

OPTIMALISASI_REKAYASA_LALU
_LINTAS_SIMPANG_4_GAJAH_M
ADA_SAWUNGGALING_UNTUK_
MENINGKATKAN_KINERJA_SIMP
A-1752424344572

by Turnitin Checker

Submission date: 14-Jul-2025 01:33AM (UTC+0900)

Submission ID: 2714180151

File name: SAWUNGGALING_UNTUK_MENINGKATKAN_KINERJA_SIMPA-1752424344572.docx (12.32M)

Word count: 12148

Character count: 73162

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

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH :

MADE WAHYU BINTANG SAMUDRA PUTRA

2203037

46

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI

PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

2025

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

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian

Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Transportasi



DISUSUN OLEH:

MADE WAHYU BINTANG SAMUDRA PUTRA

2203037

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI

PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

KERTAS KERJA WAJIB

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

Disusun oleh:

MADE WAHYU BINTANG SAMUDRA PUTRA

2203037

Disetujui untuk di ajukan pada

Sidang Akhir ¹ Kertas Kerja Wajib

Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

**Aswin Badarudin Atmajaya S.Si.Tr
(TD), M.A.P.**

NIP. 19900513 201012 1 004

Tanggal:

³⁴

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

NIP. 19900519 201902 1 002

Tanggal:

Ditetapkan di: Tabanan

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

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

MADE WAHYU BINTANG SAMUDRA PUTRA

2203037

26
TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI

PADA TANGGAL

DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Tim Penguji

Mengetahui,

KETUA PROGRAM STUDI

DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

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

19820530 200912 1 003

KATA PENGANTAR

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

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

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

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
BAB I	Error! Bookmark not defined.
PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1. Latar Belakang	1
1.1. Rumusan Masalah	3
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Manfaat Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
BAB II GAMBARAN UMUM	6
2.1. Kondisi Wilayah	6
2.2. Kondisi Objek	7
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	10
3.1. Persimpangan	10
3.1.1. Simpang Ber-APILL (<i>Signalised Intersection</i>)	10
3.1.2. Simpang Tidak Ber-APILL (<i>Unsignalized Intersection</i>)	10
3.2. Analisis Simpang Ber-APILL	10
3.2.1. Kapasitas Simpang Ber-APILL	10
3.2.2. Arus Jenuh Simpang Ber-APILL	11
3.2.3. Rasio Arus terhadap Arus Jenuh Simpang Ber-APILL	15
3.2.4. Waktu Isyarat APILL	15
3.2.5. Kinerja Simpang Ber-APILL	16
3.3. VISSIM sebagai Permodelan Simulasi Persimpangan	18
3.4.1. Permodelan VISSIM	18

3.3.2. Kalibrasi	18
3.3.3. Validasi	19
3.3.4. Evaluasi	19
3.4. Penelitian Terdahulu	20
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	25
4.1. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	25
4.1.1. Data Sekunder	25
4.1.2. Data Primer	25
4.2. Metode Analisis Data	26
4.2.1. Analisis Kinerja Simping Eksisting	26
4.2.2. Penentuan <i>Plan Simping</i>	26
4.2.3. Permodelan VISSIM Setelah di Reayasa	27
4.3. Bagan Alir	27
4.4. Timeline Kegiatan	30
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	31
5.1. Pengumpulan Data	31
5.1.1. Data Inventarisasi Simping	31
5.1.2. Data Kecepatan	32
5.1.3. Data Volume	34
5.2. Analisis Kondisi Eksisting Kinerja Simping dengan PKJI 2023	36
5.3. Analisis Kondisi Eksisting dengan Permodelan Vissim	40
5.4. Kalibrasi dan Validasi Vissim	45
5.4.1. Kalibrasi	45
5.4.2. Validasi	46
5.5. Analisis Kinerja Waktu Perencanaan <i>Plan</i> Harian Melalui Permodelan Vissim	46
5.5.1. Waktu Siklus Eksisting	46
5.5.2. Perencanaan Waktu Siklus Baru	48

5.6 Rekomendasi Kebutuhan Perencanaan Desain <i>Plan</i> Harian	69
BAB VI PENUTUP	72
6.1 Kesimpulan	72
6.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas Administrasi Wilayah.....	6
Tabel 3. 1 Tabel Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	12
Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Ukuran Kota	13
Tabel 3. 3 Tipe Fase yang Layak	15
Tabel 3. 4 Parameter GEH	19
Tabel 3. 5 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3. 6 Timeline Kegiatan.....	30
Tabel 5. 1 Identitas tiap lengan simpang.....	32
Tabel 5. 2 Proporsi jumlah kendaraan.....	35
Tabel 5. 3 Hasil perhitungan kapasitas.....	37
Tabel 5. 4 Hasil perhitungan arus jenuh.....	38
Tabel 5. 5 Derajat Kejenuhan tiap lengan.....	38
Tabel 5. 6 Kriteria pengaturan driving behaviour.....	43
Tabel 5. 7 Parameter kalibrasi driving behaviour.....	45
Tabel 5. 8 Metode Uji GEH.....	46
Tabel 5. 9 Perbandingan hasil eksisitng dan perencanaan.....	51
Tabel 5. 10 Perbandingan hasil eksisitng dan perencanaan paling optimal.....	58
Tabel 5. 11 Perbandingan hasil eksisting dan perencanaan.....	62
Tabel 5. 12 Perbandingan hasil eksisitng dan perencanaan paling optimal.....	69
Tabel 5.13 Hasil penurunan Panjang antrian pada tiap lengan Simpang.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Jaringan Jalan.....	6
Gambar 2. Tampak Atas Simpang 4 Gajah Mada – Sawunggaling.....	7
Gambar 3. Pendekat Utara.....	7
Gambar 4. Pendekat Selatan.....	8
Gambar 5. Pendekat Timur.....	8
Gambar 6. Pendekat Barat.....	9
Gambar 7. Grafik Arus Jenuh Terlawan.....	12
Gambar 8. Grafik Faktor Koreksi Penyesuaian Kelandaian.....	13
Gambar 9. Grafik Faktor Koreksi Jarak Parkir.....	14
Gambar 10. Data Inventarisasi Simpang.....	31
Gambar 11. <i>Survey</i> Inventarisasi Simpang.....	32
Gambar 12. Grafik volume selama 24 jam.....	34
Gambar 13. Proporsi jumlah kendaraan.....	35
Gambar 14. Diagram Flow paling peak dalam satu hari.....	36
Gambar 15. Data CTMC untuk menghitung kinerja melalui PKJI.....	36
Gambar 16. Pembagian Waktu <i>Plan</i> Harian.....	39
Gambar 17. Pembuatan permodelan vissim (link).....	40
Gambar 18. Pembuatan permodelan vissim (2D/3D model).....	40
Gambar 19. Pembuatan permodelan vissim (Vehicle types).....	41
Gambar 20. Pembuatan permodelan vissim (Vehicle Inputs).....	41
Gambar 21. Pembuatan permodelan vissim (Vehicle Route).....	41
Gambar 22. Pembuatan permodelan vissim (Signal control).....	42
Gambar 23. Pembuatan permodelan vissim (Driving behaviour).....	42
Gambar 24. Pembuatan permodelan vissim (Data Collection Point).....	43
Gambar 25. Pembuatan permodelan vissim (Simulation).....	43
Gambar 26. Pembuatan permodelan vissim Model Eksisting.....	44
Gambar 27. Pengaturan signal control eksisting pada vissim.....	47
Gambar 28. Diagram fase kondisi eksisting.....	47
Gambar 29. Diagram Flow jam puncak <i>Plan</i> 1.....	48

Gambar 30. Permodelan Eksisting vissim <i>plan 1</i>	49
Gambar 31. Signal control <i>plan 1</i> pada vissim.....	49
Gambar 32. Diagram fase <i>plan 1</i>	50
Gambar 33. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus baru	50
Gambar 34. Diagram Flow jam puncak <i>Plan 2</i>	52
Gambar 35. Permodelan eksisting vissim <i>plan 2</i>	53
Gambar 36. Signal Control <i>plan 2</i> pada vissim	53
Gambar 37. Diagram fase perhitungan PKJI <i>plan 2</i>	54
Gambar 38. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus PKJI	54
Gambar 39. Panjang antrian lengan utara <i>plan 2</i>	55
Gambar 40. Panjang antrian lengan selatan <i>plan 2</i>	56
Gambar 41. Panjang antrian lengan timur <i>plan 2</i>	56
Gambar 42. Signal control <i>plan 2</i> paling optimal	57
Gambar 43. Diagram fase paling optimal <i>plan 2</i>	57
Gambar 44. Permodelan rekomendasi paling optimal <i>plan 2</i>	58
Gambar 45. Diagram Flow jam puncak <i>plan 3</i>	59
Gambar 46. Permodelan eksisting vissim <i>plan 3</i>	60
Gambar 47. Signal Control <i>plan 3</i> pada vissim	60
Gambar 48. Diagram fase <i>plan 3</i>	61
Gambar 49. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus baru	61
Gambar 50. Diagram Flow jam puncak <i>plan 4</i>	62
Gambar 51. Permodelan eksisting vissim <i>plan 4</i>	63
Gambar 52. Signal Control <i>plan 4</i> pada vissim	64
Gambar 53. Diagram fase perhitungan PKJI <i>plan 4</i>	64
Gambar 54. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus PKJI	65
Gambar 55. Panjang antrian lengan utara <i>plan 4</i>	66
Gambar 56. Panjang antrian lengan selatan <i>plan 4</i>	66
Gambar 57. Panjang antrian lengan timur <i>plan 4</i>	66
Gambar 58. Signal control <i>plan 4</i> paling optimal	67
Gambar 59. Diagram fase paling optimal <i>plan 4</i>	68
Gambar 60. Permodelan rekomendasi paling optimal <i>plan 2</i>	68

INTISARI

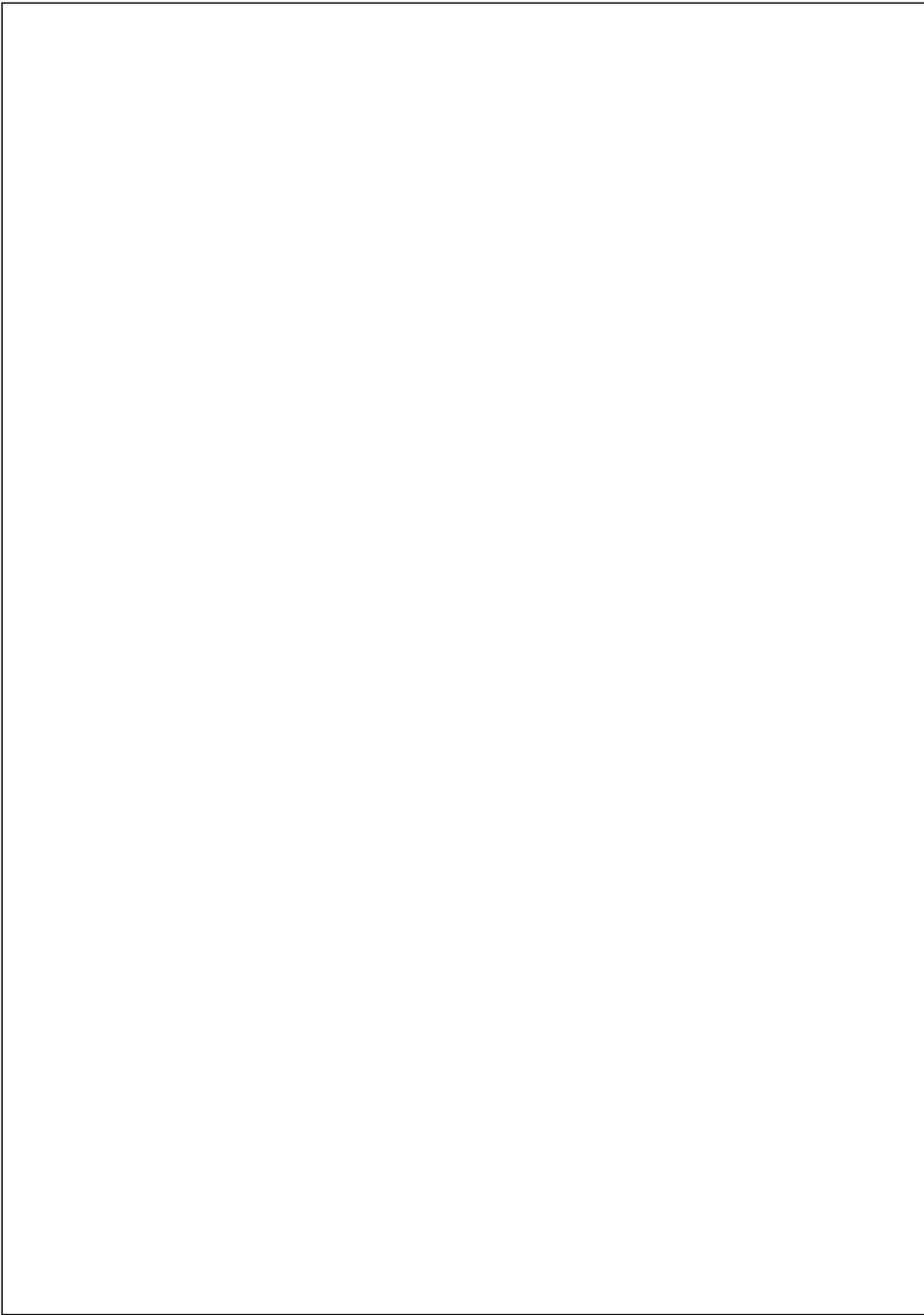
OPTIMALISASI SIKLUS WAKTU APILL MELALUI DESAIN *PLAN* HARIAN UNTUK PENINGKATAN KINERJA SIMPANG EMPAT GAJAH MADA – SAWUNGGALING

