatan	652.4	793.6	0.82
	Timur	277.9	338.1	0.82
	Barat	496.6	604.1	0.82
Plan 3 09.30-13.00	Utara	539.4	600.8	0.90
	Selatan	647.1	731.1	0.89
	Timur	336.6	374.8	0.90
	Barat	751.6	841.1	0.89
Plan 4 14.00-20.00	Utara	620.0	656.8	0.94
	Selatan	902.5	956.1	0.94
	Timur	315.2	333.9	0.94
	Barat	732.4	775.9	0.94
Plan 5 20.00-06.00	Utara	525.9	629.3	0.84
	Selatan	627.1	750.3	0.84
	Timur	375.0	448.7	0.84
	Barat	349.6	418.3	0.84

Sumber : Hasil Analisis 2025

4. Panjang Antrian Setiabudi - Klegen

Panjang antrian pada suatu simpang merupakan tolak ukur kinerja simpang dalam bentuk ukuran suatu antrian dari kendaraan pada suatu pendekatan simpang. Pada perhitungan panjang antrian pada simpang setiabudi - klegen dilakukan pada masing-masing pendekatan. Berikut tabulasi dari panjang antrian dihitung dengan rumus 3.22. per masing-masing pendekatan pada simpang setiabudi – klegen.

Tabel 5. 14 Perhitungan Panjang Antrian pada Rencana 1

	Pendekat	Lebar Efektif (M)	Nq (SMP)	Panjang Antrian (m)
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	5.00	31.54	126.16
	Selatan	7.00	42.04	120.11
	Timur	4.00	24.60	122.98
	Barat	7.50	31.67	84.45
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	5.00	14.50	58.00
	Selatan	7.00	19.46	55.60
	Timur	4.00	9.30	46.51
	Barat	7.50	15.47	41.25
Plan 3 09.30-13.00	Utara	5.00	26.66	106.64
	Selatan	7.00	31.23	89.22
	Timur	4.00	17.86	89.30
	Barat	7.50	36.05	96.14
Plan 4 14.00-20.00	Utara	5.00	52.96	211.85
	Selatan	7.00	74.74	213.55
	Timur	4.00	29.56	147.78
	Barat	7.50	62.03	165.41
Plan 5 20.00-06.00	Utara	5.00	16.86	67.45
	Selatan	7.00	19.94	56.96
	Timur	4.00	12.60	62.99
	Barat	7.50	12.15	32.41

Sumber : Hasil Analisis 2025

Berdasarkan dari hasil perhitungan didapatkan panjang antrian terpanjang rata rata berada pada plan 4 pada pendekat selatan, dengan panjang antrian sepanjang 213 m. Adapun panjang antrian rata-rata pada simpang tersebut sepanjang 184 m.

50 5. Tundaan Rata Rata Simpang Setiabudi - Klegen

Tundaan rata rata merupakan ukuran yang digunakan untuk menggambarkan waktu tambahan yang dihabiskan oleh kendaraan akibat adanya pengaturan lalu lintas. Perhitungan dilakukan pada masing masing pendekat. Berikut merupakan tabulasi dari Tundaan Rata Rata yang dihitung dengan rumus 3.23. pada masing masing pendekat simpang Setiabudi – Klegen.

Tabel 5. 15 Perhitungan Tundaan Rata Rata pada Rencana 1

	Pendekat	TLLi	TGi	Ti
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	87.76	3.31	91.06
	Selatan	84.77	3.46	88.23
	Timur	95.57	3.68	99.24
	Barat	100.86	2.55	103.41
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	47.43	3.40	50.83
	Selatan	44.77	2.79	47.56
	Timur	57.83	2.80	60.62
	Barat	51.72	2.30	54.02
Plan 3 09.30-13.00	Utara	76.94	3.56	80.50
	Selatan	75.84	2.72	78.56
	Timur	92.31	3.71	96.02
	Barat	74.32	2.39	76.71
Plan 4 14.00-20.00	Utara	128.86	3.11	131.97
	Selatan	117.96	2.76	120.72
	Timur	169.66	3.04	172.69
	Barat	134.48	2.47	136.96
Plan 5 20.00-06.00	Utara	48.32	3.31	51.64
	Selatan	48.78	3.37	52.15
	Timur	54.05	3.95	58.00
	Barat	62.80	2.38	65.17

Sumber : Hasil Analisis 2025

Dari hasil perhitungan didapatkan tundaan rata rata terlama berada pada plan 4 pada pendekat timur, dengan tundaan sebesar 172,69 det/smp Adapun Tundaan Rata Rata rata-rata pada simpang tersebut sepanjang 140 det/smp. Berdasarkan dari seluruh perhitungan kinerja diatas, berikut merupakan tabulasi dari seluruh perhitungan kinerja dari masing masing pendekat.

Tabel 5. 16 Perhitungan Kinerja pada Rencana 1

	Pendekat	Dj	PA	Ti
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	0.91	126.16	91.06
	Selatan	0.92	120.11	88.23
	Timur	0.91	122.98	99.24
	Barat	0.92	84.45	103.41
	Rata - Rata	0.92	113.43	95.49

	Pendekat	<i>Dj</i>	<i>PA</i>	<i>Ti</i>
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	0.82	58.00	50.83
	Selatan	0.82	55.60	47.56
	Timur	0.82	46.51	60.62
	Barat	0.82	41.25	54.02
	Rata - Rata	0.82	50.34	53.26
Plan 3 09.30-13.00	Utara	0.90	106.64	80.50
	Selatan	0.89	89.22	78.56
	Timur	0.90	89.30	96.02
	Barat	0.89	96.14	76.71
	Rata - Rata	0.89	95.32	82.95
Plan 4 14.00-20.00	Utara	0.94	211.85	131.97
	Selatan	0.94	213.55	120.72
	Timur	0.94	147.78	172.69
	Barat	0.94	165.41	136.96
	Rata - Rata	0.94	184.65	140.58
Plan 5 20.00-06.00	Utara	0.84	67.45	51.64
	Selatan	0.84	56.96	52.15
	Timur	0.84	62.99	58.00
	Barat	0.84	32.41	65.17
	Rata - Rata	0.84	54.95	56.74

Sumber : Hasil Analisis 2025

5.4.2 Perencanaan Terbaik 2

Perencanaan yang dilakukan mencakup penyesuaian terhadap waktu siklus sinyal, pembagian waktu hijau efektif per fase, Berdasarkan pedoman PKJI 2023 pada Tabel 3.5 yaitu waktu siklus yang disarankan, pemilihan waktu siklus 80 – 130 detik dikarenakan simpang setiabudi – klegen merupakan simpang dengan pengaturan simpang 4 fase, rentang waktu siklus yang layak ditentukan berdasarkan tipe pengaturan fase pada simpang. Dalam hal ini, Simpang Setiabudi – Klegen menerapkan pengaturan empat fase karena masing-masing pendekat memiliki arah gerak yang perlu dilayani secara terpisah (terlindung). Mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, penentuan waktu siklus yang optimal dalam rentang 80–130 detik dilakukan dengan mempertimbangkan nilai tundaan rata-rata terkecil, karena tundaan merupakan indikator utama dalam

9
menilai tingkat pelayanan pada simpang bersinyal. Berikut merupakan beberapa tahapan untuk menentukan waktu siklus dan waktu hijau.

1. Perhitungan Waktu Siklus Simpang Setiabudi Klegen

9
Perhitungan ulang waktu hijau dan waktu siklus dilakukan dengan tujuan untuk membantu agar kinerja simpang menjadi lebih optimal. Berikut merupakan contoh 6 penentuan waktu siklus dan waktu hijau pada pendekatan utara. Perhitungan diawali dari penentuan waktu hijau hilang dengan cara sebagai berikut:

$$WHH = (\text{Fase} \times \text{Amber}) + (\text{Fase} \times \text{All Red})$$

$$WHH = (4 \times 3) + (4 \times 2)$$

$$WHH = 20 \text{ detik}$$

Kemudian perhitungan dilanjutkan dengan Rasio Arus Kritis yang sebelumnya diperlukan perhitungan 30 rasio arus. Perhitungan rasio arus dan rasio arus kritis dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$RqJ = q/J$$

$$RqJ = 557,4 / 2450$$

$$RqJ = 0,23$$

Dilanjutkan dengan perhitungan Rasio Arus Kritis dari semua pendekatan.

$$\sum RqJ_{kritis} = 0,23 + 0,23 + 0,21 + 0,14$$

$$\sum RqJ_{kritis} = 0,81$$

4
Untuk penentuan waktu hijau pada masing masing pendekatan, diperlukan perhitungan rasio fase pada setiap pendekatan yang diperoleh dari rasio arus dibagi dengan rasio arus kritis. Berikut merupakan tata cara perhitungan rasio fase pada pendekatan utara.

$$R_F = \frac{RqJ}{R_{AS}}$$

$$R_F = \frac{0,23}{0,81}$$

$$R_F = 0,28$$

Berikut merupakan percobaan yang dilakukan untuk menentukan waktu siklus optimal pada Plan 1, dengan menguji berbagai variasi waktu siklus dalam

rentang 80 hingga 130 detik. Setiap variasi waktu siklus dianalisis berdasarkan tiga parameter utama, yaitu derajat kejenuhan, panjang antrian rata-rata, dan tundaan rata-rata, guna memperoleh kombinasi waktu siklus yang menghasilkan kinerja lalu lintas paling efisien.

Tabel 5. 17 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 1

Waktu siklus (Plan 1)	Rata - rata Derajat Kejenuhan	Rata - Rata Panjang antrian	Rata rata Tundaan
80	1.08	69.74	85.37
85	1.06	70.94	83.50
90	1.05	72.29	82.15
95	1.03	73.78	81.22
100	1.02	75.38	80.63
105	1.01	77.08	80.33
110	0.99	78.87	80.27
115	0.98	80.73	80.41
120	0.98	82.66	80.73
125	0.97	84.65	81.19
130	0.96	86.69	81.79

Sumber : Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas, waktu siklus 110 detik menghasilkan nilai tundaan rata-rata sebesar 80.27 detik, yang merupakan nilai terkecil dibandingkan dengan waktu siklus lainnya dalam kisaran tersebut. Berikut merupakan tabulasi hasil perhitungan pada plan 2 .

Tabel 5. 18 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 2

Waktu siklus (Plan 2)	Rata - rata Derajat Kejenuhan	Rata - rata Panjang antrian	Rata rata Tundaan
80	0.86	42.29	48.95
85	0.84	43.60	48.99
90	0.83	45.04	49.37
95	0.82	46.58	49.99
100	0.81	48.20	50.79
105	0.80	49.87	51.74
110	0.79	51.59	52.80
115	0.78	53.36	53.95
120	0.77	55.15	55.17
125	0.77	56.96	56.45
130	0.76	58.80	57.77

Sumber : Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas, waktu siklus 90 detik menghasilkan nilai tundaan rata-rata sebesar 45.04 detik, yang merupakan nilai terkecil dibandingkan dengan waktu siklus lainnya dalam kisaran tersebut. Berikut merupakan tabulasi hasil perhitungan pada plan 3.

Tabel 5. 19 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 3

Waktu siklus (Plan 3)	Rata - rata Derajat Kejenuhan	Rata - Rata Panjang antrian	Rata rata Tundaan
80	1.05	63.86	77.26
85	1.03	64.99	75.54
90	1.01	66.30	74.36
95	0.99	67.74	73.60
100	0.98	69.31	73.19
105	0.97	70.99	73.07
110	0.96	72.75	73.18
115	0.95	74.59	73.50
120	0.94	76.51	73.98
125	0.93	78.48	74.61
130	0.93	80.50	75.36

Sumber : Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas, waktu siklus 105 detik menghasilkan nilai tundaan rata-rata sebesar 73.07 detik, yang merupakan nilai terkecil dibandingkan dengan waktu siklus lainnya dalam kisaran tersebut. Berikut merupakan tabulasi hasil perhitungan pada plan 4 .

Tabel 5. 20 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 4

Waktu siklus (Plan 4)	Rata - rata Derajat Kejenuhan	Rata - Rata Panjang antrian	Rata rata Tundaan
80	1.17	84.54	109.90
85	1.15	86.13	107.67
90	1.13	87.86	106.00
95	1.11	89.69	104.77
100	1.10	91.62	103.91
105	1.08	93.63	103.34
110	1.07	95.70	103.02
115	1.06	97.84	102.90
120	1.05	100.03	102.96
125	1.04	102.26	103.17
130	1.04	104.53	103.51

Sumber : Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas, waktu siklus 120 detik menghasilkan nilai tundaan rata-rata sebesar 102.96 detik, yang merupakan nilai terkecil dibandingkan dengan waktu siklus lainnya dalam kisaran tersebut. Berikut merupakan tabulasi hasil perhitungan pada plan 5.

Tabel 5. 21 Percobaan Waktu Siklus pada Plan 5

Waktu siklus (Plan 5)	Rata - rata Derajat Kejenuhan	Rata - Rata Panjang antrian	Rata rata Tundaan
80	0.92	46.60	56.04
85	0.90	47.79	55.51
90	0.89	49.13	53.14
95	0.87	50.61	55.67
100	0.86	52.18	56.17
105	0.85	53.83	56.86
110	0.84	55.54	57.72
115	0.83	57.31	58.69
120	0.83	59.12	59.77
125	0.82	60.96	60.93
130	0.81	62.83	62.16

Sumber : Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas, waktu siklus 90 detik menghasilkan nilai tundaan rata-rata sebesar 53.14 detik, yang merupakan nilai terkecil dibandingkan dengan waktu siklus lainnya dalam kisaran tersebut. Selanjutnya Waktu hijau dari masing-masing pendekat nantinya akan mendapatkan hasil dari perhitungan waktu siklus. Tiap pendekat akan memiliki waktu hijaunya tersendiri dikarenakan tipe pendekat pada simpang ini yaitu terlindung. Berikut contoh perhitungan waktu hijau dari pendekat utara:

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times R_f$$

$$W_{Hi} = (110 - 20) \times 0,28$$

$$W_{Hi} = 25 \text{ detik}$$

Berikut tabulasi dari perhitungan waktu hijau pada masing- masing pendekat pada simpang setiabudi – klegen.

Tabel 5. 22 Perhitungan Waktu Hijau pada Rencana 2

	Pendekat	Siklus	W_{HH}	R_F	W_{Hi}
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	110	20	0.28	25
	Selatan	110	20	0.28	25
	Timur	110	20	0.27	24
	Barat	110	20	0.18	16
Plan 2	Utara	80	20	0.29	18
07.30-09.30	Selatan	80	20	0.29	18
dan	Timur	80	20	0.22	13
13.00-14.00	Barat	80	20	0.20	12
Plan 3 09.30-13.00	Utara	105	20	0.29	24
	Selatan	105	20	0.24	20
	Timur	105	20	0.22	19
	Barat	105	20	0.25	21
Plan 4 14.00-20.00	Utara	115	20	0.29	28
	Selatan	115	20	0.31	29
	Timur	115	20	0.18	17
	Barat	115	20	0.22	21
Plan 5 20.00-06.00	Utara	90	20	0.31	22
	Selatan	90	20	0.27	19
	Timur	90	20	0.28	20
	Barat	90	20	0.13	10

Sumber : Hasil Analisis 2025

2. Kapasitas Simpang Setiabudi - Klegan

Kapasitas simpang Setiabudi - Klegan tentunya akan mengalami perubahan apabila terjadi perubahan waktu hijau per fase dari masing masing pendekat. Berikut contoh perhitungan kapasitas dari masing- masing pendekat pada simpang Setiabudi - Klegan:

$$C = J \times W_{Hi} / S$$

$$C = 2.450 \times 25 / 110$$

$$C = 560,5 \text{ smp/jam}$$

Kapasitas pada masing-masing pendekat memiliki besaran yang berbeda. Berikut tabulasi dari kapasitas simpang per masing-masing pendekat:

Tabel 5. 23 Perhitungan Kapasitas pada Rencana 2

	Pendekat	Siklus	Arus Jenuh (J)	Waktu Hijau Per Fase (W_{HI})	Kapasitas (C)
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	110	2450	25	560.5
	Selatan	110	3351	25	759.4
	Timur	110	1920	24	421.1
	Barat	110	3808	16	546.1
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	80	2423	18	532.6
	Selatan	80	3358	18	736.5
	Timur	80	1969	13	313.7
	Barat	80	3824	12	560.6
Plan 3 09.30-13.00	Utara	105	539.4	24	556.4
	Selatan	105	647.1	20	667.6
	Timur	105	336.6	19	347.2
	Barat	105	751.6	21	775.4
Plan 4 14.00-20.00	Utara	115	620.0	28	583.9
	Selatan	115	902.5	29	850.0
	Timur	115	315.2	17	296.8
	Barat	115	732.4	21	689.8
Plan 5 20.00-06.00	Utara	90	2455	22	600.1
	Selatan	90	3351	19	707.4
	Timur	90	1906	20	423.6
	Barat	90	3825	10	425.0

Sumber : Hasil Analisis 2025

3. Derajat Kejenuhan Simpang Setiabudi Klegen

Derajat kejenuhan adalah indikator penting untuk menilai kinerja simpang bersinyal. Dengan memahami konsep derajat kejenuhan, kita dapat melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan kinerja simpang dan mengurangi kemacetan. Berikut perhitungan dengan rumus 3.08 dari masing-masing pendekat.

Tabel 5. 24 Perhitungan Derajat Kejenuhan pada Rencana 2

	Pendekat	Arus Lalu Lintas (q)	Kapasitas (C)	DJ
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	557.4	560.5	0.99
	Selatan	755.2	759.4	0.99
	Timur	418.8	421.1	0.99
	Barat	543.1	546.1	0.99

Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Pendekat	Arus Lalu Lintas (q)	Kapasitas (C)	DJ
		Utara	471.8	532.6
	Selatan	652.4	736.5	0.89
	Timur	277.9	313.7	0.89
	Barat	496.6	560.6	0.89
Plan 3 09.30-13.00	Utara	539.4	556.4	0.97
	Selatan	647.1	667.6	0.97
	Timur	336.6	347.2	0.97
	Barat	751.6	775.4	0.97
Plan 4 14.00-20.00	Utara	620.0	583.9	1.06
	Selatan	902.5	850.0	1.06
	Timur	315.2	296.8	1.06
	Barat	732.4	689.8	1.06
Plan 5 20.00-06.00	Utara	525.9	600.1	0.88
	Selatan	627.1	707.4	0.89
	Timur	375.0	423.6	0.89
	Barat	349.6	425.0	0.82

Sumber : Hasil Analisis 2025

4. Panjang Antrian Setiabudi - Klegen

Panjang antrian pada suatu simpang merupakan tolak ukur kinerja simpang dalam bentuk ukuran suatu antrian dari kendaraan pada suatu pendekat simpang. Pada perhitungan panjang antrian pada simpang setiabudi - klegen dilakukan pada masing-masing pendekat. Berikut tabulasi dari panjang antrian dihitung dengan rumus 3.22. per masing-masing pendekat pada simpang setiabudi - klegen:

Tabel 5. 25 Perhitungan Panjang Antrian pada Rencana 2

Plan 1 06.00 – 07.30	Pendekat	Lebar Efektif (M)	Nq (SMP)	Panjang Antrian (m)
		Utara	5.00	22.07
	Selatan	7.00	28.10	80.29
	Timur	4.00	17.84	89.20
	Barat	7.50	21.64	57.71
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	5.00	12.42	49.67
	Selatan	7.00	16.31	46.59
	Timur	4.00	8.30	41.50
	Barat	7.50	13.08	34.89

	Pendekat	Lebar Efektif (M)	Nq (SMP)	Panjang Antrian (m)
Plan 3 09.30-13.00	Utara	5.00	19.81	79.24
	Selatan	7.00	22.96	65.59
	Timur	4.00	13.97	69.86
	Barat	7.50	25.97	69.26
Plan 4 14.00-20.00	Utara	5.00	27.93	111.71
	Selatan	7.00	37.18	106.23
	Timur	4.00	17.91	89.55
	Barat	7.50	31.45	83.87
Plan 5 20.00-06.00	Utara	5.00	14.83	59.31
	Selatan	7.00	17.55	50.14
	Timur	4.00	11.39	56.95
	Barat	7.50	10.07	26.86

Sumber : Hasil Analisis 2025

50 5. Tundaan Rata Rata Simpang Setiabudi - Klegen

Tundaan rata rata merupakan ukuran yang digunakan untuk menggambarkan waktu tambahan yang dihabiskan oleh kendaraan akibat adanya pengaturan lalu lintas. Perhitungan dilakukan pada masing masing pendekat. Berikut merupakan tabulasi dari Tundaan Rata Rata dihitung dengan rumus 3.23. pada masing masing pendekat simpang Setiabudi – Klegen.

Tabel 5. 26 Perhitungan Tundan Rata Rata pada Rencana 2

	Pendekat	TLLI	TGI	Tt
Plan 1 06.00 – 07.30	Utara	74.87	3.36	78.23
	Selatan	66.47	3.57	70.03
	Timur	86.15	3.68	89.83
	Barat	80.45	2.55	82.99
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	45.51	3.51	49.02
	Selatan	41.31	2.93	44.24
	Timur	58.62	2.80	61.42
	Barat	47.99	2.34	50.33
Plan 3 09.30-13.00	Utara	67.29	3.62	70.91
	Selatan	64.73	2.81	67.53
	Timur	86.50	3.71	90.21
	Barat	61.16	2.47	63.63

Plan 4 14.00-20.00	Pendekat	TLLI	TGI	Ti
	Utara	92.28	3.17	95.45
	Selatan	76.56	2.87	79.43
	Timur	143.09	3.04	146.13
	Barat	88.07	2.53	90.59
Plan 5 20.00-06.00	Pendekat	TLLI	TGI	Ti
	Utara	45.81	3.44	49.25
	Selatan	46.34	3.52	49.86
	Timur	53.55	3.97	57.53
	Barat	52.04	2.38	54.42

Sumber : Hasil Analisis 2025

Dari hasil perhitungan didapatkan tundaan rata rata terlama berada pada plan 4 pada pendekat timur, dengan tundaan sebesar 146,14 det/smp Adapun Tundaan Rata – Rata pada pendekat timur pada simpang tersebut sebesar 103 det/smp.