Oleh

Made Wahyu Bintang Samudra Putra

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

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



ABSTRACT

By

Made Wahyu Bintang Samudra Putra

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

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

30
BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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

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

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

Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling merupakan salah satu simpang yang ada pada Kota Mojokerto dengan mempertemukan beberapa ruas jalan diantaranya yaitu Jalan Gajah Mada, Jalan Sawunggaling, dan Jalan Pemuda. Jalan Gajah Mada merupakan lengan mayor yang dimana kendaraan yang melintasi simpang dominan berasal dari jalan ini. Sedangkan Jalan Pemuda dan Jalan Sawunggaling merupakan lengan minor yang kendaraannya cenderung lebih sedikit melintasi simpang jika dibandingkan dengan Jalan Gajah Mada. Tiap-tiap ruas jalan ini memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga hal tersebut dapat memicu terjadinya permasalahan yang terjadi pada simpang. Panjang antrian terjadi akibat pemenuhan kendaraan pada lengan simpang pendekat utara mencapai rata-rata 146m dari mulut simpang. Sedangkan panjang antrian pada pendekat selatan mencapai 119m. Hal tersebut terjadi akibat dari waktu siklus pengaturan yang diimplementasikan belum sesuai dengan kebutuhan yang seharusnya, dan juga tidak memiliki *plan* pada periode waktu tertentu. Pada *survey* pendahuluan dilakukan pengamatan yang menghasilkan perhitungan waktu siklus pada hari *plan* belum memiliki *plan*. Munculnya masalah panjang antrian ini disebabkan karena lokasi daripada simpang ini dekat dengan titik kordon luar wilayah kajian Kota Mojokerto yang dimana biasanya masyarakat yang melintas memiliki volume yang tinggi. Pada jam tersibuk di simpang ini berlaku dari pada pukul 16.30-17.30 yang mencapai 2126 smp/jam. Hal ini dikarenakan Jalan Gajah Mada pada simpang ini merupakan jalan arteri yang menjadi akses banyak orang ketika pulang berkegiatan pada jam diatas.

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

optimal saat melintasi Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling. Pengaturan waktu siklus dapat menjadi jawaban terkait masalah yang terjadi diatas. Peneliti melakukan *survey* pada hari selasa dikarenakan hari tersebut dapat mewakili karakteristik daripada hari *weekday* lainnya. Menurut penelitian (Ahmad dkk., 2023) penggunaan metode PKJI 2023 mampu menganalisis perencanaan waktu siklus yang efektif pada suatu simpang. Tak hanya waktu siklus, namun kebutuhan *plan* dalam satu hari tersebut akan menjadi jawaban atas permasalahan diatas. Dalam merekayasa perencanaan peningkatan kinerja yang akan dilakukan, maka perlu dimodelkan secara nyata untuk mendapatkan hasil terbaik. Penggunaan aplikasi PTV VISSIM dapat digunakan untuk memodelkan terkait perencanaan panjang antrian sesudah direkayasa. Nantinya hasil dari rekayasa yang akan dilakukan diharapkan mampu menjadi solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.

65

1.2. Rumusan Masalah

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

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

9

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini didasarkan oleh perumusan masalah diatas, yakni?

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

33

1.4. Manfaat Penelitian

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

1. Manfaat Teoritis

- a. Memberi wawasan serta pengetahuan terhadap pembaca terkait hasil penelitian tertulis yakni terkait optimalisasi simpang.
- b. Studi ini dapat dijadikan referensi serta masukan untuk studi yang nantinya akan dijalankan serta berkaitan topiknya dengan yang dibahas pada penelitian ini.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Pemerintah

Penelitian penulis nantinya bisa dijadikan masukan serta pertimbangan penting dalam pengembangan optimalisasi kinerja simpang di Wilayah Kota Mojokerto.

- b. Bagi Masyarakat di Wilayah Kajian Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling, diharapkan nantinya akan meningkatkan kenyamanan saat melintasi Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.

c. Bagi Penulis

Penelitian tertulis bisa menambah keahlian penulis dalam menganalisa masalah yang terjadi serta kritis dalam berpikir sehingga menemukan solusi yang inovatif mengenai masalah yang dibahas serta meningkatkan wawasan penulis terhadap masalah.

39

1.5. Batasan Masalah

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

1. Lokasi penelitian hanya pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling
2. Pada penelitian kali ini hanya berfokus pada simpang dan tidak memperhatikan dari *u-turn* yang terdampak dikarenakan jarak yang jauh (500 meter).

3. Data diperoleh dari hasil *survey weekday* selama 24 jam untuk memenuhi kebutuhan data.
4. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 digunakan untuk menentukan waktu siklus yang optimal.
5. Perangkat lunak PTV VISSIM digunakan untuk melakukan permodelan setelah dilakukan rekayasa lalu lintas tentang panjang antrian terkait pengaturan waktu siklus.
6. Indikator yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu validasi dengan uji *statistic* GEH serta menggunakan *driving behaviour* sebagai kalibrasi.

1 BAB II GAMBARAN UMUM

2.1. Kondisi Wilayah

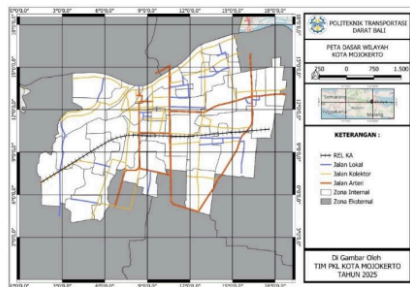
Kota Mojokerto merupakan wilayah yang memiliki 3 kecamatan (Magersari, Prajurit Kulon, Kranggan) dan 18 kelurahan didalamnya, yang dimana tersebar di masing-masing kecamatan sebanyak 6 kelurahan. Tiap-tiap wilayah memiliki status, tipe, fungsi, dan juga jenis jalan yang berbeda-beda.. Berikut merupakan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

Tabel 2. 1 Batas Administrasi Wilayah

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

(Tim PKL Kota Mojokerto 2025)

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



(Sumber: Tim Pkl Kota Mojokerto 2025)
Gambar 1. Peta Jaringan Jalan

2.2. Kondisi Objek

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



(Sumber: Google Earth)

Gambar 2. Tampak Atas Simpang 4 Gajah Mada – Sawunggaling

1. Pendekat Utara

Pada pendekat utara merupakan Ruas Jalan Gajah Mada dimana **1** jalan ini memiliki tipe 4/2 T dengan **dua arah** dan terbagi oleh median. Jalan Gajah Mada merupakan Jalan Arteri dengan tata guna lahan yaitu komersial, bukan perumahan. Lengan ini merupakan ruas jalan mayor pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Gambar 3. Pendekat Utara

2. Pendekat Selatan

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



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)
Gambar 4. Pendekat Selatan

3. Pendekat Timur

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



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)
Gambar 5. Pendekat Timur

4. Pendekat Barat

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



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)
Gambar 6. Pendekat Barat

BAB III TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Persimpangan

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

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

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

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

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

3.2. Analisis Simpang Ber-APILL

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

3.2.1. Kapasitas Simpang Ber-APILL

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

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

C = Kapasitas Pendekat (Smp/Jam)

W_H = Waktu Hijau (Detik)

S = Waktu Siklus Total (Detik)

3.2.2. Arus Jenuh Simpang Ber-APILL

Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui Arus Jenuh Simpang Ber-

APILL sebagai berikut:

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

(Sumber: PKJI 2023)

J = Arus Jenuh

J_0 = Arus Jenuh Dasar

F_{HS} = Faktor Hambatan Samping

F_{UK} = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

F_G = Faktor Penyesuaian Kelandaian

F_P = Faktor Penyesuaian Parkir

F_{BKI} = Faktor Penyesuaian Belok Kiri

F_{BKA} = Faktor Penyesuaian Belok Kanan

1. Arus Jenuh Dasar

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

A. Tipe Terlindung

$$J_0 = 600 \times L_E$$

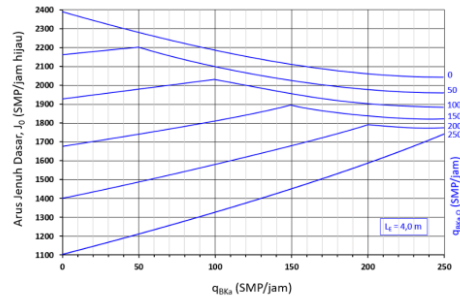
(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

L_E = Lebar Efektif Pendekat

B. Tipe Terlawan

Pada Simpang dengan tipe terlawan dapat ditentukan berdasarkan tabel



(Sumber: PKJ, 2023)

Gambar 7. Grafik Arus Jenuh Terlawan

11
2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

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

Tabel 3. 1 Tabel Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Tipe Lingkungan	Kelas Hambatan Samping	Tipe Fase	Tipe Fase					
			0,00	0,05	1,0	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,95	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
	Tinggi/	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	0,00	0,05	1,0	0,15	0,20	≥ 0,25
			Akses terbatas	Sedang/Rendah	Terlindung	1,00	0,98	0,95

(PKJI, 2023)

3. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Faktor koreksi ukuran kota menurut PKJI 2023 sebagai berikut:

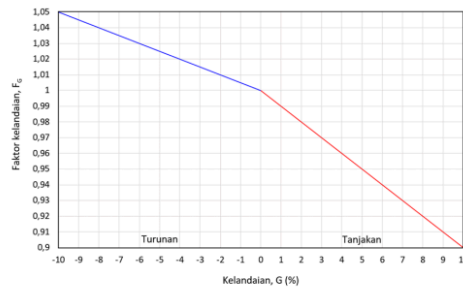
Tabel 3. 2 Faktor Koreksi Ukuran Kota

Ukuran Kota	Penduduk (Juta)	Faktor Koreksi Ukuran Kota
Sangat Kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

(PKJI, 2023)

4. Faktor Koreksi Penyesuaian Kelandaian

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

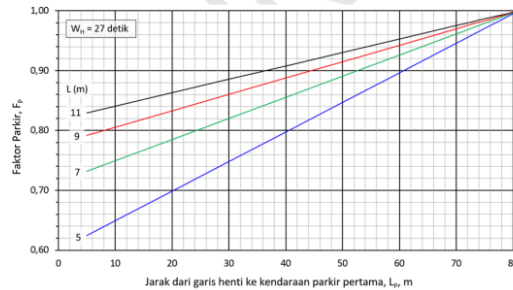


(Sumber: PKJI 2023)

Gambar 8. Grafik Faktor Koreksi Penyesuaian Kelandaian

5. Faktor Koreksi Jarak Parkir

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



(Sumber: PKJI 2023)

Gambar 9. Grafik Faktor Koreksi Jarak Parkir

dan juga dapat digunakan perhitungan sebagai berikut:

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

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

L = Lebar Pendekar (Meter)

W_h = Waktu Hijau Pada Pendekat (Normalnya 27 detik)

6. Faktor Koreksi Belok Kiri

Faktor koreksi belok kiri memiliki rumus sebagai berikut:

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

R_{BKk} = Rasio Kendaraan Belok Kiri

7. Faktor Koreksi Belok Kanan

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

R_{BKa} = Rasio Kendaraan Belok Kanan

3.2.3. Rasio Arus terhadap Arus Jenuh Simpang Ber-APILL

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

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

Rq/j = Rasio Arus Masing-masing Pendekat

q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

j = Arus Jenuh

3.2.4. Waktu Isyarat APILL

Dalam menghitung waktu pada alat pemberi isyarat lalu lintas digunakan rumus sebagai berikut:

I. Waktu Siklus

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

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

S = Waktu siklus (detik)

Whh = Waktu Hijau Hilang per Siklus

Rq/j = Rasio Arus

$\sum Rq/j_{kritis}$ = Rasio Arus Simpang

Tabel 3. 3 Tipe Fase yang Layak

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

(PKJI, 2023)

2. Waktu Hijau

Rumus yang digunakan untuk menentukan waktu hijau:

$$W_{HI} = S - W_{hh} x \frac{\sum Rq/jkritis}{\sum i(Rq/jkritis)i}$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

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

S = Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian Sinyal (detik)

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

i = Indeks Untuk Fase ke-i

3. Waktu Hijau Hilang

Rumus yang digunakan untuk menentukan waktu hijau hilang:

$$W_{HH} = \sum i(wms + wk)i$$

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

W_{MS} = Waktu merah semua

W_K = Waktu kuning

4. Rasio Arus Simpang

Rumus yang digunakan untuk menentukan rasio arus simpang:

$$R_{AS} = \sum i(Rq/jkritis)i$$

(Sumber: PKJI 2023)