Berdasarkan dari seluruh perhitungan kinerja diatas, Berikut merupakan tabulasi dari seluruh perhitungan kinerja dari masing masing pendekat.

Tabel 5. 27 Perhitungan Kinerja pada Rencana 2

Plan 1 06.00 – 07.30	Pendekat	Dj	PA	Ti
	Utara	0.99	88.27	78.23
	Selatan	0.99	80.29	70.03
	Timur	0.99	89.20	89.83
	Barat	0.99	57.71	82.99
Rata - Rata	0.99	78.87	80.27	
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	Utara	0.89	49.67	49.02
	Selatan	0.89	46.59	44.24
	Timur	0.89	41.50	61.42
	Barat	0.89	34.89	50.33
	Rata - Rata	0.89	43.16	51.25
Plan 3 09.30-13.00	Utara	0.97	79.24	70.91
	Selatan	0.97	65.59	67.53
	Timur	0.97	69.86	90.21
	Barat	0.97	69.26	63.63
	Rata - Rata	0.97	70.99	73.07
Plan 4 14.00-20.00	Utara	1.06	111.71	95.45
	Selatan	1.06	106.23	79.43
	Timur	1.06	89.55	146.13
	Barat	1.06	83.87	90.59
	Rata - Rata	1.06	97.84	102.90

Plan 5 20.00-06.00	Pendekat	Dj	PA	Ti
	Utara	0.88	59.31	49.25
	Selatan	0.89	50.14	49.86
	Timur	0.89	56.95	57.53
	Barat	0.82	26.86	54.42
Rata - Rata	0.87	48.32	52.76	

Sumber : Hasil Analisis 2025

5.5 Perbandingan Kinerja Eksisting dengan Rekayasa

Dari usulan yang telah ditampilkan, diperlukannya satu solusi optimal dari beberapa usulan yang telah di perhitungkan. Adapun hal yang diperbandingkan pada usulan tersebut merupakan hasil output dari rekayasa APILL yaitu berupa derajat kejenuhan, panjang antrian rata rata dan tundaan rata rata. Kinerja yang ditampilkan merupakan rata rata yang diperoleh dari keempat pendekat, serta persentase penurunan apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting. Berikut merupakan tabel perbandingan usulan kinerja derajat kejenuhan pada masing masing pendekat.

5.5.1 Derajat Kejenuhan Simpang Setiabudi – Klegem

Derajat kejenuhan adalah indikator penting untuk menilai kinerja simpang bersinyal. Berikut merupakan perbandingan derajat kejenuhan kondisi eksisting dengan kondisi setelah dilakukan optimalisasi.

Tabel 5. 28 Perbandingan Derajat Kejenuhan

Simpang Setiabudi-Klegem	Kode Pendekat	Nama Pendekat	Derajat Kejenuhan (Dj) Eksisting	Derajat Kejenuhan (Dj) Rencana 1	Derajat Kejenuhan (Dj) Rencana 2
			Plan 1 06.00-07.30	U	JL Mh thamrin
	S	JL Letjen Haryono	1.17	0.92	0.99
	T	JL Setiabudi	1.13	0.91	0.99
	B	JL Mastrip	0.74	0.92	0.99
	Rata - Rata		1.05	0.92	0.99
Persentase Penurunan Rata-Rata				+12%	+6%
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	U	JL Mh thamrin	1.01	0.82	0.89
	S	JL Letjen Haryono	1.01	0.82	0.89
	T	JL Setiabudi	0.75	0.82	0.89
	B	JL Mastrip	0.67	0.82	0.89
	Rata - Rata		0.85	0.82	0.89

Simpang Setiabudi- Klegan	Pendekat	Nama Pendekat	3	Derajat	Derajat	Derajat
			Derajat Kejenuhan (Dj) Eksisting	Kejenuhan (Dj) Rencana 1	Kejenuhan (Dj) Rencana 2	
Persentase Penurunan Rata-Rata				+3,5%	-5%	
Plan 3 09.30- 13.00	U	JL Mh thamrin	1.16	0.90	0.97	
	S	JL Letjen Haryono	0.98	0.89	0.97	
	T	JL Setiabudi	0.91	0.90	0.97	
	B	JL Mastrip	1.02	0.89	0.97	
	Rata - Rata			1.02	0.89	0.97
Persentase Penurunan				+13%	+5%	
Plan 4 14.00- 20.00	U	JL Mh thamrin	1.31	0.94	1.06	
	S	JL Letjen Haryono	1.40	0.94	1.06	
	T	JL Setiabudi	0.83	0.94	1.06	
	B	JL Mastrip	1.00	0.94	1.06	
	Rata - Rata			1.14	0.94	1.06
Persentase Penurunan				+17,5%	+7%	
Plan 5 20.00- 06.00	U	JL Mh thamrin	1.11	0.84	0.88	
	S	JL Letjen Haryono	0.97	0.84	0.89	
	T	JL Setiabudi	1.02	0.84	0.89	
	B	JL Mastrip	0.47	0.84	0.82	
	Rata - Rata			0.89	0.84	0.89
Persentase Penurunan				+5%	+2%	

Analisis simpang bersinyal dan menentukan tingkat pelayanan

1
Sumber : Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa derajat kejenuhan pada simpang Setiabudi-Klegan menunjukkan bahwa rencana 1 secara umum lebih efektif dibandingkan rencana 2. Penurunan tertinggi terjadi pada Plan 4 (14.00–16.00) sebesar 17,5%, disusul Plan 1 (06.00–07.30) sebesar 12%. Sementara itu, rencana 2 hanya menunjukkan penurunan maksimal sebesar 6% pada waktu yang sama. Plan 2 dan Plan 5 menunjukkan penurunan yang relatif kecil, dengan penurunan DJ pada rencana 1 masing-masing sebesar 3,5% dan 5%, sedangkan rencana 2 sebesar 5% dan 2%. Pada Plan 3 (09.30–13.00), rencana 1 tetap menunjukkan penurunan sebesar 13%, namun rencana 2 justru mengalami peningkatan DJ sebesar 6%.

5.5.2 Panjang Antrian Simpang Setiabudi – Klegan

Panjang antrian merupakan salah satu indikator penting dalam mengevaluasi kinerja simpang bersinyal. Berikut ini disajikan perbandingan antara nilai panjang antrian pada kondisi eksisting dengan hasil perhitungan setelah dilakukan rencana perbaikan pengaturan sinyal pada Simpang Setiabudi – Klegan.

Tabel 5. 29 Perbandingan Panjang Antrian

Simpang Setiabudi-Klegan	KODE PENDEKAT	NAMA PENDEKAT	Panjang Antrian (m)		
			Eksisting	Rencana 1	Rencana 2
Plan 1 06.00-07.30	U	JL Mh thamrin	99.38	126.16	88.27
	S	JL Letjen Haryono	84.11	120.11	80.29
	T	JL Setiabudi	96.94	122.98	89.20
	B	JL Mastrip	35.57	84.45	57.71
	Rata - Rata			79.00	113.43
Persentase Penurunan				-43%	+0.1%
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	U	JL Mh thamrin	65.88	58.00	49.67
	S	JL Letjen Haryono	59.48	55.60	46.59
	T	JL Setiabudi	35.81	46.51	41.50
	B	JL Mastrip	31.47	41.25	34.89
	Rata - Rata			48.16	50.34
Persentase Penurunan				-4%	+12%
Plan 3 09.30-13.00	U	JL Mh thamrin	94.96	106.64	79.24
	S	JL Letjen Haryono	56.73	89.22	65.59
	T	JL Setiabudi	53.50	89.30	69.86
	B	JL Mastrip	62.79	96.14	69.26
	Rata - Rata			67.00	95.32
Persentase Penurunan				-42%	-6%
Plan 4 14.00-20.00	U	JL Mh thamrin	129.82	211.85	111.71
	S	JL Letjen Haryono	125.12	213.55	106.23
	T	JL Setiabudi	45.22	147.78	89.55
	B	JL Mastrip	60.02	165.41	83.87
	Rata - Rata			67.00	184.64
Persentase Penurunan				-105%	-9%
Plan 5 20.00-06.00	U	JL Mh thamrin	85.20	67.45	59.31
	S	JL Letjen Haryono	54.63	56.96	50.14
	T	JL Setiabudi	71.97	62.99	56.95
	B	JL Mastrip	20.10	32.41	26.86
	Rata - Rata			57.97	54.95
Persentase Penurunan				+5%	+17%

Sumber: Hasil Analisis 2025

Setelah dilakukan evaluasi dan penyesuaian terhadap waktu siklus serta distribusi waktu hijau berdasarkan karakteristik volume lalu lintas dan kondisi eksisting di Simpang Setiabudi–Klegan. Didapatkan bahwa hasil kinerja simpang

pada diketahui bahwa perencanaan 1 hanya menunjukkan penurunan panjang antrian sebesar 5% pada Plan 5, sementara pada Plan 1 hingga 4 justru mengalami peningkatan sebesar 43% dan 105%. Sementara itu, perencanaan 2 mencatat penurunan terbesar pada Plan 5 sebesar 17%, namun pada Plan 3 dan 4 terjadi peningkatan panjang antrian sebesar 6% dan 9%. Dengan demikian, penurunan pada Plan 5 menjadi satu-satunya keunggulan dari kedua perencanaan sebesar 5% pada rencana 1 dan 17% pada rencana 2.

5.5.3 Tundaan Lalu Lintas Rata – Rata pada simpang Setiabudi – Klegen.

Berikut merupakan hasil perbandingan tundaan eksisting dengan perencanaan yang telah dilakukan.