5. Rasio Fase

Rumus yang digunakan untuk menentukan rasio fase:

$$RF = \frac{Rq/jkritis}{Ras}$$

(Sumber: PKJI 2023)

3.2.5. Kinerja Simpang Ber-APILL

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

1. Derajat Kejenuhan

Rumus yang digunakan untuk menentukan derajat kejenuhan:

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

D_j = Derajat Kejenuhan

C = Kapasitas segmen jalan (smp/jam)

2. Panjang Antrian

Rumus yang digunakan untuk menentukan derajat kejenuhan:

$$Pa = Nq1 + Nq2$$

Dengan $Dj > 0,5$ maka

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

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

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

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

D_j = Derajat Kejenuhan

S = Waktu Siklus (detik)

$\frac{q}{75}$ = Arus Lalu Lintas Pada Pendekar Kajian (smp/detik)

3. Rasio Kendaraan Henti

Rumus yang digunakan untuk menentukan rasio kendaraan henti:

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

N_q = Jumlah Antrian Kendaraan Pada Isyarat Hijau (smp)

S = Waktu Siklus (detik)

q = Arus Lalu Lintas Pada Pendekat Kajian

4. Tundaan

Rumus yang digunakan untuk menentukan tundaan:

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

Tundaan Lalu Lintas dan Tundaan Geometri didapatkan dengan cara:

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

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

(Sumber: PKJI 2023)

Keterangan:

T_{LLi} = Tundaan Lalu Lintas

T_G = Tundaan Geometri

P_B = Porsi Kendaraan Membelok Pada Suatu Pendekat

5. Penilaian Kinerja

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

3.3. VISSIM sebagai Permodelan Simulasi Persimpangan

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

3.4.1. Permodelan VISSIM

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

3.3.2. Kalibrasi

Kalibrasi merupakan salah satu cara untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam rekayasa perencanaan lalu lintas yang efektif dan optimal. Hal ini dilakukan untuk mensimulasikan kondisi yang ada di lapangan secara nyata. Pengaturan yang dilakukan pada kalibrasi ini yaitu mengatur terkait perilaku pengemudi (*driving behaviour*) dengan *trial and error*. Apabila dari hasil yang

disimulasikan tidak sesuai dengan hasil validasi maka akan dilakukan pengulangan di kalibrasi (Jepriadi, 2022).

3.3.3. Validasi

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

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

(Jepriadi 2022)

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

Tabel 3. 4 Parameter GEH

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

3.3.4. Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap percobaan yang dilakukan setelah mensimulasikan perencanaan optimalisasi pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling. Hal ini dilakukan untuk membandingkan seberapa signifikan hasil

dari percobaan perencanaan peningkatan kinerja pada simpang pada kondisi sebelum dan sesudah disimulasikan. Indikator yang dibandingkan yaitu berfokus pada permasalahan diatas terkait panjang antrian yang terjadi di Simpang.

56

3.4. Penelitian Terdahulu

Tabel 3. 5 Penelitian Terdahulu

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hasil	Perbandingan
Efektifitas peningkatan kontrol simpang tidak bersinyal menjadi simpang bersinyal (studi kasus : persimpangan jalan ring road dan jalan mangga)	Massang et al., (2022)	Persimpangan jalan ring road di Kota Manado merupakan simpang tidak bersinyal yang mengalami konflik lalu lintas. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan pengaturan simpang dengan sinyal lalu lintas. Berdasarkan analisis menggunakan metod MKJI 1997, simpang tersebut memiliki kapasitas sebesar 23775, 12 smp/ jam dengan derajat kejenuhan sebesar 0,7952. Hasil simulasi pergerakan lalu lintas eksisting	Perbedaan terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu MKJI 1997 dan simulasi menggunakan program SUMO (simulation of urban mobility)

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hasil	Perbandingan
		<p>5 menggunakan perangkat lunak SUMO menunjukkan panjang antrian untuk Jalan Ring Road (Barat): 143 m, Jalan Mangga (Utara): 182,17 m, dan Jalan Ring Road (Timur): 239,83 m</p> <p>Setelah penerapan pengaturan sinyal, hasil simulasi 5 menunjukkan panjang antrian pada jalan Ring Road (Barat): 113 m, jalan Mangga (Utara): 180,25 m, dan jalan Ring Road (Timur): 194,75 m.</p>	

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hasil	Perbandingan
<p>10 Perencanaan Simping Bersinyal (Studi Kasus Simping Tiga Terminal Ciledug Kabupaten Cirebon)</p>	<p>Dedi Hermawan (2021)</p>	<p>10 Hasil penelitian yang diperoleh nilai derajat kejenuhan (DS) untuk 3 fase yaitu sebesar 0,79, waktu siklus sebesar 70 detik, waktu tundaan rata-rata 40,22 10 tik/smp. Sehingga dari hasil perencanaan ini yang lebih efektif menggunakan 3 6 fase.</p>	<p>Perbedaannya terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu MKJI 1997.</p>
<p>25 Perencanaan Simping Bersinyal Studi Kasus Simping Tiga Smkn 1 Teluk Kuantan (Jl. Proklamasi, Jl. Belibis, Jl. Tuanku Tambusai) Kota Teluk Kuantan</p>	<p>Roni Ibnu Prakoso (2021)</p>	<p>Hasil DS (derajat kejenuhan) sebesar 0.709 dan telah mendekati titik jenuh, dimana besar nilai arus jenuh adalah 0.75, terdapat selisih yang sangat kecil sebesar 0.041, dan perencanaan lampu traffic light di 6 tiap lengan hasil waktu hilang total (LTI) untuk tiap fase sebesar 27 detik dan waktu kuning total 9 detik. Sedangkan untuk waktu</p>	<p>Perbedaannya terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu MKJI 1997.</p>

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hasil	Perbandingan
		<p>6 merah pada tiap fase adalah 18 detik dan hijau (g) dan lengan Jl. Belibis sebesar 85 detik (hijau), Jl. Proklamasi 86 detik (hijau), Jl. Tuanku Tambusai 37 detik (hijau).</p>	
<p>20 Analisis Redesain Pengendalian Simpang Dengan Menggunakan MKJI 1997 dan Program PTV Vissim (Studi Kasus: Jalan P.M. Noor-Jalan D.I Panjaitan 1 – Jalan D. I. Panjaitan 2</p>	<p>Stepanigari et al., (2021)</p>	<p>Simpang tiga 5 anjahatan merupakan simpang tak bersinyal di kota samarinda yang kerap mengalami kemacetan, maka diperlukan 2 alternatif untuk meningkatkan kinerja simpang yaitu dengan perencanaan Apill. Dengan menggunakan metode MKJI 1997 serta PTV</p>	<p>Perbedaan terletak pada lokasi penelitian serta metode yang digunakan pada penelitian yaitu MKJI 1997</p>

Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Hasil	Perbandingan
		Vissim alternatif penanganan untuk simpang ini adalah dengan pengaturan simpang bersinyal menggunakan 2 dan 3 fase. Selain itu dengan perencanaan bundaran.	

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Adapun beberapa sumber data yang diperlukan untuk menunjang pada penelitian kali ini, dan juga beberapa cara dalam mendapatkan data tersebut.

4.1.1. Data Sekunder

1. Peta Jaringan Jalan

Peta Jaringan Jalan digunakan untuk dapat mengetahui jenis, fungsi, status, serta panjang dari ruas jalan pada simpang kajian. Peta ini dapat diperoleh melalui Dinas PUPR daerah Kota Mojokerto. Hal ini juga ditinjau langsung dengan SK Walikota Mojokerto terkait kelas jalan yang ditetapkan. Pada Kota Mojokerto sendiri tidak memiliki jalan provinsi, namun tetap memiliki jalan nasional dan jalan kota.

2. Peta Tata Guna Lahan

Peta Tata Guna Lahan berfungsi sebagai informasi agar dapat mengetahui bagaimana karakteristik tata guna lahan pada wilayah kajian yaitu simpang. Tata guna lahan digunakan sebagai salah satu indikator kriteria hambatan samping dalam perhitungan kinerja simpang.

3. Data Jumlah Penduduk

Menurut Badan Pusat Statistik Kota Mojokerto, Masyarakat Kota Mojokerto berjumlah 142.272 per tahun 2024. Data ini digunakan untuk menentukan faktor koreksi ukuran kota dalam penentuan kinerja simpang.

4.1.2. Data Primer

1. Survey Pendahuluan

Survey pendahuluan merupakan salah satu survey yang disarankan untuk dilakukan sebelum melakukan penelitian secara langsung ke wilayah kajian. Hal tersebut dilakukan agar dapat meninjau lokasi berdasarkan pemilihan wilayah penelitian secara sederhana terlebih dahulu serta pendataan perlengkapan yang dibutuhkan terkait perencanaan survey yang akan dilakukan kedepannya.

2. *Survey* Geometri Jalan

Survey ini dilakukan dengan cara menginventarisasi setiap aspek pada wilayah kajian terkait ukuran jalan dan lainnya yang menjadi perhitungan dalam pengolahan data nantinya.

3. *Survey* Volume Lalu Lintas

Survey volume lalu lintas yang dilakukan adalah *survey* CTMC (*Classified Turning Movement Counting*) atau dalam bahasa Indonesia dapat diartikan sebagai perhitungan kendaraan yang melakukan Gerakan membelok secara terklasifikasi. Dalam pelaksanaannya, volume kendaraan dihitung per 15 menit dengan karakteristik hari kerja atau *weekday*, selama 24 jam untuk dapat merencanakan *plan* pada simpang dalam satu hari penuh.

4. *Survey* Kecepatan Kendaraan

Survey kecepatan kendaraan akan dilakukan metode *Spot Speed* untuk mengetahui kecepatan kendaraan yang melintasi ruas jalan wilayah kajian berdasarkan jenis kendaraannya. Penentuan sample yang digunakan yaitu ditentukan dengan rumus *slovin*, dan dilakukan pada jam *off peak*.

4.2. Metode Analisis Data

Adapun beberapa metode Analisa yang digunakan untuk melakukan penelitian ini diantaranya yaitu:

4.2.1. Analisis Kinerja Simping Eksisting

Pada pelaksanaan analisis kinerja simpang, dibutuhkan data-data yang nantinya akan digunakan untuk mengolah dari kinerja simpang secara eksisting. Pengamatan ini dilakukan pada tiap-tiap pendekatan simpang APILL. Analisis pada bagian ini menggunakan metode Pedomman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Setelah itu, data-data perhitungan tersebut digunakan untuk melakukan permodelan dalam perangkat lunak PTV VISSIM. Pengolahan ini dilakukan pada analisis geometri, kinerja, dan juga waktu siklus secara eksisting.

4.2.2 Penentuan *Plan* Simping

Pada aplikasi PTV VISSIM ini, dapat digunakan untuk mensimulasikan kondisi lalu lintas dengan cara *trial and error*, yang nantinya akan diberikan *output*

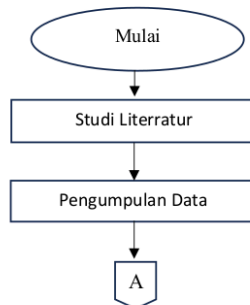
dalam memberikan perencanaan perbaikan terhadap masalah yang terjadi pada simpang wilayah kajian. Hal tersebut berupa variasi siklus, yang dapat digunakan dalam periode waktu tertentu sebagai rekomendasinya. Dalam pembuatan *plan* pada simpang, ditentukan berdasarkan periode waktu yang sesuai dengan karakteristik pada waktu tersebut. Menurut (Atmajaya dkk., 2023) metode PKJI 2023 dapat digunakan untuk menentukan perencanaan waktu siklus yang efektif pada simpang.