Tabel 5. 30 Perbandingan Tundaan

Simpang Setiabudi-Klegen	KODE PENDEKAT	NAMA PENDEKAT	Tundaan Total (det/smp))		
			Eksisting	Rencana 1	Rencana 2
Plan 1 06.00-07.30	U	JL Mh thamrin	121.17	91.06	78.23
	S	JL Letjen Haryono	97.33	88.23	70.03
	T	JL Setiabudi	124.49	99.24	89.83
	B	JL Mastrip	39.95	103.41	82.99
	Rata - Rata			95.73	95.49
Persentase Penurunan			+0.2%	+16%	
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00	U	JL Mh thamrin	75.34	50.83	49.02
	S	JL Letjen Haryono	63.89	47.56	44.24
	T	JL Setiabudi	46.80	60.62	61.42
	B	JL Mastrip	38.91	54.02	50.33
	Rata - Rata			56.63	53.23
Persentase Penurunan			+5%	+9%	
Plan 3 09.30-13.00	U	JL Mh thamrin	118.30	80.50	70.91
	S	JL Letjen Haryono	60.53	78.56	67.53
	T	JL Setiabudi	64.17	96.02	90.21
	B	JL Mastrip	62.95	76.71	63.63
	Rata - Rata			76.49	82.95
Persentase Penurunan			-8%	+5%	
Plan 4 14.00-20.00	U	JL Mh thamrin	164.19	131.97	95.45
	S	JL Letjen Haryono	150.19	120.72	79.43
	T	JL Setiabudi	52.75	172.69	146.13
	B	JL Mastrip	60.62	136.96	90.59
	Rata - Rata			106.94	140.58
Persentase Penurunan			-31%	+4%	
Plan 5 20.00-06.00	U	JL Mh thamrin	50.92	51.64	49.25
	S	JL Letjen Haryono	49.44	52.15	49.86
	T	JL Setiabudi	59.33	58.00	57.53
	B	JL Mastrip	64.46	65.17	54.42
	Rata - Rata			56.04	56.74
Persentase Penurunan			-1%	+6%	

¹
 Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel tabulasi diatas, diketahui bahwa untuk indikator tundaan, rencana 1 dan 2 yaitu pengaturan ulang waktu siklus dan perubahan waktu hijau hilang mampu menghasilkan kinerja yang lebih optimal. Perencanaan 2 mencatat penurunan tertinggi pada Plan 1 sebesar 16%, diikuti oleh Plan 2 sebesar 9%, serta Plan 3, 4, dan 5 masing-masing sebesar 5%, 4%, dan 6%. perencanaan 1 tidak menunjukkan hasil yang konsisten. Tundaan justru meningkat pada Plan 3 dan 4, masing-masing sebesar 8% dan 31%. Hanya Plan 2 yang menunjukkan penurunan sebesar 5%, sedangkan Plan 1 dan Plan 5 mengalami peningkatan meskipun relatif kecil.

5.6 Penentuan Rencana Terbaik dengan PKJI 2023

Setelah dilakukan penyesuaian waktu hijau dan waktu siklus berdasarkan hasil evaluasi karakteristik volume lalu lintas diperoleh perbaikan signifikan terhadap kinerja simpang berdasarkan output rekayasa sistem APILL. Kinerja tersebut diukur dari tiga parameter utama, yaitu derajat kejenuhan, panjang antrian rata-rata, dan tundaan rata-rata. Berikut rekap keseluruhan hasil evaluasi menunjukkan bahwa kinerja simpang setelah penyesuaian waktu siklus dan waktu hijau.

Tabel 5. 31 Penentuan Rencana Terbaik dengan PKJI 2023

Simpang Setiabudi Klegan	Pendekat	Eksisting			Rencana 1			Rencana 2		
		DJ	PA	TI	DJ	PA	TI	DJ	PA	TI
Plan 1 06.00-07.30	U	1.18	99.38	121.17	0.91	126.16	91.06	0.99	88.27	78.23
	S	1.17	84.11	97.33	0.92	120.11	88.23	0.99	80.29	70.03
	T	1.13	96.94	124.49	0.91	122.98	99.24	0.99	89.20	89.83
	B	0.74	35.57	39.95	0.92	84.45	103.41	0.99	57.71	82.99
Rata - Rata		1.05	79.00	95.73	0.92	113.43	95.49	0.99	78.87	80.27
Persentase Penurunan					+12%	-43%	+0.2%	+6%	+0.1%	+16%
Plan 2 07.30-09.30 dan 13.00 –	U	1.01	65.88	75.34	0.82	58.00	50.83	0.89	49.67	49.02
	S	1.01	59.48	63.89	0.82	55.60	47.56	0.89	46.59	44.24
	T	0.75	35.81	46.80	0.82	46.51	60.62	0.89	41.50	61.42

14.00	B	0.67	31.47	38.91	0.82	41.25	54.02	0.89	34.89	50.33
	Rata - Rata	0.85	48.16	56.63	0.82	50.34	53.23	0.89	43.16	51.25
Persentase Penurunan					+3,5%	-4%	+5%	-5%	+12%	+16%
Simpang Setiabudi Klegen	Pendekat	Eksisting			Rencana 1			Rencana 2		
		DJ	PA	TI	DJ	PA	TI	DJ	PA	TI
Plan 3 09.30-13.00	U	1.16	94.96	118.30	0.90	106.64	80.50	0.97	79.24	70.91
	S	0.98	56.73	60.53	0.89	89.22	78.56	0.97	65.59	67.53
	T	0.91	53.50	64.17	0.90	89.30	96.02	0.97	69.86	90.21
	B	1.02	62.79	62.95	0.89	96.14	76.71	0.97	69.26	63.63
Rata - Rata		1.02	67.00	76.40	0.89	95.32	80.95	0.97	70.99	73.07
Persentase Penurunan					13%	-42%	-8%	5%	-6%	+5%
Plan 4 14.00-20.00	U	1.31	129.82	164.19	0.94	211.85	131.97	1.06	111.71	95.45
	S	1.40	125.12	150.19	0.94	213.55	120.72	1.06	106.23	79.43
	T	0.83	45.22	52.75	0.94	147.78	172.69	1.06	89.55	146.13
	B	1.00	60.02	60.62	0.94	165.41	136.96	1.06	83.87	90.59
Rata - Rata		1.14	57.97	106.94	0.94	184.64	140.58	1.06	70.99	102.90
Persentase Penurunan					+17%	-105%	-31%	+7%	-9%	+4%
Plan 5 20.00-06.00	U	1.11	85.20	50.92	0.84	67.45	51.64	0.88	59.31	49.25
	S	0.97	54.63	49.44	0.84	56.96	52.15	0.89	50.14	49.86
	T	1.02	71.97	59.33	0.84	62.99	58.00	0.89	56.95	57.53
	B	0.47	20.10	64.46	0.84	32.41	65.17	0.82	26.86	54.42
Rata - Rata		0.89	57.97	56.04	0.84	54.95	56.74	0.87	48.32	52.76
Persentase Penurunan					+5%	+5%	-1%	+2%	+17%	+6%

1
Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel diatas maka dapat diketahui bahwa untuk plan 1 dengan rentan waktu 06.00-07.30 kinerja simpang lebih optimal dengan menggunakan rencana 2 dengan penurunan derajat kejenuhan sebesar 6% , penurunan panjang antrian 0.1% dan penurunan tundaan rata-rata sebesar 16%. Untuk plan 2 07.30-09.30 dan 13.00-14.00 usulan terbaik yaitu rencana 2 dengan kenaikan dj sebesar 5%, penurunan panjang antrian sebesar 12% dan penurunan tundaan sebesar 12%.

Kemudian untuk plan 3 09.30-13.00 diketahui bahwa usulan terbaik yaitu rencana 2 dengan penurunan derajat kejenuhan sebesar 5%, Panjang antrian naik 6% dan tundaan sebesar 5%. Untuk plan 4 14.00-20.00 diketahui rencana terbaik dapat digunakan adalah rencana 2 dengan penurunan derajat kejenuhan sebesar 7%, panjang antrian naik 9% dan tundaan sebesar 4%. Untuk plan 5 20.00-06.00 diketahui bahwa usulan yang terbaik yang dapat dilakukan adalah rencana 2 dengan penurunan derajat kejenuhan sebesar 2%, panjang antrian 17% dan tundaan sebesar 6%.

Secara keseluruhan, bila dibandingkan dengan kondisi eksisting dan rencana 1, hasil dari rencana 2 menjadi yang paling optimal sehingga hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa penyesuaian waktu siklus dan distribusi waktu hijau mampu meningkatkan kinerja simpang bersinyal Setiabudi–Klegan secara signifikan, baik dalam menurunkan kepadatan lalu lintas, mengurangi panjang antrian, maupun memperbaiki tingkat pelayanan (tundaan) kendaraan. Selain itu, hasil evaluasi ini juga dapat dijadikan rekomendasi untuk penerapan pola waktu sinyal yang lebih adaptif dan evaluasi berkala guna mengakomodasi perubahan pola arus lalu lintas di masa mendatang, sehingga kualitas pelayanan simpang tetap terjaga secara berkelanjutan.

2 BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dan sesuai dengan tujuan penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil evaluasi kinerja simpang Setiabudi–Klegan, diketahui bahwa parameter derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan digunakan sebagai dasar penilaian kinerja simpang. Selain itu, evaluasi juga mempertimbangkan fluktuasi arus lalu lintas dengan mengambil satu jam puncak tertinggi selama 24 jam sesuai kondisi eksisting yaitu pada pukul 16.00 – 17.00 WIB. Berdasarkan hasil perhitungan Analisa kinerja simpang dengan PKJI 2023, kondisi eksisting Simpang Setiabudi – Klegan dengan volume lalu lintas sebesar 2.570 smp/jam memiliki derajat kejenuhan rata-rata tertinggi berada pada pendekat selatan pada Jalan Letjen Haryono yaitu sebesar 1,40. Panjang antrian yang cukup tinggi, Dimana Panjang antrian rata-rata terpanjang terjadi pada pendekat utara yaitu Jalan Mh Thamrin sebesar 129.74 meter. Untuk waktu tundaan rata-rata terlama terjadi pada pendekat utara. Dimana tundaan rata-rata sebesar 106,69 detik dan waktu tundaan terlama pada kaki pendekat utara yaitu Jalan Mh Thamrin pada sebanyak 186.93 detik/smp.
2. Simpang Setiabudi–Klegan, jika ditinjau dari volume lalu lintasnya, dinilai masih layak untuk tetap beroperasi sebagai simpang bersinyal. Untuk mengoptimalkan kinerja simpang sesuai dengan ketentuan PKJI 2023, dilakukan penyusunan rancangan perencanaan sinyal baru yang terbagi menjadi lima plan harian, yang masing-masing disesuaikan dengan fluktuasi volume lalu lintas 24 jam. Berikut merupakan perencanaan desain rekayasa simpang setiabudi - klegan yang dapat meningkatkan kinerja simpang lebih optimal berdasarkan dengan PKJI 2023 :
 - a. Perencanaan 1
Optimalisasi yang dilakukan pada setiap plan berdasarkan PKJI 2023 mencakup penyesuaian terhadap waktu siklus sinyal, pembagian waktu hijau efektif per fase dengan cara menghitung dengan waktu siklus pra penyesuaian yang merupakan waktu siklus sinyal lalu lintas awal yang dihitung berdasarkan kondisi eksisting atau rancangan awal sebelum

dilakukan penyesuaian optimalisasi sinyal. Hasil kinerja simpang Setiabudi – Klegen diperoleh pada plan 1 derajat kejenuhan menurun sebesar 12% , tundaan sebesar 0,2% namun kenaikan pada panjang antrian sebesar 43%. Pada plan 2 penurunan derajat kejenuhan sebesar 3,5% , tundaan sebesar 5% namun kenaikan panjang antrian sebesar 4%. Plan 3 derajat kejenuhan sebesar 13% namun kenaikan pada tundaan sebesar 8% dan panjang antrian sebesar 42%. Pada plan 4 terjadi penurunan derajat kejenuhan sebesar 17% dan tundaan sebesar 31% , namun ada kenaikan pada panjang antrian sebesar 105%. Untuk plan 5 terjadi penurunan pada derajat kejenuhan sebesar 5% dan tundaan sebesar 5% , namun ada peningkatan pada tundaan sebesar 1%.