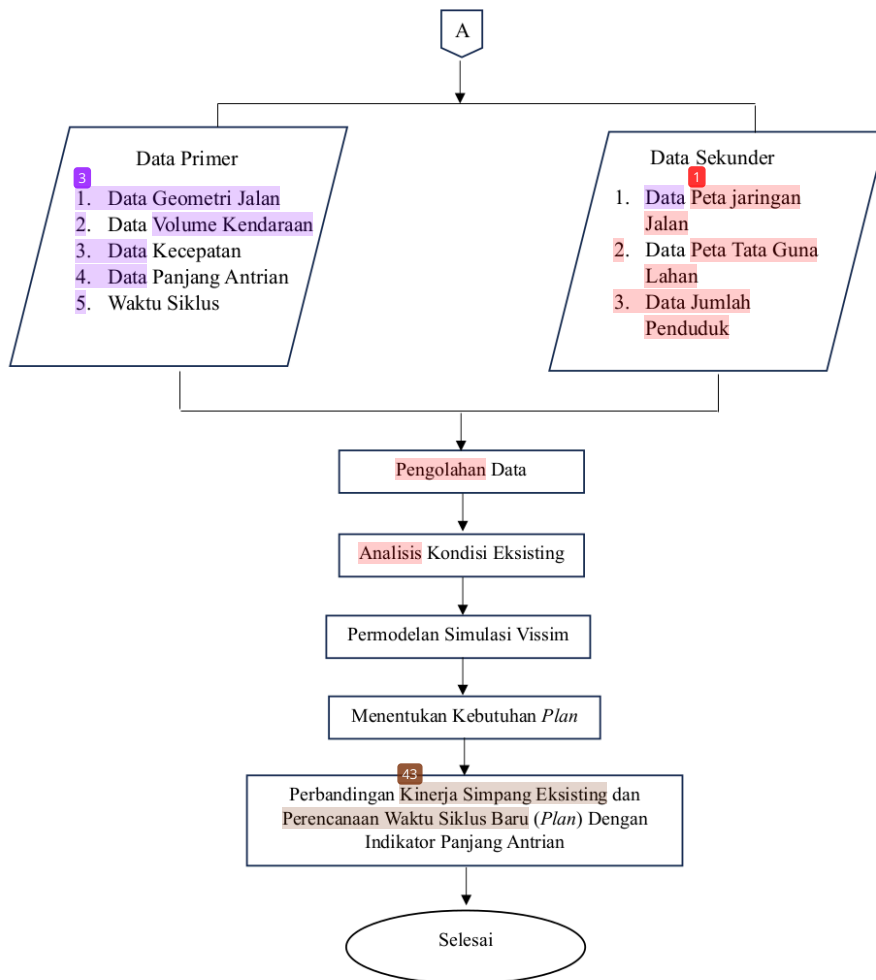
4.2.3. Permodelan VISSIM Setelah di Rekayasa

PTV VISSIM merupakan aplikasi yang berasal dari negara Jerman yang digunakan untuk dapat mensimulasikan suatu kondisi lalu lintas. Setelah menemukan hasil dari variasi siklus waktu APILL rekomendasi yang tepat pada simpang kajian, wajib dilakukan simulasi secara keseluruhan untuk mengetahui seberapa besar signifikansi dari perubahan akibat diterapkannya rekomendasi baru dari permasalahan sebelumnya. Menurut (Suartawan dkk., 2023) permodelan pada VISSIM dapat merekayasa karakteristik pergerakan lalu lintas secara rinci dan nyata di lingkungan perkotaan.

4.3. Bagan Alir

Berikut merupakan diagram alir yang digunakan untuk mempermudah pelaksanaan penelitian:





Berikut merupakan uraian pada tahapan-tahapan dalam diagram alir yang telah disusun:

1. Pada tahap awal, peneliti wajib menemukan masalah yang akan diangkat dan memiliki perencanaan kedepannya untuk dapat menangani suatu masalah tersebut. Selanjutnya peneliti juga wajib menambah wawasan dengan melakukan studi literatur terkait hal yang berhubungan dengan permasalahan yang ada
2. Setelah melakukan pengamatan dan studi literatur, peneliti wajib mengetahui *output* berupa apa yang akan diberikan serta tujuan **dari penelitian yang jelas.**
3. **Mengumpulkan data-data yang diperlukan** untuk kebutuhan **penelitian** dalam waktu **yang** telah di tentukan. Dalam penelitian ini yaitu pada *weekday* atau hari kerja seperti data volume kendaraan, data waktu siklus, data geometri simpang dan juga data yang dibutuhkan dari instansi terkait.
4. Setelah mendapatkan data-data tersebut secara eksisting, nantinya akan diolah terkait dari inventarisasi simpang, fluktuasi volume kendaraan, kecepatan kendaraan dan waktu siklus yang ada.
5. Setelah mendapatkan data-data diatas, peneliti mengetahui kinerja dari simpang tersebut yang dimana terjadinya antrian sepanjang ruas Jalan Gajah Mada.
6. Setelah mendapatkan kinerja kondisi eksisting, maka dapat ditentukan penentuan *plan* waktu siklus pada simpang tersebut dengan menggunakan metode pendekat PKJI.
7. Membuat permodelan pada VISSIM
Setelah menentukan kebutuhan *plan* waktu siklus dengan metode PKJI, langkah selanjutnya adalah menyusun model kondisi perencanaan rekayasa menggunakan VISSIM untuk memperoleh hasil simulasi yang valid yang nantinya akan dibandingkan dengan kondisi eksisting. Proses pemodelan di VISSIM memerlukan data input seperti data inventarisasi simpang, kecepatan kendaraan di simpang, serta proporsi masing-masing jenis kendaraan yang melintasi simpang tersebut. Setelah memasukan data yang dibutuhkan, kemudian melakukan kalibrasi

dengan mengatur *driving behaviour* yang nantinya akan divalidasi menggunakan volume kendaraan dengan metode uji GEH.

8. Pada tahap akhir ini, perlu dilakukan evaluasi terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan untuk melihat seberapa signifikan ketika diberlakukannya penentuan *plan* pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.

4.4. Timeline Kegiatan

Tabel 3. 6 Timeline Kegiatan

NO	KEGIATAN PENELITIAN	APRIL				MEI				JUNI				JULI			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengumpulan Data	29															
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																

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

52 5.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian merupakan hal yang penting untuk dilakukan. Pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling dibutuhkan beberapa data untuk melakukan penelitian pada simpang ini.

5.1.1 Data Inventarisasi Simpang

Data Inventarisasi simpang diperlukan untuk menghitung kapasitas simpang, hambatan samping, dan juga data geometrik simpang. Gambar dibawah merupakan data inventarisasi pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.

Nama Simpang		Jalan			
Simpang 4 Gajah Mada - Pemuda		Utara	Selatan	Tengah	Barat
1	Tipe	Jl. Gajah Mada	Jl. Gajah Mada	Jl. Sawunggaling	Jl. Pemuda
2	Lebar Lajur (m)	3	3	3,2	3
3	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
4	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
5	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
6	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
7	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
8	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
9	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
10	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
11	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
12	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
13	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
14	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
15	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
16	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
17	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
18	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
19	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
20	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
21	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
22	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
23	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
24	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
25	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
26	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
27	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
28	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
29	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
30	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
31	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
32	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
33	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
34	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
35	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
36	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
37	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
38	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
39	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
40	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
41	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
42	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
43	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
44	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
45	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
46	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
47	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
48	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
49	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
50	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
51	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
52	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
53	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
54	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
55	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
56	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
57	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
58	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
59	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
60	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
61	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
62	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
63	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
64	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
65	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
66	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
67	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
68	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
69	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
70	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
71	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
72	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
73	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
74	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
75	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
76	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
77	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
78	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
79	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
80	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
81	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
82	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
83	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
84	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
85	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
86	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
87	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
88	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
89	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
90	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
91	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
92	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
93	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
94	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
95	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
96	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
97	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
98	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
99	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8
100	Lebar Lajur (m)	3,1	3,2	3,9	2,8

Gambar 10. Data Inventarisasi Simpang

Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling merupakan simpang Ber-APILL yang mempertemukan ruas Jalan Gajah Mada, Jalan Pemuda, serta Jalan Sawunggaling. Pada lengan Utara dan Selatan merupakan Jalan Gajah Mada yang memiliki lebar 12meter serta terdapat median pada bagian tengah, 422M.

Tabel 5. 1 Identitas tiap lengan simpang

Nama Jalan	Jalan Gajah Mada	Jalan Sawunggaling	Jalan Pemuda
Fungsi Jalan	Arteri	Lokal	Kolektor
Tipe Jalan	4/2 T	2/2 TT	2/1 TT
Lebar Lajur Masuk	6,2 m	3,2 m	-
Lebar Lajur Keluar	6,2 m	3,2 m	6
Lebar Lajur Total	12,4	6,4	6
Lebar Median	1,5 m	-	-



Gambar 11. Survey Inventarisasi Simpang

3 5.1.2 Data Kecepatan

Data kecepatan merupakan data yang didapatkan melalui *survey spot speed* untuk mengetahui kecepatan titik tertentu. Data ini nantinya menunjukkan kecepatan kendaraan tertentu pada suatu titik pada pendekatan simpang. Sampel yang diambil pada *survey* ini didapat dengan cara mengklasifikasikan jenis kendaraan menjadi

mobil penumpang, kendaraan sedang, dan sepeda motor yang dimana nantinya target jumlah sampel yang diambil menggunakan penentuan ⁵⁴ berdasarkan rumus slovin.

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

setelah mendapatkan sampel dari *survey* spot speed maka akan didapatkan data kecepatan pada tiap lengan pendekat berdasarkan jenis kendaraanya, yang dimana nantinya data tersebut digunakan untuk di input melalui perangkat lunak PTV VISSIM.

1. Mobil Penumpang

Pada periode waktu paling puncak terjadi mobil penumpang berjumlah 1329 kend/jam yang dimana hal ini menjadi populasi dari mobil penumpang.

Berikut merupakan perhitungan sampelnya:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

$$n = \frac{1329}{1 + 1329(0,1)^2}$$

$$n = 93$$

2. Kendaraan Sedang

Pada periode waktu paling puncak terjadi kendaraan sedang berjumlah 169 kend/jam yang dimana hal ini menjadi populasi dari mobil penumpang.

Berikut merupakan perhitungan sampelnya:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

$$n = \frac{169}{1 + 169(0,1)^2}$$

$$n = 63$$

3. Sepeda Motor

Pada periode waktu paling puncak terjadi kendaraan sedang berjumlah 3619 kend/jam yang dimana hal ini menjadi populasi dari mobil penumpang.

Berikut merupakan perhitungan sampelnya:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

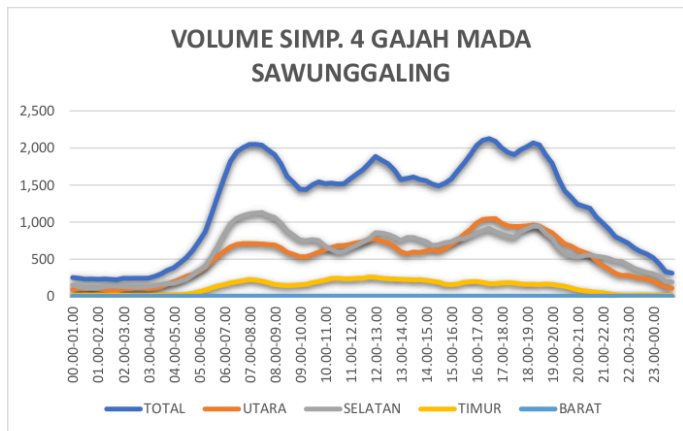
$$n = \frac{3619}{1 + 3619(0,1)^2}$$

$$n = 97$$

Setelah mendapatkan target sampel maka akan dilaksanakan *survey* spot speed di tiap-tiap lengan pendekatan simpang.

5.1.3. Data Volume

Data volume simpang merupakan data yang diperoleh berdasarkan hasil *survey* CTMC (menghitung gerakan membelok kendaraan yang terklasifikasi) selama satu hari penuh atau 24 jam. *Survey* ini dibantu dengan cara merekam cctv pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling lalu melaksanakan penghitungan jumlah volume di tiap lengannya. Data volume ini digunakan untuk mencari kinerja dari simpang itu sendiri, yang dimana nantinya juga akan digunakan untuk melakukan pengolahan data terkait memberikan rekomendasi terhadap masalah Panjang antrian diatas.



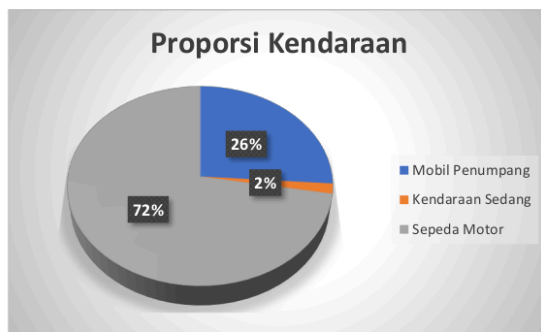
Gambar 12. Grafik volume selama 24 jam

Berdasarkan fluktuasi volume diatas, didapatkan bahwa periode waktu paling sibuk pada lengan tersebut terjadi pada jam 16.30-17.30 WIB. Hal tersebut terjadi, dikarenakan masyarakat yang melintasi simpang tersebut memiliki karakteristik yang sama yaitu beberapa dari mereka baru saja pulang bekerja, dan juga pulang sekolah, maupun berkegiatan lainnya. Dari data volume diatas

didapatkan bahwa proporsi kendaraan yang mendominasi adalah ¹ sepeda motor sebesar 72% dan yang terendah yaitu kendaraan sedang sebesar 2%. Kendaraan sedang terdiri dari beberapa jenis kendaraan seperti bus sedang, bus besar, truk sedang, truk besar, truk tempel, truk gandeng. Sedangkan untuk mobil penumpang terdiri dari mobil pribadi, minibus, pickup, dan truk kecil.

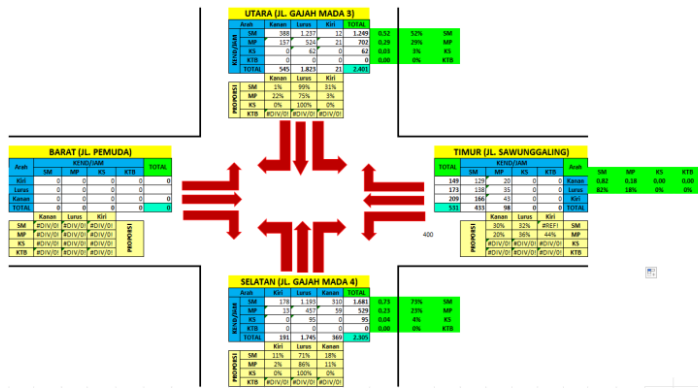
Tabel 5. 2 Proporsi jumlah kendaraan

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan
Mobil Penumpang	54943
Kendaraan Sedang	19864
Sepeda Motor	7662



Gambar 13. Proporsi jumlah kendaraan

Volume kendaraan diatas memiliki tujuan yang berbeda-beda tiap perjalanannya. Hal tersebut dapat diketahui melalui *survey* CTMC yang dimana dapat mengetahui asal kendaraan datang hingga menuju ke lengan pendekat apa. Pada gambar dibawah dikatakan bahwa seluruh lengan dapat memilih lengan pendekat lainnya untuk berbelok, namun berbeda dengan lengan barat dikarenakan pada lengan ini hanya memiliki arah keluar simpang yang dimana hal tersebut mempengaruhi volume menjadi lebih sedikit dikarenakan tidak adanya kendaraan yang bisa menuju ke arah simpang.



Gambar 14. Diagram Flow paling peak dalam satu hari

5.2. Analisis Kondisi Eksisting Kinerja Simpang dengan PKJI 2023

Berdasarkan data-data yang didapatkan, maka akan digunakan untuk mencari kinerja eksisting pada simpang 4 gajah mada sawungaling yang memiliki fase terlindung (P). Perhitungan kinerja kali ini menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Berikut merupakan kinerja eksisting pada simpang tersebut:

Tipe Simpang	Arah	ANALISA KEMAMPUAN BERKENDARAAN (KEM)										KEM (SAK) BERKENDARAAN								
		Mula Pergerakan (MP)		Kendaraan Sebelah (KS)				Sepintas Melintas (SM)				Total Kemampuan Berkendaraan	Beban	Beban	KIR	KIR				
		MP (kend/jam)	MP (kend/jam)	KS (kend/jam)	KS (kend/jam)	SM (kend/jam)	SM (kend/jam)	SM (kend/jam)	SM (kend/jam)	KS (kend/jam)	KS (kend/jam)						KS (kend/jam)	KS (kend/jam)		
Utara	BK/BLUP	35	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lurus	304	304	304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	339	329	329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Selatan	BK/BLUP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lurus	407	407	407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	407	407	407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Timur	BK/BLUP	40	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lurus	304	304	304	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	344	344	344	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 15. Data CTMC untuk menghitung kinerja melalui PKJI

Data yang akan digunakan pada pencarian kinerja berdasarkan PKJI 2023 menggunakan data CTMC pada periode waktu 16.30-17.30. Dalam menganalisis kinerja simpang, langkah awal yang dilakukan yaitu menginput data CTMC yang telah di hitung melalui rekaman video ke dalam formulir SA-II yang telah

disiapkan. Penginputan dilakukan sesuai dengan arah pada setiap lengan serta gerakan membelok kendaraan seperti lurus, belok kiri, maupun belok kanan seperti pada gambar di bawah ini :

1. Kapasitas jam puncak

Untuk mencari kapasitas simpang bersinyal, perlu adanya indikator-indikator yang sesuai dengan kondisi eksisting yg dikaji agar mendapatkan kapasitas yang sesuai dengan simpang sebenarnya.

$$C(utara) = J x \frac{Wh}{S}$$

$$C(Utara) = 2886 x \frac{26}{85}$$

$$C(utara) = 883$$

Tabel 5.3 Hasil perhitungan kapasitas

Pendekat	J smp/jam	Waktu Hijau per fase Wh	Waktu Siklus S	Kapasitas C
U	2886	26	85	883
S	2928	25	85	861
T	1843	10	85	217

2. Arus Jenuh Simping Ber-Apill

Penentuan arus jenuh pada simpang ber-Apill menggunakan perhitungan sebagai berikut:

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

$$J(Utara) = 3720 \times 0,94 \times 0,83 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,99 \times 1,00$$

$$J(Utara) = 2886$$

Tabel 5. 4 Hasil perhitungan arus jenuh

Kode pendekat	Lebar efektif Le	Arus jenuh (smp/jam) hijau							Arus jenuh (smp/jam) J	
		Arus Jenuh Dasar (smp/jam) J0	Factor-faktor koreksi					Hanya tipe P		
			Semua tipe pendekat					Belok kanan Fbka		Belok kiri Fbki
			Uk kota Fuk	Hambatan samping Fhs	Kelandaian Fg	Penyesuaian parker Fp				
U	6,2	3720	0,94	0,83	1,00	1,00	0,99	1,00	2886	
S	6,3	3780	0,94	0,83	1,00	1,00	0,99	1,00	2928	
T	4,2	2520	0,94	0,83	1,00	1,00	0,94	1,00	1843	

3. Kinerja jam puncak

Kinerja jam puncak di dapatkan pada periode waktu tersibuk dalam satu hari tersebut yang dimana dalam hal ini memiliki beberapa indikator sebagai berikut:

➤ Derajat Kejenuhan

Didapatkan dengan cara membagi antara volume lalu lintas (smp/jam) dengan kapasitas.

$$Dj (utara) = \frac{q}{c}$$

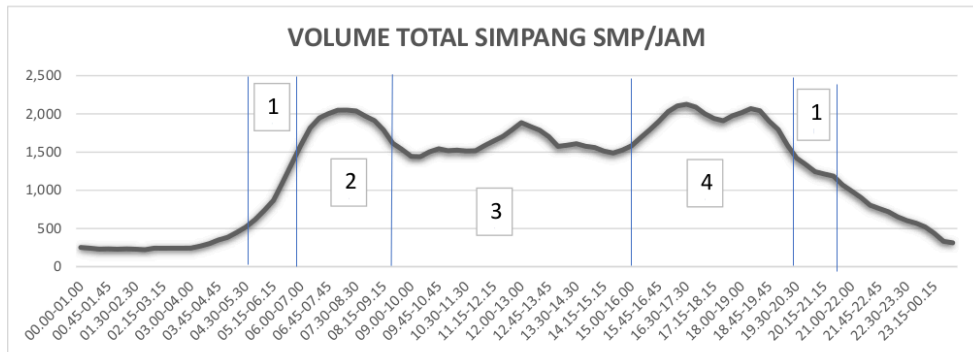
$$Dj (utara) = \frac{1042}{883}$$

$$Dj (utara) = 1,18$$

Tabel 5. 5 Derajat Kejenuhan tiap lengan

Arah Simpang	Arus Lalu Lintas smp/jam q	Kapasitas C	Derajat Kejenuhan Dj
Utara (jalan Gajah Mada)	1042	883	1.18
Selatan (jalan Gajah Mada)	886	861	1.03
Timur (jalan Sawunggaling)	163	217	0.75
Rata-rata			0.99

Setelah mendapatkan kinerja simpang berdasarkan PKJI, selanjutnya membagi *plan* berdasarkan jumlah volume yang ditentukan berdasarkan kemiripan dari tiap volume pada time series sehingga dapat menentukan *plan* kebutuhan harian yang akan dibuat.



Gambar 16. Pembagian Waktu *Plan* Harian

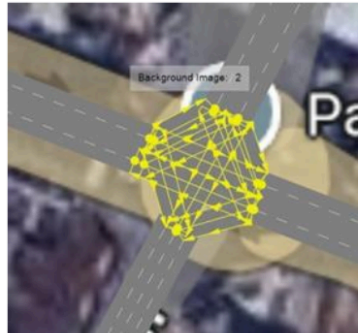
Berdasarkan data volume diatas selama 24 jam, data tersebut akan digunakan untuk mencari kebutuhan *plan* satu hari penuh. Untuk Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling merupakan simpang yang membutuhkan 4 *plan* yang berbeda, sesuai dengan waktu yang dibutuhkan. Penentuan *plan* ini dilihat melalui jumlah volume dan juga melalui derajat kejenuhan yang sudah melewati batas optimal yaitu 0,85 maka perlu dilakukan penyesuaian waktu siklus yang berbeda di jam tersebut. Sebelum diberlakukannya *plan* 1, akan terjadi flashing yang dimana pada Apill tidak akan memberikan waktu hijau dan merah, namun langsung melepas kendaraan pada tiap lengannya.

Kebutuhan waktu siklus yang berbeda-beda ditentukan berdasarkan PKJI agar dapat menentukan waktu siklus yang optimal pada tiap *plan* yang akan direkomendasikan.

1. *Plan* 1 (05.30-07.00) & (20.15-21.45)
2. *Plan* 2 (07.00-09.30)
3. *Plan* 3 (09.30-16.00)
4. *Plan* 4 (16.00-20.15)

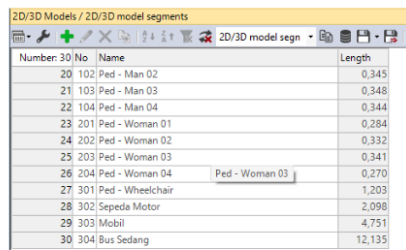
5.3. Analisis Kondisi Eksisting dengan Permodelan Vissim

Permodelan vissim dilakukan untuk mengetahui dan memvisualisasi bagaimana kondisi di lapangan secara sangat mirip dengan yang terjadi di lapangan menggunakan parameter Panjang antrian pada metode GEH. Permodelan kali ini dilakukan dengan menggunakan Panjang antrian sebagai bentuk validasi atas keberhasilan dari permodelan yang akan dilakukan. Hal ini akan berdampak terhadap keberhasilan merencanakan desain kebutuhan *plan* harian yang akan dilakukan. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan permodelan vissim ini.



Gambar 17. Pembuatan permodelan vissim (*link*)

Pada tahapan awal dilakukan pembuatan link atau jalan untuk menggambarkan kondisi simpang dari jumlah jalur pada tiap lengan dan juga pembuatan connector untuk menghubungkan link.

A screenshot of the Vissim software interface showing a table of 2D/3D model segments. The table has three columns: 'Number: 30/No', 'Name', and 'Length'. The data rows list various vehicle types and their corresponding lengths in meters.

Number: 30/No	Name	Length
20	102 Ped - Man 02	0,345
21	103 Ped - Man 03	0,348
22	104 Ped - Man 04	0,344
23	201 Ped - Woman 01	0,284
24	202 Ped - Woman 02	0,332
25	203 Ped - Woman 03	0,341
26	204 Ped - Woman 04	0,270
27	301 Ped - Wheelchair	1,203
28	302 Sepeda Motor	2,098
29	303 Mobil	4,751
30	304 Bus Sedang	12,135

Gambar 18. Pembuatan permodelan vissim (2D/3D model)

Number	No	Name	Category	Model2D3DDistr	ColorDistr1	OccupDistr	Capacity
2	190	LGV	Car	19: LGV	1: Default	1: Single Occupancy	2
3	200	HGV	HGV	20: HGV	1: Default	1: Single Occupancy	2
4	300	Bus	Bus	30: Bus	1: Default	1: Single Occupancy	110
5	400	Tram	Tram	40: Tram	1: Default	1: Single Occupancy	215
6	510	Man	Pedestrian	100: Man	101: Shirt Man		0
7	520	Woman	Pedestrian	200: Woman	201: Shirt Woman		0
8	610	Bike Man	Bike	61: Bike Man	101: Shirt Man		0
9	620	Bike Woman	Bike	62: Bike Woman	201: Shirt Woman		0
10	630	Sepeda Mo...	Bike	400: Sepeda M...	1: Default	1: Single Occupancy	9999
11	640	Mobil	Car	500: Mobil	1: Default	1: Single Occupancy	9999
12	650	Bus Sedang	Bus	600: Bus Sedang	1: Default	1: Single Occupancy	9999

Gambar 19. Pembuatan permodelan vissim (*Vehicle types*)

Pada tahapan ini digunakan untuk membangun model kendaraan yang akan melintasi persimpangan.

Number	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1	V.I. S...	4: Selatan Masuk	2100,0	1: V.C. Selatan
2	2	V.I. T...	6: Timur Masuk	400,0	2: V.C. Timur
3	3	V.I. U...	2: Utara Masuk	2300,0	3: V.C. Utara

Gambar 20. Pembuatan permodelan vissim (*Vehicle Inputs*)

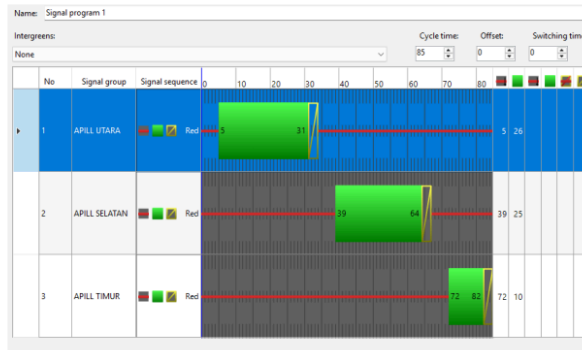
Selanjutnya menginput jumlah kendaraan yang berada pada tiap lengan simpang yang mana kendaraan tersebut akan berasal dari lengan yang kita modelkan.