b. Perencanaan 2

Optimalisasi dilakukan dengan melakukan perubahan pada waktu siklus sesuai dengan waktu siklus yang disarankan pada PKJI 2023 yang disesuaikan dengan tipe simpang. Hasil kinerja yang diperoleh dalam perencanaan 2 lebih optimal dalam plan baru, karena terjadi peningkatan kinerja yang dilihat dari penurunan panjang antrian serta tundaan yang cukup signifikan. Hasil kinerja Simpang Setiabudi – Klegen dalam penerapan rencana 2 adalah pada plan 1 terjadi penurunan derajat kejenuhan sebesar 6% , tundaan sebesar 16% dan panjang antrian sebesar 0,1%, untuk plan 2 terjadi penurunan panjang antrian sebesar 12% dan tundaan sebesar 16 % namun ada peningkatan derajat kejenuhan sebesar 5%. Pada plan 3 terjadi penurunan derajat kejenuhan sebesar 5% dan tundaan sebesar 5% , namun terjadi kenaikan pada panjang antrian sebesar 6%. Untuk plan 4 terjadi penurunan derajat kejenuhan sebesar 7% , tundaan sebesar 4%, namun ada peningkatan pada tundaan sebesar 4%. Pada plan 5 terjadi penurunan derajat kejenuhan sebesar 2% , tundaan 6% dan panjang antrian sebesar 17%.

3. Perbandingan kinerja simpang eksisting dan setelah dilakukan desain rekayasa pada Simpang Setiabudi - Klegen dengan PKJI 2023 diketahui bahwa Simpang Setiabudi - Klegen memiliki kinerja eksisting yang buruk dengan derajat kejenuhan sebesar 0,99, panjang antrian rata-rata mencapai 90,5 m dan waktu tundaan rata-rata mencapai 104 detik. Sedangkan hasil kinerja yang telah dilakukan desain rekayasa terjadi peningkatan kinerja yang dapat dilihat dari

penurunan menghasilkan rata-rata derajat kejenuhan sebesar 0,96 panjang antrian 69,16 meter dan dengan tundaan sebesar 70,83 det/smp.

37 6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi Dishub Kota Madiun selaku pemegang kebijakan dalam merancang strategi rekayasa lalu lintas di Simpang Setiabudi–Klegan di Kota Madiun, guna mendorong peningkatan kinerja simpang secara lebih optimal.
2. Sebagai pengembangan dari penelitian ini disarankan untuk melakukan survei lalu lintas selama satu minggu penuh, guna memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh terhadap kondisi lalu lintas, baik pada hari kerja maupun hari libur. Hal ini penting untuk mendukung perencanaan rekayasa yang lebih akurat dan sesuai kondisi aktual.
3. Penggunaan perangkat lunak pemodelan mikrosimulasi seperti VISSIM disarankan dalam tahap analisis lanjutan, untuk memvisualisasikan dan mengevaluasi dampak perubahan rekayasa secara lebih rinci. Melalui simulasi berbasis VISSIM, dapat diperoleh gambaran akurat mengenai antrian, tundaan, serta interaksi antar pergerakan kendaraan pada simpang, sehingga hasil perencanaan dapat diuji terlebih dahulu sebelum diterapkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia.
- ²⁶ H, S. M., Said, L. B., & Hajrah. (2021). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kemacetan Persimpangan Jalan di Kota Makassar. *Jurnal Flyover*, 1(1), 41–49. <https://doi.org/10.52103/jfo.v1i1.660>
- Juwita, F., Pratama, R. R., & Sujatmiko, C. (2024). *Studi Evaluasi Kinerja ⁴² Bersinyal pada Ruas Jalan Sultan Agung – Jalan Ki Maja dengan Metode PKJI 2023 Evaluation Study of Signalized Intersection Performance on Sultan Agung Road - Ki Maja Road With PKJI 2023 Method*. 09, 0–7.
- ¹⁶ Novianka P, J. R., Hidayati, K. D., Supriyadi, S., & Junaidi, J. (2020). KAJIAN TUNDAAN LALU LINTAS PADA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus: Simpang Jl. Brigjen Sudiarto - Jl. Majapahit - Jl. Fatmawati Kota Semarang). *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 25(1), 32. <https://doi.org/10.32497/wahanats.v25i1.1916>
- ⁵ Ramzy, M., Rahardjo, B., & Supriyanto, B. (2024). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Di Kota Malang Menggunakan Pkji 2023 (Studi Kasus: Simpang ⁶¹ Dieng Malang). *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi Teknik*, 4(7), 4. <https://doi.org/10.17977/um068.v4.i7.2024.4>
- Riza, M. A., ¹⁰ Suraji, A., Sudjianto, A. T., Sipil, J. T., Teknik, F., & Malang, U. W. (2025). Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal RSUD dr. R. Soedarsono Kota Pasuruan Terhadap Tundaan dan dipasang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) Area Traffic Control System (ATCS), masih belum bisa mengurai kepadatan volume kendaraan . *Meskipun* . 15(01), 39–48.
- (Putra & Risdianto, 1997)Putra, A. A., Nuhun, R. S., Iqbal, M., & Ahmad, S. N. (2022). Pengaturan Panjang Antrian Pada Simpang Bersinyal Berdasarkan

54
Volume Dan Komposisi Lalu Lintas. *STABILITA || Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*,
10(1), 34. <https://doi.org/10.55679/jts.v10i1.27566>

20
Putra, A. A., & Risdianto, Y. (1997). Analisis Kemacetan Lalu Lintas Di Ruas Jalan
Raya Menganti Lidah Kulon Surabaya. *Ejournal.Unesa.Ac.Id*.
[https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-
sipil/article/view/53279%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-
teknik-sipil/article/view/53279/43614](https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/53279%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/53279/43614)

18 18
Yaslim Arfan Syam, Septiandi Tri Admaja, & Melloukey Ardan. (2025). Evaluasi
Kinerja Jalan Arteri Primer Terhadap Kemacetan Lalu Lintas di Kawasan
Perkotaan Kota Medan. *Momentum Jurnal Inovasi Dan Rekayasa Teknik Sipil*
(*MJIRTS*), 1(1), 8–13. <https://doi.org/10.64123/mjirts.v1.i1.2>

34
Yolanda, I. (2014). Analisis Kepadatan Lalu Lintas Di Perlindungan Jalan (Studi
Kasus Di Jalan Soekarno Hatta-Tlogosari- Supriyadi-Medoho). *Jurnal Ilmiah*
S1 Matematika FSM Universitas Diponegoro, 3(4), 2014.

Lampiran 2 Hasil Survei CTMC Pendekat Utara

UTARA (JL MH THAMRIN)															
FORMULIR SURVEI VOLUME SIMPANG															
TIM PRASARANA KERJA LAPANGAN KOTA MADUNG TAHUN 2025															
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI															
Nama Simpang : SIMPANG SETIA BUDI - KLEGEN															
Tipe : 422															
Pengaturan : BERAPIL															
Waktu	Arah	MP				KS				SM	KTD			TOTAL	
		Mobil	MPU	Bus Kecil	Pick Up	Truck Kecil	Bus Sedang	Bus Besar	Trak Sedang		Trak Besar	Trak Gantung/Tempelan	Sepeda Motor		Sepeda
00.00-00.15	↑	15	0	0	2	0	0	8	10	8	0	0	0	0	63
00.00-00.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
00.00-00.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
00.15-00.30	↑	10	0	0	0	0	0	6	11	5	0	17	0	0	50
00.15-00.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.15-00.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.30-00.45	↑	8	0	0	1	0	0	5	11	5	0	12	0	0	42
00.30-00.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.30-00.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.45-01.00	↑	6	0	0	0	0	0	4	9	8	0	11	0	0	38
00.45-01.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.45-01.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00-01.15	↑	6	0	0	0	0	0	4	5	6	0	9	0	0	33
01.00-01.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00-01.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
01.15-01.30	↑	3	0	0	0	0	0	0	4	5	0	11	0	0	24
01.15-01.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
01.15-01.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.30-01.45	↑	5	0	0	0	0	0	0	4	7	0	12	0	0	28
01.30-01.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.30-01.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.45-02.00	↑	4	0	0	2	0	0	0	3	6	0	8	0	0	23
01.45-02.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.45-02.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
02.00-02.15	↑	3	0	0	0	0	0	2	2	4	0	7	0	0	18
02.00-02.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00-02.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.15-02.30	↑	4	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	0	0	14
02.15-02.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.15-02.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
02.30-02.45	↑	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	7	0	0	12
02.30-02.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.30-02.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
02.45-03.00	↑	3	0	0	1	0	0	3	2	3	0	5	0	0	17
02.45-03.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.45-03.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
03.00-03.15	↑	3	0	0	0	0	0	2	1	1	0	7	0	0	16
03.00-03.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00-03.15	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03.15-03.30	↑	4	0	0	2	0	0	4	2	2	0	5	0	0	19
03.15-03.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.15-03.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.30-03.45	↑	3	0	0	0	0	0	1	2	2	0	4	0	0	17
03.30-03.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.30-03.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.45-04.00	↑	3	0	0	4	0	0	2	1	1	0	7	0	0	21
03.45-04.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.45-04.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.00-04.15	↑	4	0	0	2	0	0	3	5	3	0	12	0	0	29
04.00-04.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.00-04.15	↗	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04.15-04.30	↑	3	0	0	0	0	0	1	2	4	0	17	0	0	27
04.15-04.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
04.15-04.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.30-04.45	↑	4	0	0	0	0	0	2	1	1	0	21	0	0	31
04.30-04.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.30-04.45	↗	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
04.45-05.00	↑	7	0	0	0	0	0	0	2	0	0	25	0	0	37
04.45-05.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.45-05.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
05.00-05.15	↑	8	0	0	0	1	0	0	3	0	0	32	0	0	47
05.00-05.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
05.00-05.15	↗	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6
05.15-05.30	↑	9	0	1	2	1	0	2	2	1	0	36	0	0	54
05.15-05.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05.15-05.30	↗	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	9
05.30-05.45	↑	15	0	1	3	0	0	2	0	4	0	75	0	0	98
05.30-05.45	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	12
05.30-05.45	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	24
05.45-06.00	↑	23	1	0	2	2	0	1	1	2	0	88	0	0	110
05.45-06.00	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	19
05.45-06.00	↗	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	45	0	0	55
06.00-06.15	↑	27	1	0	4	0	1	2	5	1	0	118	0	0	155
06.00-06.15	↘	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	31
06.00-06.15	↗	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	66	0	0	75

06.15-06.30	1	35	1	1	4	5	1	3	5	4	0	240	0	0	0	209
	Λ	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	22
	∇	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0	49
	∇	32	0	2	7	5	3	2	4	3	0	325	0	0	0	380
06.30-06.45	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	37
	Λ	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	324	0	0	0	336
	∇	33	0	2	4	9	0	2	7	4	0	320	0	0	0	371
06.45-07.00	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	35
	Λ	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	0	0	0	129
	∇	36	1	1	3	4	2	2	3	4	0	245	0	0	0	301
07.00-07.15	1	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	37
	Λ	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	80
	∇	40	0	1	3	3	1	3	1	2	0	230	0	0	0	284
07.15-07.30	1	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	36
	Λ	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	87
	∇	49	0	2	3	3	0	4	7	4	0	239	0	0	0	311
07.30-07.45	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	35
	Λ	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76	0	0	0	81
	∇	38	0	2	1	1	0	2	2	0	0	209	0	0	0	255
07.45-08.00	1	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	34	0	0	0	41
	Λ	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0	0	96
	∇	40	1	0	2	4	2	0	3	1	0	186	0	0	0	237
08.00-08.15	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	23
	Λ	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	76	0	0	0	80
	∇	44	0	0	2	2	0	1	2	0	0	177	0	0	0	228
08.15-08.30	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	33
	Λ	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	78
	∇	41	0	0	2	5	1	0	2	1	0	179	0	0	0	231
08.30-08.45	1	44	0	0	1	6	0	3	2	2	0	154	0	0	0	214
	Λ	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	72
	∇	43	0	0	1	4	0	2	0	2	0	173	0	0	0	228
08.45-09.00	1	4	0	0	2	1	0	0	0	0	0	31	0	0	0	38
	Λ	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	0	0	0	71
	∇	35	0	0	3	2	1	2	2	0	0	161	0	0	0	206
09.00-09.15	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	30
	Λ	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	69	0	0	0	80
	∇	31	0	0	2	2	1	2	3	2	0	170	0	0	0	211
09.15-09.30	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	38
	Λ	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	35
	∇	47	0	0	4	0	0	0	3	0	0	179	0	0	0	235
09.30-09.45	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	36
	Λ	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	37
	∇	38	0	0	2	3	2	1	0	2	0	156	0	0	0	204
09.45-10.00	1	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	35	0	0	0	43
	Λ	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	32
	∇	40	0	0	4	2	0	3	2	3	0	150	0	0	0	204
10.00-10.15	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	42
	Λ	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	22
	∇	45	0	0	3	4	1	1	2	2	0	150	0	0	0	208
10.15-10.30	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	24
	Λ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	31
	∇	40	0	0	4	4	0	2	3	1	0	144	0	0	0	192
10.30-10.45	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	34
	Λ	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	43
	∇	44	0	0	3	6	0	3	2	2	0	154	0	0	0	214
10.45-11.00	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	25
	Λ	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	40
	∇	45	0	0	3	3	2	4	3	0	0	135	0	0	0	219
11.00-11.15	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	29
	Λ	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	41
	∇	41	0	0	3	4	0	4	5	4	0	157	0	0	0	218
11.15-11.30	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	29
	Λ	5	0	0	1	2	0	0	1	0	0	30	0	0	0	37
	∇	46	1	0	4	7	2	2	0	6	0	162	0	0	0	216
11.30-11.45	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	35
	Λ	7	0	0	0	0	0	0	4	0	0	46	0	0	0	47
	∇	44	0	0	6	5	1	5	4	2	0	160	0	0	0	227
11.45-12.00	1	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	30	0	0	0	37
	Λ	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	43	0	0	0	53
	∇	54	0	0	4	7	0	4	6	3	0	125	0	0	0	230
12.00-12.15	1	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	40	0	0	0	50
	Λ	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	50
	∇	60	1	1	5	6	1	3	4	2	0	150	0	0	0	213
12.15-12.30	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	57
	Λ	15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	43	0	0	0	59
	∇	50	1	0	3	6	2	3	4	1	0	145	0	0	0	215
12.30-12.45	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	46
	Λ	18	0	0	2	6	0	0	2	0	0	55	0	0	0	77
	∇	47	1	1	9	8	2	1	11	2	0	140	0	0	0	222
12.45-13.00	1	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	38	0	0	0	46
	Λ	16	0	0	2	2	0	0	2	0	0	55	0	0	0	77
	∇	50	0	0	3	5	1	2	8	2	0	135	0	0	0	206
13.00-13.15	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	45
	Λ	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	66
	∇	48	0	0	2	5	0	2	6	1	0	146	0	0	0	210
13.15-13.30	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	44
	Λ	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	60
	∇	55	1	1	3	8	1	3	5	2	0	140	0	0	0	219
13.30-13.45	1	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	22	0	0	0	33
	Λ	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0	43	0	0	0	51
	∇	35	0	0	4	4	0	1	2	0	0	143	0	0	0	189
13.45-14.00	1	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	44
	Λ	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	74
	∇	36	1	1	3	2	2	2	4	2	0	130	0	0	0	152
14.00-14.15	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	29
	Λ	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	45
	∇	40	0	0	2	3	0	2	2	1	0	157	0	0	0	207
14.15-14.30	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	35
	Λ	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	64
	∇	43	0	0	3	2	0	2	3	2	0	152	0	0	0	201
14.30-14.45	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	41
	Λ	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	61
	∇	39	0	0	2	1	2	3	1	1	0	161	0	0	0	210
14.45-15.00	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	37
	Λ	10	0	0	0	4	0	0	0	0	0	50	0	0	0	64

15.00-15.15	1	44	0	0	3	4	0	2	0	2	0	0	0	0	0	153	0	0	0	208
	2	30	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	39
	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	58
	4	48	0	0	2	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	210
	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	38
	6	24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	63
	7	34	0	0	4	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	113	0	0	0	149
	8	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	28
	9	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	45
	10	56	0	0	4	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	147	0	0	0	211
	11	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	55
	12	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	71
	13	63	0	0	2	1	1	3	6	1	0	0	0	0	0	152	0	0	0	231
	14	30	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	45
	15	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	88
	16	65	0	0	2	2	1	1	4	1	0	0	0	0	0	149	0	0	0	225
	17	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	47
	18	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	56
	19	70	0	0	2	5	1	2	8	2	0	0	0	0	0	158	0	0	0	246
	20	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	53
	21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0	86
	22	62	0	0	6	5	0	2	4	1	0	0	0	0	0	166	0	0	0	247
	23	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	48
	24	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0	70
	25	30	0	0	3	8	0	1	5	8	0	0	0	0	0	88	0	0	0	125
	26	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	49
	27	18	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	70
	28	68	0	0	7	6	0	3	7	2	0	0	0	0	0	165	0	0	0	258
	29	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	58
	30	23	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	91
	31	21	0	0	5	5	0	2	4	2	0	0	0	0	0	170	0	0	0	259
	32	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	55
	33	11	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	47
	34	68	0	0	4	3	0	2	5	2	0	0	0	0	0	163	0	0	0	247
	35	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	55
	36	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	77
	37	21	0	0	2	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	170	0	0	0	253
	38	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	43
	39	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	48
	40	65	0	0	3	3	2	1	3	2	0	0	0	0	0	169	0	0	0	242
	41	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	41
	42	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	64
	43	60	0	0	3	4	2	2	8	2	0	0	0	0	0	155	0	0	0	216
	44	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	46
	45	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	60
	46	62	0	0	6	2	2	3	5	3	0	0	0	0	0	165	0	0	0	248
	47	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	41
	48	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	63
	49	39	0	0	2	2	4	2	2	3	0	0	0	0	0	117	0	0	0	173
	50	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	46
	51	6	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	34
	52	60	0	0	3	2	2	2	2	1	2	0	0	0	0	140	0	0	0	212
	53	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	49
	54	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	88
	55	61	0	0	6	4	4	4	2	8	0	0	0	0	0	156	0	0	0	217
	56	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	46
	57	11	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0	71
	58	60	0	0	6	4	3	3	3	2	0	0	0	0	0	134	0	0	0	215
	59	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	45
	60	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	77
	61	55	0	0	5	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0	132	0	0	0	200
	62	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	37
	63	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	70
	64	46	0	0	4	0	0	4	9	2	0	0	0	0	0	127	0	0	0	192
	65	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	33
	66	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0	69
	67	60	0	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0	0	0	118	0	0	0	181
	68	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	34
	69	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	66
	70	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	29
	71	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	59
	72	15	0	0	2	0	0	2	9	0	0	0	0	0	0	117	0	0	0	167
	73	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	41
	74	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	55
	75	32	0	0	0	0	1	3	4	4	0	0	0	0	0	87	0	0	0	131
	76	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	26
	77	21	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	58
	78	40	0	0	2	0	0	2	6	2	0	0	0	0	0	80	0	0	0	112
	79	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	25
	80	23	0	0	1	0	0	9	8	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	64
	81	25	0	0	1	0	2	4	8	2	0	0	0	0	0	77	0	0	0	119
	82	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	24
	83	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	52
	84	21	0	0	0	0	0	2	2	9	0	0	0	0	0	75	0	0	0	105
	85	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	18
	86	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	47
	87	23	0	0	2	0	1	3	9	3	0	0	0	0	0	64	0	0	0	103
	88	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	14
	89	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	38
	90	19	0	0	0	0	0	3	6	2	0	0	0	0	0	57	0	0	0	87
	91	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	10
	92	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	29
	93	20	0	0	1	0	1	2	8											