Gambar 21. Pembuatan permodelan vissim (*Vehicle Route*)

Vehicle route digunakan untuk menentukan titik awal keberangkatan kendaraan yang dimodelkan dan menuju pada lengan simpang lainnya

Langkah-langkah diatas merupakan hal-hal yang wajib dilakukan untuk dapat memvisualisasi kondisi simpang yang akan kita bangun dan jadikan model nantinya. Diawali dari pembuatan link atau jalan yang dimana dilanjutkan dengan mengatur kendaraan yang akan melintasi simpang tersebut, serta membuat arah kemana saja kendaraan tersebut akan berbelok.



Gambar 22. Pembuatan permodelan vissim (Signal control)

Selanjutnya mengatur terkait waktu siklus yang diterapkan secara eksisting pada simpang kajian, yang dimana simpang ini hanya memiliki satu plan yang diterapkan selama full 24 jam lamanya.

Number	Name	NumIntersect	StanaDistA	StanaDistB	CarFollowModType	W7AbsAdd	W7AbsMult	LatDngRule	DesLatPos	OutLatDef	OutRtDef	LatOutDistDef	LatOutRtDistDef
1	Urban (motorist)	2			1/Widemann 74	0,30	1,00	Free lane selection	Any			2,00	2,00
2	Right-side rule (motorist)	2			1/Widemann 99	2,00	3,00	Slow lane rule	Middle of lane			1,00	0,30
3	Freeway (free lane selection)	2			1/Widemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	Middle of lane			1,00	0,30
4	Freeway (no intersection)	2			1/No intersection	2,00	3,00	Free lane selection	Any			1,00	0,30
5	Cycle-Track (free overtaking)	2			1/Widemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	Right			0,30	0,10
6	JACC free lane selection	4			1/Adaptive Cruise Control (ACC)	2,00	3,00	Free lane selection	Middle of lane			1,00	0,30
7	JACC right-side rule	4			1/Adaptive Cruise Control (ACC)	2,00	3,00	Slow lane rule	Middle of lane			1,00	0,30
8	JACC right-side rule (automatic)	4			1/Adaptive Cruise Control (ACC)	2,00	3,00	Slow lane rule	Middle of lane			1,00	0,30
9	SIMULASI	2			1/Widemann 74	0,30	1,00	Free lane selection	Any			0,30	0,30

Gambar 23. Pembuatan permodelan vissim (Driving behaviour)

Pengaturan driving behaviour dilakukan untuk memodelkan kondisi semirip mungkin dengan yang ada di lapangan.

Tabel 5.6 Kriteria pengaturan driving behaviour

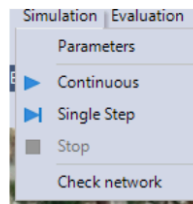
NO	PARAMETER YANG DIUBAH	NILAI	
		SEBELUM	SESUDAH
1	➤ Average standstill distance	2	0.6
	➤ Additive part of safety distance	2	0.6
	➤ Multiplic. Part of safety distance	3	1
2	➤ Vehicle stopping decisions look ahead	Off	On
	➤ Desired position at free flow	Middle of lane	Any
	➤ Overtake left & right	Off	On
3	➤ Distance standing	1	0.4
	➤ Distance driving	1	0.5

Lalu hal yang perlu diperhatikan untuk dirubah yaitu driving behaviour dari pengendara yang akan melintasi persimpangan permodelan diatas. Hal tersebut dilakukan untuk meningkatkan keaslian dari permodelan dengan kondisi eksisting di lapangan yang dimana para pengendara tersebut dapat menyalip secara bebas dalam memilih lajunya, serta juga jarak antar kendaraan yang sangat dekat satu sama lain.

Number	No	Name	DataCollectionPoints
1	1	Selatan ,Sel...	2
2	2	Selatan ,Sel...	2,6
3	3	Timur	3
4	4	Utara,Utara	4
5	5	Utara,Utara	4,5
6	6	Timur	3

Gambar 24. Pembuatan permodelan vissim (Data Collection Point)

Pada tahapan ini dilakukan agar mendapatkan data-data apa saja yang diinginkan saat akan melakukan permodelan pada PTV VISSIM



Gambar 25. Pembuatan permodelan vissim (Simulation)

Selanjutnya dapat dilakukan simulasi percobaan yang nantinya akan menghasilkan Panjang antrian, tundaan waktu, dan juga volume yang dimana hal tersebut dapat menjadi parameter dalam menguji metode GEH.



Gambar 26. Pembuatan permodelan vissim Model Eksisting

Berdasarkan hasil permodelan eksisting diatas, bahwasanya Panjang antrian pada lengan utara mencapai 156m dan pada lengan selatan mencapai 124m. Didapatkan juga data lamanya tundaan yang terjadi pada tiap lengan pendekat simpang. Setelah hal tersebut selesai, maka permodelan akan mengeluarkan hasil jumlah volume yang dapat diuji kesesuaiannya dan dapat dikatakan valid apabila nilai uji dari GEH tersebut kurang dari 5.

Tabel 5. 1 Data kondisi eksisting permodelan

Lengan	Panjang Antrian	Tundaan
<i>U</i>	156m	57det/kend
<i>S</i>	124m	43det/kend
<i>T</i>	55m	52det/kend

5.4. Kalibrasi dan Validasi Vissim

Dalam menggunakan perangkat lunak PTV Vissim diperlukan kalibrasi dan validasi untuk melakukan permodelan kondisi agar dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan kedepannya.

5.4.1 Kalibrasi

Kalibrasi pada aplikasi Vissim dilakukan untuk mengubah nilai pada parameter-parameter yang terdapat pada *driving behaviour*. Proses kalibrasi dilakukan secara trial and error pada parameter-parameter tersebut sehingga perilaku pengemudi pada permodelan dapat menggambarkan perilaku yang sesuai dengan di lapangan.

Tabel 5 .7 Parameter kalibrasi driving behaviour

No	Parameter	Penjelasan	Nilai Default	Nilai Disesuaikan
1	Desire position at freflow lane	Posisi kendaraan pada lajur	Middle of lane	Any
2	Overtake left and right	Perilaku kendaraan dalam menyalip	Uncheck	Check
3	Distance Driving	Jarak antar samping kendaraan saat berkendara	1 m	0.5
4	Distance Standing	Jarak antar kendaraan saat berhenti	1 m	0.4
5	Average Stanstill Distance	Penentuan jarak aman	2 m	0.6
6	Additive part of safety distance	Penentuan jarak aman	2 m	0.6

No	Parameter	Penjelasan	Nilai Default	Nilai Disesuaikan
7	Multiplic part of safety	Penentuan jarak aman	3 m	1

5.4.2 Validasi

Setelah dilakukan proses penyesuaian terhadap *driving behaviour*, selanjutnya melakukan proses validasi yang dimana menghitung nilai simulasi yang didapatkan saat melakukan permodelan pada aplikasi vissim terhadap Panjang antrian. Hasil validasi tersebut nantinya akan diperhitungkan dengan metode uji GEH. Berikut merupakan hasil perhitungan metode GEH.

Tabel 5.8 Metode Uji GEH

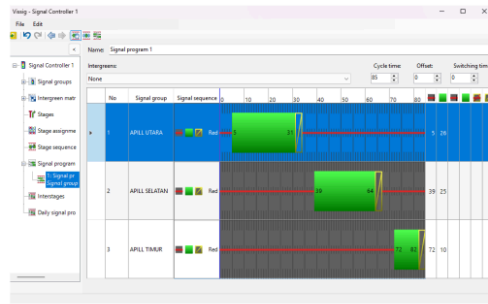
VOLUME			
Arah	Eksisting	Vissim	GEH
U	2307	2412	2.16
S	2306	2312	0.125
T	537	531	0.26

5.5 Analisis Kinerja Waktu Perencanaan *Plan* Harian Melalui Permodelan Vissim

Setelah permodelan yang dilakukan valid menggunakan parameter Panjang antrian, maka selanjutnya yaitu melakukan percobaan terkait permodelan perencanaan *plan* yang akan digunakan dalam satu hari penuh. Pengaturan waktu siklus baru ditentukan dengan menggunakan 3 fase yang dimana lengan utara dan lengan selatan yang terlepas secara terlindung dengan tujuan untuk meningkatkan kapasitas pada lengan mayor tersebut.

5.5.1. Waktu Siklus Eksisting

Merupakan waktu siklus yang diterapkan secara eksisting pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.



Gambar 27. Pengaturan signal control eksisting pada vissim

Berikut merupakan rincian dari waktu siklus eksisting:

- Fase 1 (Utara) : Waktu Hijau Fase = 26s
- Fase 2 (Selatan) : Waktu Hijau Fase = 25s
- Fase 3 (Timur) : Waktu Hijau Fase = 10s
- Red All : 5s
- Amber : 3s
- Total : 85s

EKSISTING	Lengan Utara	Lengan Selatan	Lengan Timur	Waktu Siklus (detik)	85	
	Hijau	26	25			10
Red All	5	5	5			
Amber	3	3	3			
Merah						
U	[Timeline bar for phase U]					
S	[Timeline bar for phase S]					
T	[Timeline bar for phase T]					
SIKLUS	[Total cycle bar]				85	

Gambar 28. Diagram fase kondisi eksisting

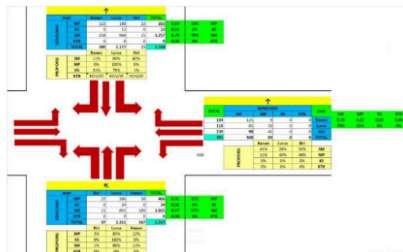
Berdasarkan data diatas, fase pertama merupakan pelepasan kendaraan pertama yang terjadi pada lengan pendekat Utara dengan fase terlindung. Selanjutnya fase kedua yaitu lengan Selatan melakukan pelepasan kendaraan dengan terlindung. Dan yang terakhir yaitu fase ketiga melepas kendaraan yang berada pada lengan pendekat timur.

Waktu siklus eksisting ini digunakan dalam permodelan setiap *plan* yang ada untuk membandingkan waktu siklus mana yang terbaik untuk di terapkan kedepannya.

5.5.2. Perencanaan Waktu Siklus Baru

1. *PLAN 1* (05.30-07.00)

Merupakan perencanaan waktu fase baru yang akan diberlakukan pada simpang kajian. *Plan* ini memiliki 3 fase dengan sifat terlindung di tiap lengannya. Waktu beroperasinya '*Plan 1*' ini pada pukul 05.30-07.00. dikarenakan pada jam tersebut sudah mengalami peningkatan volume kendaraan yang melintasi persimpangan.



Gambar 29. Diagram Flow jam puncak *Plan 1*

Volume yang di input pada permodelan vissim ini yaitu volume paling peak pada *Plan 1* diantara jam 06.00-07.00 guna untuk mengetahui kondisi paling kritis pada saat akan diberlakukannya *plan* baru nantinya Perlu adanya perbandingan antara waktu siklus eksisting pada jam 05.30-07.00 dengan waktu siklus rekomendasi di jam yang sama agar mengetahui waktu siklus mana yang lebih optimal digunakan untuk diterapkan pada jam tersebut.

A. Eksisting

Setelah diberlakukannya waktu siklus eksisting pada jam 05.30-07.00 dan dilakukan permodelan di vissim menghasilkan Panjang antrian sepanjang 87m pada lengan utara, 74m pada lengan Utara, 42m pada lengan timur.

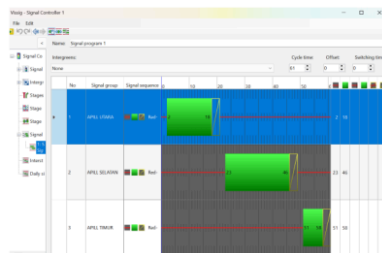


Gambar 30. Permodelan Eksisting vissim *plan 1*

Permodelan yang dilakukan pada aplikasi vissim dapat menghasilkan panjang antrian dan tundaan yang terjadi pada tiap lengan pendekat simpang. Tundaan yang terjadi pada lengan utara selama 27det/kend lengan selatan selama 28det/kend dan lengan timur selama 40det/kend.

B. Rekomendasi

Pada tahap ini merupakan rekomendasi waktu siklus yang baru untuk diterapkan pada simpang kajian dengan di jam yang sama berdasarkan perhitungan PKJI.