Lampiran 3 Hasil Survei CTMC Pendekat Selatan

SELATAN (JL LETJEN HARYONO)															
FORMULIR SURVEI VOLUME SIMPANG															
TIM PRASABDA KERAJAAN LAPANGAN KOTA MADUNG TAHUN 2025															
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI															
Nama Simpang : SIMPANG SETIA BUDI - KLEGEN															
Tipe : 422															
Pengaturan : BERAPIL															
Waktu	Arah	MP				KS				SM	KTD			TOTAL	
		Mobil	MPU	Bus Kecil	Pick Up	Truck Kecil	Bus Sedang	Bus Besar	Trak Sedang		Trak Besar	Trak Gantung/Tempelan	Sepeda Motor		Sepeda
00.00-00.15	↑	11	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	44
00.00-00.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
00.00-00.15	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
00.15-00.30	↑	9	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	30
00.15-00.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
00.15-00.30	↗	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4
00.30-00.45	↑	8	0	0	0	2	2	0	2	1	15	0	0	0	30
00.30-00.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
00.30-00.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
00.45-01.00	↑	9	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	25
00.45-01.00	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4
00.45-01.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
01.00-01.15	↑	12	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	26
01.00-01.15	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01.00-01.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
01.15-01.30	↑	7	0	0	2	1	0	0	3	0	0	7	0	0	20
01.15-01.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
01.15-01.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
01.30-01.45	↑	3	0	0	0	0	1	3	0	1	0	7	0	0	15
01.30-01.45	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
01.30-01.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
01.45-02.00	↑	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	5	0	0	9
01.45-02.00	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
01.45-02.00	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
02.00-02.15	↑	3	0	0	1	0	0	1	2	0	0	6	0	0	13
02.00-02.15	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02.00-02.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.15-02.30	↑	5	0	0	0	0	2	0	0	0	7	0	0	0	14
02.15-02.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
02.15-02.30	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
02.30-02.45	↑	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	0	0	15
02.30-02.45	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
02.30-02.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
02.45-03.00	↑	5	0	0	2	0	1	0	0	1	0	8	0	0	17
02.45-03.00	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
02.45-03.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
03.00-03.15	↑	5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	9	0	0	18
03.00-03.15	↘	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
03.00-03.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
03.15-03.30	↑	3	0	0	1	0	0	1	0	1	0	8	0	0	15
03.15-03.30	↘	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
03.15-03.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.30-03.45	↑	4	0	0	0	2	2	0	3	0	0	10	0	0	19
03.30-03.45	↘	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
03.30-03.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.45-04.00	↑	4	0	0	2	0	0	0	0	0	13	0	0	0	19
03.45-04.00	↘	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
03.45-04.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
04.00-04.15	↑	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	12	0	0	19
04.00-04.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.00-04.15	↗	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
04.15-04.30	↑	6	0	0	2	0	2	3	0	0	0	14	0	0	27
04.15-04.30	↘	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5
04.15-04.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6
04.30-04.45	↑	5	0	0	4	2	0	0	2	0	0	15	0	0	28
04.30-04.45	↘	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
04.30-04.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
04.45-05.00	↑	6	0	0	5	0	0	1	0	0	0	18	0	0	30
04.45-05.00	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	8
04.45-05.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4
05.00-05.15	↑	8	0	0	4	3	0	0	3	2	0	26	0	0	44
05.00-05.15	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4
05.00-05.15	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	9
05.15-05.30	↑	9	0	0	8	2	2	1	0	0	0	28	0	0	48
05.15-05.30	↘	2	0	0	3	0	0	0	0	0	8	0	0	0	13
05.15-05.30	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	11
05.30-05.45	↑	17	0	0	1	1	0	1	1	1	0	37	0	0	59
05.30-05.45	↘	5	0	0	2	0	0	0	0	0	12	0	0	0	17
05.30-05.45	↗	5	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	15
05.45-06.00	↑	23	0	0	3	2	1	1	2	1	0	96	0	0	129
05.45-06.00	↘	2	0	0	1	0	0	0	0	0	21	0	0	0	24
05.45-06.00	↗	2	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	31
06.00-06.15	↑	41	0	0	2	1	2	1	4	2	0	120	0	0	175
06.00-06.15	↘	2	0	0	1	0	0	0	0	0	25	0	0	0	28
06.00-06.15	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	38

Lampiran 4 Hasil Survei CTMC Pendekat Timur


TIMUR (JL SETIABUDI)																	
FORMULIR SURVEI VOLUME SIMPANG																	
TIM PRABALOKA KEMENTERIAN PERKOTATAN DAN INFRASTRUKTUR																	
KEMENTERIAN PERKOTATAN DAN INFRASTRUKTUR																	
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI																	
Nama Simpang : SIMPANG SETIABUDI - KLEGEN																	
Tipe : 422																	
Pengaturan : BERAPIL																	
Waktu	Arah	MP					KS					SM			KTD		TOTAL
		Mobil	MPU	Bus Kecil	Pick Up	Truck Kecil	Bus Sedang	Bus Besar	Trak Sedang	Trak Besar	Trak Gendang/Tempelan	Sepeda Motor	Sepeda	Pejalan Kaki	Becak		
00.00-00.15	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	19
00.00-00.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.00-00.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.15-00.30	↑	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	18
00.15-00.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.15-00.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.30-00.45	↑	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	18
00.30-00.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.30-00.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
00.45-01.00	↑	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	12
00.45-01.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.45-01.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00-01.15	↑	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	13
01.00-01.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00-01.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
01.15-01.30	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	12
01.15-01.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
01.15-01.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.30-01.45	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	12
01.30-01.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.30-01.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.45-02.00	↑	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	11
01.45-02.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.45-02.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00-02.15	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	11
02.00-02.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00-02.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.15-02.30	↑	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	10
02.15-02.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
02.15-02.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.30-02.45	↑	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4
02.30-02.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.30-02.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
02.45-03.00	↑	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	10
02.45-03.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.45-03.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00-03.15	↑	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	7
03.00-03.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00-03.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.15-03.30	↑	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	9
03.15-03.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
03.15-03.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.30-03.45	↑	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	10
03.30-03.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.30-03.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.45-04.00	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	9
03.45-04.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
03.45-04.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.00-04.15	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	11
04.00-04.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
04.00-04.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
04.15-04.30	↑	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	12
04.15-04.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
04.15-04.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.30-04.45	↑	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	16
04.30-04.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
04.30-04.45	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
04.45-05.00	↑	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	27
04.45-05.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
04.45-05.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
05.00-05.15	↑	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	24
05.00-05.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7
05.00-05.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
05.15-05.30	↑	8	2	0	2	0	0	0	1	0	0	85	0	0	0	0	98
05.15-05.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	12
05.15-05.30	↗	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	7
05.30-05.45	↑	11	0	0	0	1	0	0	1	0	0	128	0	0	0	0	141
05.30-05.45	↘	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	21
05.30-05.45	↗	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	35
05.45-06.00	↑	14	0	0	0	3	0	0	2	0	0	134	0	0	0	0	153
05.45-06.00	↘	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	27
05.45-06.00	↗	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	23
06.00-06.15	↑	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	51
06.00-06.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
06.00-06.15	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	8

Lampiran 5 Hasil Survei CTMC Pendekat Barat

BARAT (JL MASTRIP)															
FORMULIR SURVEI VOLUME SIMPANG															
TIM PRABAKTIWA KERJA LAPANGAN KOTA MADISON TAHUN 2025															
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI															
Nama Simpang : SIMPANG SETIA BUDI - KLEGEN															
Tipe : 422															
Pengaturan : BERAPILL															
Waktu	Arah	MP				KS				SM	KTD			TOTAL	
		Mobil	MPU	Bus Kecil	Pick Up	Truck Kecil	Bus Sedang	Bus Besar	Trak Sedang		Trak Besar	Trak Gendang/Tempelan	Sepeda Motor		Sepeda
00.00-00.15	↑	12	0	0	2	0	0	0	0	0	21	0	0	0	35
00.00-00.15	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
00.00-00.15	↗	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	10
00.15-00.30	↑	10	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	27
00.15-00.30	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5
00.15-00.30	↗	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
00.30-00.45	↑	8	0	0	2	0	0	0	1	0	13	0	0	0	24
00.30-00.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
00.30-00.45	↗	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	6
00.45-01.00	↑	13	0	0	1	0	0	0	0	0	11	0	0	0	25
00.45-01.00	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00.45-01.00	↗	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	5
01.00-01.15	↑	11	0	0	0	1	0	0	0	0	14	0	0	0	26
01.00-01.15	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4
01.00-01.15	↗	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
01.15-01.30	↑	8	0	0	0	0	0	0	1	0	11	0	0	0	20
01.15-01.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.15-01.30	↗	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
01.30-01.45	↑	9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	17
01.30-01.45	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
01.30-01.45	↗	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
01.45-02.00	↑	8	0	0	0	0	0	0	1	0	9	0	0	0	18
01.45-02.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.45-02.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
02.00-02.15	↑	7	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	18
02.00-02.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
02.00-02.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.15-02.30	↑	5	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0	0	0	18
02.15-02.30	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
02.15-02.30	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.30-02.45	↑	8	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	15
02.30-02.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
02.30-02.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
02.45-03.00	↑	7	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	13
02.45-03.00	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
02.45-03.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
03.00-03.15	↑	6	0	0	0	0	0	0	1	0	9	0	0	0	16
03.00-03.15	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
03.00-03.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.15-03.30	↑	5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	9
03.15-03.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8
03.15-03.30	↗	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	6
03.30-03.45	↑	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	8
03.30-03.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
03.30-03.45	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
03.45-04.00	↑	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	7
03.45-04.00	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	6
03.45-04.00	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
04.00-04.15	↑	6	0	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	11
04.00-04.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9
04.00-04.15	↗	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
04.15-04.30	↑	7	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	13
04.15-04.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
04.15-04.30	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
04.30-04.45	↑	8	0	0	2	1	0	0	2	0	8	0	0	0	21
04.30-04.45	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
04.30-04.45	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	7
04.45-05.00	↑	8	0	0	0	2	0	0	0	0	10	0	0	0	20
04.45-05.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
04.45-05.00	↗	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
05.00-05.15	↑	7	0	0	0	2	0	0	0	0	18	0	0	0	27
05.00-05.15	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4
05.00-05.15	↗	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
05.15-05.30	↑	8	0	0	0	2	0	0	0	0	21	0	0	0	31
05.15-05.30	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5
05.15-05.30	↗	2	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	21
05.30-05.45	↑	9	0	0	0	2	0	0	0	0	45	0	0	0	56
05.30-05.45	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	6
05.30-05.45	↗	2	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	21
05.45-06.00	↑	10	0	0	0	2	0	0	0	0	60	0	0	0	72
05.45-06.00	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	11
05.45-06.00	↗	7	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	43
06.00-06.15	↑	8	0	0	0	3	0	0	0	0	32	0	0	0	43
06.00-06.15	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	13
06.00-06.15	↗	7	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	47


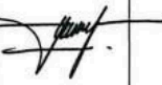


Lampiran 6 Dokumentasi Survei Panjang Antrian



	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI		
	FORMULIR ASISTENSI BIMBINGAN KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR		
KODE FR.02.030	Tanggal Berlaku : 31 Agustus 2020	Revisi : -	Hal. : 1 / 2

**LAMPIRAN ASISTENSI TUGAS AKHIR
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI**





Nama : Krisna Wahyu Widayat
 Notar : 2203010
 Program Studi : D-III Manajemen Transportasi Jalan
 Dosen Pembimbing : I Wayan Yudi Martha Wiguna, S.T., M.T.
 Judul KKW/TA : Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dalam Upaya
 Peningkatan Kelancaran Lalu Lintas di Kota Madiun (Studi
 Kasus : Simpang Setiabudi – Klegen)


Asistensi Ke-	Tanggal Asistensi	Evaluasi	Revisi	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Rabu, 19 Mei 2025	BAB I - BAB III	- Latar belakang - Tinjauan pustaka - Daftar Isi	
2	Senin, 30 Juni 2025	BAB IV	- Struktur penulisan	
3	Jumat, 4 Juli 2025	BAB V	- penulisan Tabel - struktur penulisan	
4	Senin, 7 Juli, 2025	BAB V	- DAD IV kesimpulan	

	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI		
	FORMULIR ASISTENSI BIMBINGAN KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR		
KODE FR.02.030	Tanggal Berlaku : 31 Agustus 2020	Revisi : -	Hal : 1 / 2





LAMPIRAN ASISTENSI TUGAS AKHIR
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI

Nama : Krisna Wahyu Widayat
 Notar : 2203010
 Program Studi : D-III Manajemen Transportasi Jalan
 Dosen Pembimbing 2 : Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T.(TD), M.A.P.
 Judul KKW/TA : Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dalam Upaya Peningkatan Kelancaran Lalu Lintas di Kota Madiun (Studi Kasus : Simpang Setiabudi – Klegen)

Asistensi Ke-	Tanggal Asistensi	Evaluasi	Revisi	Tanda Tangan Dosen Pembimbing
1	Set, 27 ma 2018	BAB IV Metodologi	- Rencana survei	
2	Senin, 30 juni 2018	BAB V perhitungan	fluktuasi proses	
3	Senin, 7 juli, 2018	BAB V perhitungan	- Analisis perencanaan	
4	Rabu, 9 juli, 2018	BAB V perhitungan	- Analisis perencanaan	

	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI		
	FORMULIR ASISTENSI BIMBINGAN KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR		
KODE FR.02.030	Tanggal Berlaku : 31 Agustus 2020	Revisi : -	Hal. : 1 / 1

**LAMPIRAN ASISTENSI TUGAS AKHIR
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI**

Asistensi Ke-	Dokumentasi
1	
2	
3	
4	

	KEMENTERIAN PERHUBUNGAN BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI		
	FORMULIR ASISTENSI BIMBINGAN KERTAS KERJA WAJIB/TUGAS AKHIR		
KODE FR.02.030	Tanggal Berlaku : 31 Agustus 2020	Revisi : -	Hal. : 1 / 1

**LAMPIRAN ASISTENSI TUGAS AKHIR
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI**

Asistensi Ke-	Dokumentasi
1	
2	
3	

Turnitin

ORIGINALITY REPORT

11 %	10 %	4 %	5 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	digilib.ptdisttd.ac.id Internet Source	2 %
2	Submitted to Landmark University Student Paper	2 %
3	repository.its.ac.id Internet Source	1 %
4	dspace.uii.ac.id Internet Source	<1 %
5	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
6	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1 %
7	ojs.uho.ac.id Internet Source	<1 %
8	ktj.pktj.ac.id Internet Source	<1 %
9	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
10	teras.unimal.ac.id Internet Source	<1 %
11	core.ac.uk Internet Source	<1 %

12	123dok.com Internet Source	<1 %
13	jurnal.unej.ac.id Internet Source	<1 %
14	jurnal.ucy.ac.id Internet Source	<1 %
15	vdocuments.site Internet Source	<1 %
16	jurnal.ensiklopediaku.org Internet Source	<1 %
17	eprints.upj.ac.id Internet Source	<1 %
18	journal.marasofipublishing.co.id Internet Source	<1 %
19	media.neliti.com Internet Source	<1 %
20	ojs.unik-kediri.ac.id Internet Source	<1 %
21	Submitted to itera Student Paper	<1 %
22	eprints.pktj.ac.id Internet Source	<1 %
23	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
24	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
25	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %

26	jurnal.ft.umi.ac.id Internet Source	<1 %
27	adoc.pub Internet Source	<1 %
28	Probo Yudha Prasetyo, Sigit Priyanto, Imam Muthohar. "PENGATURAN POLA ARUS LALU LINTAS DI KAWASAN PLTU KARANGKANDRI CILACAP (Studi Kasus : Ruas Jalan Lingkar Timur Cilacap)", Jurnal Penelitian Transportasi Darat, 2021 Publication	<1 %
29	Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya Student Paper	<1 %
30	Bimantara, Firmandhi Sahid. "Pengaruh koordinasi simpang bersinyal terhadap waktu tempuh pengguna jalan (Studi kasus simpang pegadaidansimpang alun-alun lama ungaran)", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023 Publication	<1 %
31	jurnal.untan.ac.id Internet Source	<1 %
32	repository.upstegal.ac.id Internet Source	<1 %
33	repo.usni.ac.id Internet Source	<1 %
34	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	<1 %

35	ojs.ukipaulus.ac.id Internet Source	<1 %
36	journals.unisba.ac.id Internet Source	<1 %
37	repository.ppns.ac.id Internet Source	<1 %
38	repository.unwira.ac.id Internet Source	<1 %
39	Submitted to Lambung Mangkurat University Student Paper	<1 %
40	Submitted to Universitas Andalas Student Paper	<1 %
41	eprints.unram.ac.id Internet Source	<1 %
42	journal.uib.ac.id Internet Source	<1 %
43	jurnal.uns.ac.id Internet Source	<1 %
44	ppid-sintang.org Internet Source	<1 %
45	repository.poltektranssd-palembang.ac.id Internet Source	<1 %
46	Submitted to Institut Pertanian Bogor Student Paper	<1 %
47	Submitted to President University Student Paper	<1 %
48	docplayer.info Internet Source	<1 %

49	dwiwardjoapriyanto.blogspot.com Internet Source	<1 %
50	vbook.pub Internet Source	<1 %
51	Submitted to Universitas Negeri Jakarta Student Paper	<1 %
52	journal.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
53	eprints.amikompurwokerto.ac.id Internet Source	<1 %
54	prin.or.id Internet Source	<1 %
55	ejournal.unitomo.ac.id Internet Source	<1 %
56	repository.unibos.ac.id Internet Source	<1 %
57	etd.repository.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
58	kc.umn.ac.id Internet Source	<1 %
59	Hariman Al Faritzie, Felly Misdalena, Selvia Aprilyanti. "Evaluasi Kinerja Ruas Jalan Sukabangun II Kota Palembang Menggunakan Metode PKJI 2023", Media Ilmiah Teknik Sipil, 2025 Publication	<1 %
60	Sona Ndari, Nirwana Puspasari, Reza Zulfikar Akbar. "Analisis Perbandingan Arus Jenuh	<1 %

Pada Pendekat Terlindung Simpang
Diponegoro-Pilau-Nenas Dengan Metode MKJI
Dan Time Slice", Media Ilmiah Teknik Sipil,
2024

Publication

61	Submitted to Syntax Corporation Student Paper	<1 %
62	otomotif.kompas.com Internet Source	<1 %
63	repositori.unsil.ac.id Internet Source	<1 %
64	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
65	repository.umy.ac.id Internet Source	<1 %
66	repository.untag-sby.ac.id Internet Source	<1 %
67	research-report.umm.ac.id Internet Source	<1 %
68	Aditiya Yayang Nurkafi, Yosef Cahyo, Sigit Winarto, Agata Iwan Candra. "ANALISA KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL JALAN SIMPANG BRANGGAHAN NGADILUWIH KABUPATEN KEDIRI", Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 2019 Publication	<1 %
69	alfrizhanreklantas.blogspot.com Internet Source	<1 %
70	dev.neraca.co.id Internet Source	<1 %

71	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
72	e-arsip.bontangkota.go.id Internet Source	<1 %
73	ejurnal.itenas.ac.id Internet Source	<1 %
74	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
75	sipil.ejournal.web.id Internet Source	<1 %
76	techno-news17.blogspot.com Internet Source	<1 %
77	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
78	www.polines.ac.id Internet Source	<1 %
79	Gede Sumarda, I Gusti Made Sudika, Kadek Bela Wirawan. "EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL SIMPANG GUNUNG TANGKUBAN PERAHU - TEUKU UMAR BARAT DI KOTA DENPASAR", Jurnal Teknik Gradien, 2022 Publication	<1 %
80	Leni Sriharyani, Ida Hadijah. "ANALISA KINERJA SIMPANG PASAR UNIT 2 KABUPATEN TULANG BAWANG PROPINSI LAMPUNG DENGAN METODE PEDOMAN KAPASITAS JALAN INDONESIA 2014", TAPAK (Teknologi	<1 %

Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil, 2021

Publication

-
- | | | |
|----|--|------|
| 81 | Nurul Hidayati, Pienyani Rosawanti, Ninik Karyani. "Perlakuan <i>Trichoderma koningii</i> dan Biourine terhadap Pengendalian Penyakit Moler (<i>Fusarium oxysporum</i>), Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum</i> L.) di Tanah Mineral", Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan, 2019
Publication | <1 % |
| 82 | Surya Iham Ardiansyah, Nurani Hartatik, Aditya Rizkiardi. "Analisis Volume Lalu Lintas pada Jalan Raya Semolowaru Surabaya", Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 2025
Publication | <1 % |
| 83 | digilib.uinkhas.ac.id
Internet Source | <1 % |
| 84 | digilib.unmuhjember.ac.id
Internet Source | <1 % |
| 85 | journal.staihubbulwathan.id
Internet Source | <1 % |
| 86 | journal.universitaspahlawan.ac.id
Internet Source | <1 % |
| 87 | lintas-madiun.blogspot.com
Internet Source | <1 % |
| 88 | media-sinergi.com
Internet Source | <1 % |
| 89 | pt.scribd.com
Internet Source | <1 % |
-

90	Submitted to ptdi-sttd Student Paper	<1 %
91	repository.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
92	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
93	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
94	M. Ibnu Tantowi, Yulis Widhiastuti, Soegyarto. "Analisis Pengaruh Parkir Di Badan Jalan (On Street Parking) dan Pedagang Kaki Lima di Sepanjang Jalan Terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Babat Sta 0+0.080 – Sta 0+0.380 Area Pasar Babat", Seminar Nasional Teknik Sipil, 2024 Publication	<1 %
95	Muhammad Ivan Aldino, Tas'an Junaedi, Dwi Herianto, Rahayu Sulistyorini. "Analisis konflik jalinan lalu-lintas terhadap tundaan perjalanan dengan metode gap acceptance", REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung, 2023 Publication	<1 %
96	Anwar, Achmad Choliq. "Evaluasi Manajemen Rekayasa Lalu Lintas Dengan Aplikasi Contram Release 5.09 (Studi Kasus Cbd Kota Semarang: Jl. Imam Bonjol - Jl. Kapten Piere Tendean - Jl. Pemuda)", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023 Publication	<1 %

97

idoc.pub

Internet Source

<1 %

98

jurnal.umj.ac.id

Internet Source

<1 %

99

ojs.uajy.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off