Gambar 31. Signal control *plan 1* pada vissim

Berikut merupakan rincian dari waktu siklus rekomendasi:

Fase 1 (Utara) : Waktu Hijau Fase = 16s

Fase 2 (Selatan) : Waktu Hijau Fase = 23s
 Fase 3 (Timur) : Waktu Hijau Fase = 7s
 Red All : 2s
 Amber : 3s
 Total : 61s

	Lengan Utara	Lengan Selatan	Lengan Timur		
PLAN 1					
Hijau	16	23	7	Waktu Siklus (detik)	61
Red All	2	2	2		
Amber	3	3	3	Waktu Hijau Hilang (detik)	15
Merah					
U					
S					
T					
	61				

Gambar 32. Diagram fase plan 1

Berdasarkan data diatas, fase pertama merupakan pelepasan kendaraan pertama yang terjadi pada lengan pendekat utara dengan waktu hijau fase 16s terlindung. Selanjutnya fase kedua yaitu lengan selatan melakukan pelepasan kendaraan dengan waktu hijau fase 23s terlindung. Fase ketiga melepas kendaraan dengan waktu hijau fase 7s terlindung yang berada pada lengan pendekat timur.



Gambar 33. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus baru

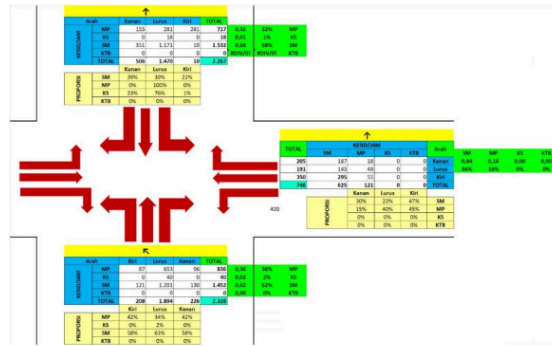
Dengan diberlakukannya waktu siklus baru pada simpang kajian menghasilkan penurunan dari panjang antrian yang terjadi. Pada gambar diatas menyajikan hasil permodelan setelah diberlakukannya waktu siklus baru yang ternyata dapat menurunkan Panjang antrian hingga 59m pada lengan utara, 49m pada lengan selatan, dan 36m pada lengan timur. Tidak hanya panjang antrin, namun juga tundaan yang terjadi pada tiap lengan pendekat simpang mengalami penurunan. Pada lengan utara tundaan yang terjadi berkurang hingga 22det/kend, lengan selatan menjadi 18det/kend, dan juga lengan timur menjadi 29det/kend.

Tabel 5. 9 Perbandingan hasil eksisitng dan perencanaan

PLAN 1 (05.45- 07.00)	Lengan	Panjang antrian		Tundaan	
		Eksisting	Perencanaan	Eksisting	Perencanaan
	Utara	87m	59m	27det/kend	22det/kend
	Selatan	74m	49m	28det/kend	18det/kend
	Timur	42m	36m	40det/kend	29det/kend
	Rata-rata	67m	48m	31der/kend	23det/kend

2. PLAN 2 (07.00-09.30)

Merupakan perencanaan waktu fase baru yang akan diberlakukan pada simpang kajian. *Plan* ini memiliki 3 fase dengan sifat terlindung di tiap lengannya. Waktu beroperasinya '*Plan 2*' ini pada pukul 07.00-09.30. dikarenakan pada jam tersebut sudah mengalami peningkatan volume kendaraan yang melintasi persimpangan dan derajat kejenuhannya mencapai lebih dari 0,85.

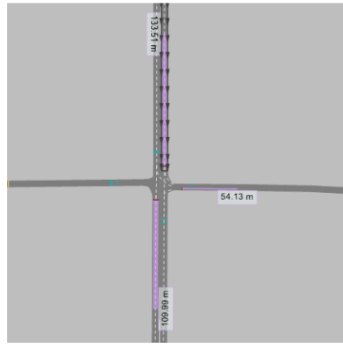


Gambar 34. Diagram Flow jam puncak Plan 2

Volume yang di input pada permodelan vissim ini yaitu volume paling peak pada Plan 2 diantara jam 07.00-08.00 guna untuk mengetahui kondisi paling kritis pada saat akan diberlakukannya plan baru nantinya. Perlu adanya perbandingan antara waktu siklus eksisting pada jam 07.00-09.30 dengan waktu siklus rekomendasi di jam yang sama agar mengetahui waktu siklus mana yang lebih optimal digunakan untuk diterapkan pada jam tersebut.

A. Eksisting

Setelah diberlakukannya waktu siklus eksisting pada jam 07.00-09.30 dan dilakukan permodelan di vissim menghasilkan Panjang antrian sepanjang 133m pada lengan utara, 109m pada lengan selatan, 54m pada lengan timur.

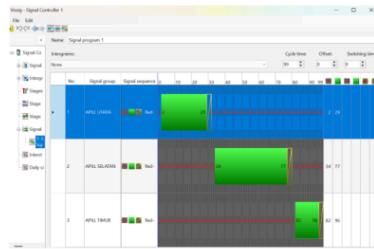


Gambar 35. Permodelan eksisting vissim plan 2

Permodelan yang dilakukan pada aplikasi vissim dapat menghasilkan panjang antrian dan tundaan yang terjadi pada tiap lengan pendekat simpang. Tundaan yang terjadi pada lengan utara selama 50det/kend lengan selatan selama 34det/kend dan lengan timur selama 55det/kend.

B. Rekomendasi

Pada tahap ini merupakan rekomendasi waktu siklus yang baru untuk diterapkan pada simpang kajian dengan di jam yang sama berdasarkan perhitungan PKJI.



Gambar 36. Signal Control plan 2 pada vissim

Berikut merupakan rincian dari waktu siklus rekomendasi:

Fase 1 (Utara) : Waktu Hijau Fase = 27s

Fase 2 (Selatan) : Waktu Hijau Fase = 43s
 Fase 3 (Timur) : Waktu Hijau Fase = 15s
 Red All : 2s
 Amber : 3s
 Total : 99s

PLAN 2	Lengan Utara	Lengan Selatan	Lengan Timur		
Hijau	27	43	15	Waktu Siklus (detik)	99
Red All	2	2	2	Waktu Hijau Hilang (detik)	15
Amber	3	3	3		
Merah					
U					
S					
T					

Gambar 37. Diagram fase perhitungan PKJI plan 2

Berdasarkan data diatas, fase pertama merupakan pelepasan kendaraan pertama yang terjadi pada lengan pendekat utara dengan waktu hijau fase 27s terlindung. Selanjutnya fase kedua yaitu lengan Selatan melakukan pelepasan kendaraan dengan waktu hijau fase 43s terlindung. Fase ketiga melepas kendaraan dengan waktu hijau fase 15s terlindung yang berada pada lengan pendekat timur.



Gambar 38. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus PKJI

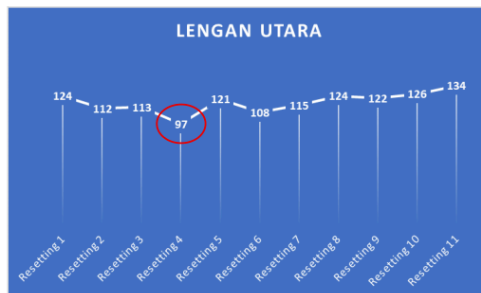
Dengan diberlakukannya waktu siklus baru pada simpang kajian menghasilkan peningkatan dari panjang antrian yang terjadi. Pada gambar diatas menyajikan hasil permodelan setelah diberlakukannya waktu siklus baru yang ternyata dapat menurunkan Panjang antrian hingga 190m pada lengan utara, 107m pada lengan selatan, dan 53m pada lengan timur. Lalu untuk tundaan yang terjadi pada lengan utara yaitu selama 87det/kend, lengan selatan 23det/kend, dan pada lengan timur 44det/kend.

Tabel 5. 2 Perbandingan kondisi eksisting dengan optimalisasi waktu siklus PKJI

PLAN 2 (07.00- 09.30)	Lengan	Panjang antrian		Tundaan	
		Eksisting	Perencanaan	Eksisting	Perencanaan
	Utara	133m	190m	50det/kend	87det/ken
	Selatan	109m	107m	34det/kend	23det/kend
	Timur	54m	53m	55det/kend	44det/kend
	Rata-rata	98m	116m	46det/kend	51det/kend

C. Pengoptimalisasian

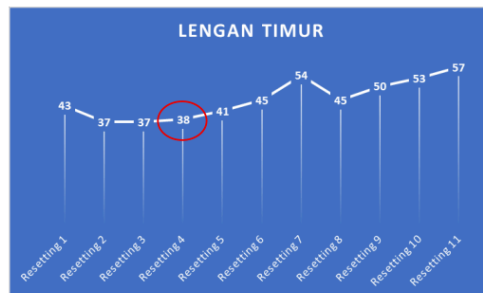
Berdasarkan hasil perhitungan PKJI, waktu siklus baru yang akan diterapkan pada *plan* ini mengalami peningkatan panjang antrian pada tiap lengannya. Maka dari itu perlu dilakukan kembali optimalisasi terhadap waktu siklus yang ada dengan percobaan *trial and error*. Percobaan ini dilakukan dengan cara *trial and error* pada waktu minimal 3 fase yaitu 50s dengan interval 5s agar mendapatkan waktu yang lebih optimal.



Gambar 39. Panjang antrian lengan utara *plan 2*

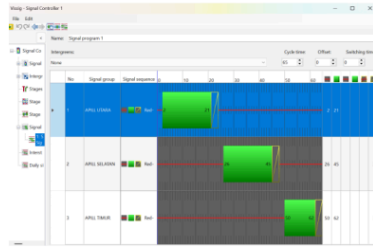


Gambar 40. Panjang antrian lengan selatan *plan 2*



Gambar 41. Panjang antrian lengan timur *plan 2*

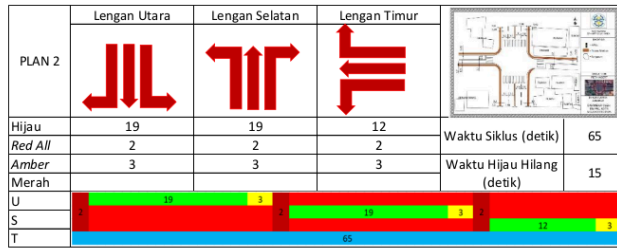
Berdasarkan grafik diatas, kita dapat mengetahui titik balik dari penurunan maupun peningkatan adanya panjang antrian yang terjadi di tiap lengannya. Pada resetting waktu siklus ke-4 mendapatkan total panjang antrian yang terendah. Dengan melakukan percobaan *trial and error* beberapa kali percobaan, maka didapatkan waktu paling optimal untuk melakukan resetting waktu siklus pada *plan* dua yaitu selama 65s, dengan waktu hijau fase lengan utara 19s, lengan Selatan 19s, dan lengan timur 12s.



Gambar 42. Signal control *plan 2* paling optimal

Berikut merupakan rincian dari waktu siklus rekomendasi:

- Fase 1 (Utara) : Waktu Hijau Fase = 19s
- Fase 2 (Selatan) : Waktu Hijau Fase = 19s
- Fase 3 (Timur) : Waktu Hijau Fase = 12s
- Red All : 2s
- Amber : 3s
- Total : 65s



Gambar 43. Diagram fase paling optimal *plan 2*

Waktu diatas merupakan waktu yang paling optimal digunakan *plan 2* untuk dapat meningkatkan kinerja simpang dengan menurunkan panjang antrian.



Gambar 44. Permodelan rekomendasi paling optimal *plan 2*

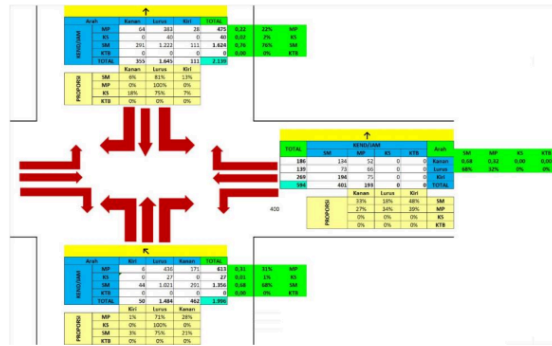
Setelah dilakukan permodelan terhadap waktu siklus yang paling optimal, didapatkan penurunan panjang antrian di tiap lengannya. Panjang antrian pada lengan utara menjadi 97m, lengan Selatan menjadi 105m, dan lengan timur menjadi 38m. Pada lengan utara tundaan yang terjadi berkurang hingga 66det/kend, lengan selatan menjadi 25det/kend, dan juga lengan timur menjadi 35det/kend.

Tabel 5. 10 Perbandingan hasil eksisting dan perencanaan paling optimal

PLAN 2 (06.00- 09.00)	Lengan	Panjang antrian		Tundaan	
		Eksisting	Perencanaan	Eksisting	Perencanaan
	Utara	133m	97m	50det/kend	66det/kend
	Selatan	109m	105m	34det/kend	25det/kend
	Timur	54m	38m	55det/kend	35det/kend
	Rata-rata	98m	80m	46det/kend	42det/kend

3. PLAN 3 (09.30-16.00)

Merupakan perencanaan waktu fase baru yang akan diberlakukan pada simpang kajian. *Plan* ini memiliki 3 fase dengan sifat terlindung di tiap lengannya. Waktu beroperasinya '*Plan 3*' ini pada pukul 09.30-16.00, dikarenakan pada jam tersebut sudah mengalami penurunan volume kendaraan setelah melewati jam peak di pagi hari.



Gambar 45. Diagram Flow jam puncak plan 3

Volume yang di input pada permodelan vissim ini yaitu volume paling peak pada *Plan 2* diantara jam 12.00-13.00 guna untuk mengetahui kondisi paling kritis pada saat akan diberlakukannya *plan* baru nantinya. Perlu adanya perbandingan antara waktu siklus eksisting pada jam 09.30-16.00 dengan waktu siklus rekomendasi di jam yang sama agar mengetahui waktu siklus mana yang lebih optimal digunakan untuk diterapkan pada jam tersebut.

A. Eksisting

Setelah diberlakukannya waktu siklus eksisting pada jam 09.30-16.00 dan dilakukan permodelan di vissim menghasilkan Panjang antrian sepanjang 96m pada lengan utara, 113m pada lengan selatan, 52m pada lengan timur.

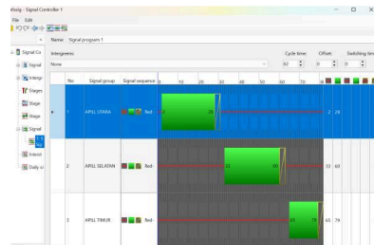


Gambar 46. Permodelan eksisting vissim *plan 3*

Permodelan yang dilakukan pada aplikasi vissim dapat menghasilkan panjang antrian dan tundaan yang terjadi pada tiap lengan pendekat simpang. Tundaan yang terjadi pada lengan utara selama 28det/kend lengan selatan selama 31det/kend dan lengan timur selama 48det/kend.

B. Rekomendasi

Pada tahap ini merupakan rekomendasi waktu siklus yang baru untuk diterapkan pada simpang kajian dengan di jam yang sama berdasarkan perhitungan PKJI.



Gambar 47. Signal Control *plan 3* pada vissim

Berikut merupakan rincian dari waktu siklus rekomendasi:

Fase 1 (Utara) : Waktu Hijau Fase = 26s

Fase 2 (Selatan) : Waktu Hijau Fase = 27s
 Fase 3 (Timur) : Waktu Hijau Fase = 13s
 Red All : 2s
 Amber : 3s
 Total : 82s

PLAN 3	Lengan Utara	Lengan Selatan	Lengan Timur		
					
Hijau	26	27	13	Waktu Siklus (detik)	82
Red All	2	2	2	Waktu Hijau Hilang (detik)	15
Amber	3	3	3		
Merah					
U					
S					
T					

Gambar 48. Diagram fase plan 3

Berdasarkan data diatas, fase pertama merupakan pelepasan kendaraan pertama yang terjadi pada lengan pendekat Utara dengan waktu hijau fase 26s terlindung. Selanjutnya fase kedua yaitu lengan Selatan melakukan pelepasan kendaraan dengan waktu hijau fase 27s terlindung. Fase ketiga melepas kendaraan dengan waktu hijau fase 13s terlindung yang berada pada lengan pendekat timur.



Gambar 49. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus baru

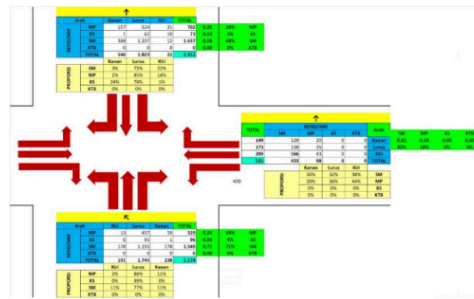
Dengan diberlakukannya waktu siklus baru pada simpang kajian menghasilkan penurunan dari Panjang antrian yang terjadi. Pada gambar diatas menyajikan hasil permodelan setelah diberlakukannya waktu siklus baru yang ternyata dapat menurunkan Panjang antrian hingga 81m pada lengan selatan, 98m pada lengan utara, dan 47m pada lengan timur. Tidak hanya panjang antrian, namun juga tundaan yang terjadi pada tiap lengan pendekat simpang mengalami penurunan. Pada lengan utara tundaan yang terjadi berkurang hingga 26det/kend, lengan selatan menjadi 25det/kend, dan juga lengan timur menjadi 34det/kend.

Tabel 5. 11 Perbandingan hasil eksisting dan perencanaan

PLAN 3 (09.00- 15.00)	Lengan	Panjang antrian		Tundaan	
		Eksisting	Perencanaan	Eksisting	Perencanaan
	Utara	96m	81m	28det/kend	26det/kend
	Selatan	113m	98m	31det/kend	25det/kend
	Timur	52m	47m	48det/kend	34det/kend
	Rata-rata	87m	75m	35det/kend	28det/kend

4. PLAN 4 (16.00-20.15)

Merupakan perencanaan waktu fase baru yang akan diberlakukan pada simpang kajian. Plan ini memiliki 3 fase dengan sifat terlindung di tiap lengannya. Waktu beroperasinya 'Plan 4' ini pada pukul 16.00-20.15, dikarenakan pada jam tersebut sudah mengalami peningkatan volume pada peak sore hari hingga derajat kejenuhannya melebihi 0,85.

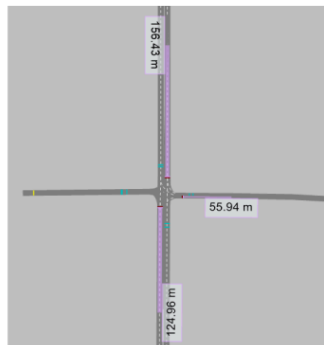


Gambar 50. Diagram Flow jam puncak plan 4

Volume yang di input pada permodelan vissim ini yaitu volume paling peak pada *Plan 2* diantara jam 16.30-17.30 guna untuk mengetahui kondisi paling kritis pada saat akan diberlakukannya *plan* baru nantinya. Perlu adanya perbandingan antara waktu siklus eksisting pada jam 16.00-20.15 dengan waktu siklus rekomendasi di jam yang sama agar mengetahui waktu siklus mana yang lebih optimal digunakan untuk diterapkan pada jam tersebut.

A. Eksisting

Setelah diberlakukannya waktu siklus eksisting pada permodelan di vissim menghasilkan Panjang antrian sepanjang 155m pada lengan utara, 124m pada lengan selatan, 55m pada lengan timur.

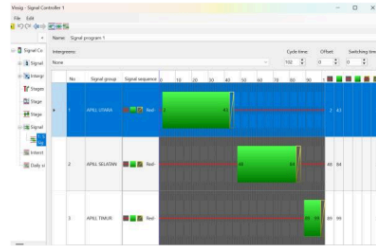


Gambar 51. Permodelan eksisting vissim *plan 4*

Permodelan yang dilakukan pada aplikasi vissim dapat menghasilkan panjang antrian dan tundaan yang terjadi pada tiap lengan pendekat **simpang**. Tundaan yang terjadi pada lengan utara selama 27det/kend lengan selatan selama 28det/kend dan lengan timur selama 40det/kend.

B. Rekomendasi

Pada tahap ini merupakan rekomendasi waktu siklus yang baru untuk diterapkan pada simpang kajian dengan di jam yang sama berdasarkan perhitungan PKJI.



Gambar 52. Signal Control *plan 4* pada vissim

Berikut merupakan rincian dari waktu siklus rekomendasi:

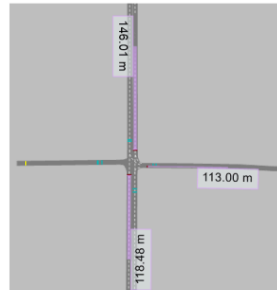
- Fase 1 (Utara) : Waktu Hijau Fase = 41s
- Fase 2 (Selatan) : Waktu Hijau Fase = 36s
- Fase 3 (Timur) : Waktu Hijau Fase = 10s
- Red All : 2s
- Amber : 3s
- Total : 102s

	Lengan Utara	Lengan Selatan	Lengan Timur		
PLAN 4					
Hijau	41	36	10	Waktu Siklus (detik)	102
Red All	2	2	2	Waktu Hijau Hilang (detik)	15
Amber	3	3	3		
Merah					
U					
S					
T					

Gambar 53. Diagram fase perhitungan PKJI *plan 4*

Berdasarkan data diatas, fase pertama merupakan pelepasan kendaraan pertama yang terjadi pada lengan pendek Utara dengan waktu hijau fase 41s terlindung. Selanjutnya fase kedua yaitu lengan Selatan

melakukan pelepasan kendaraan dengan waktu hijau fase 36s terlindung. Fase ketiga melepas kendaraan dengan waktu hijau fase 10s terlindung yang berada pada lengan pendekat timur.



Gambar 54. Hasil permodelan setelah penerapan waktu siklus PKJI

Dengan diberlakukannya waktu siklus baru pada simpang kajian menghasilkan peningkatan dari panjang antrian yang terjadi. Pada gambar diatas menyajikan hasil permodelan setelah diberlakukannya waktu siklus baru yang ternyata dapat menurunkan Panjang antrian hingga 146m pada lengan utara, 118m pada lengan selatan, dan 113m pada lengan timur. Lalu untuk tundaan yang terjadi pada lengan utara yaitu selama 33det/kend, lengan selatan 39det/kend, dan pada lengan timur 195det/kend.

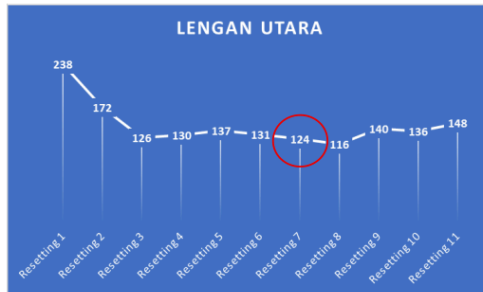
Tabel 5. 3 Perbandingan kondisi eksisting dengan optimalisasi waktu siklus PKJI

PLAN 4 (15.00- 20.30)	Lengan	Panjang antrian		Tundaan	
		Eksisting	Perencanaan	Eksisting	Perencanaan
	Utara	155m	146m	57det/kend	33det/kend
	Selatan	124m	118m	43det/kend	39det/kend
	Timur	55m	113m	52det/kend	195det/kend
	Rata-rata	111m	125m	50det/kend	89det/kend

C. Pengoptimalisasian

Berdasarkan hasil perhitungan PKJI, waktu siklus baru yang akan diterapkan pada *plan* ini mengalami peningkatan panjang antrian pada lengan pendekatnya. Maka dari itu perlu dilakukan kembali optimalisasi terhadap waktu siklus yang ada dengan percobaan *trial and error*. Percobaan

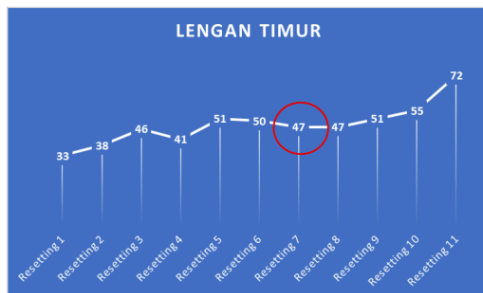
36
ini dilakukan dengan cara *trial and error* pada waktu minimal 3 fase yaitu 50s dengan interval 5s agar mendapatkan waktu yang lebih optimal.



Gambar 55. Panjang antrian lengan utara *plan 4*

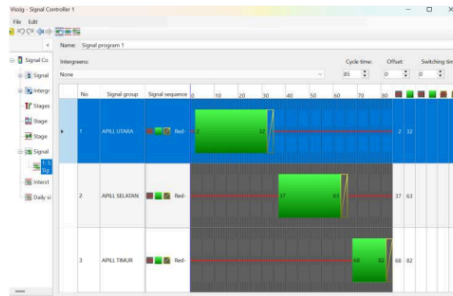


Gambar 56. Panjang antrian lengan selatan *plan 4*



Gambar 57. Panjang antrian lengan timur *plan 4*

Berdasarkan grafik diatas, kita dapat mengetahui titik balik dari penurunan maupun peningkatan adanya panjang antrian yang terjadi di tiap lengannya. Pada resetting waktu siklus ke-7 mendapatkan total panjang antrian yang terendah. Dengan melakukan percobaan *trial and error* beberapa kali percobaan, maka didapatkan waktu paling optimal untuk melakukan resetting waktu siklus pada *plan* dua yaitu selama 85s, dengan waktu hijau fase lengan utara 30s, lengan Selatan 26s, dan lengan timur 14s.



Gambar 58. Signal control *plan* 4 paling optimal

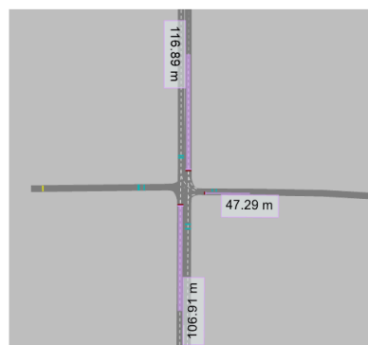
Berikut merupakan rincian dari waktu siklus rekomendasi:

Fase 1 (Utara)	: Waktu Hijau Fase = 30s
Fase 2 (Selatan)	: Waktu Hijau Fase = 26s
Fase 3 (Timur)	: Waktu Hijau Fase = 14s
Red All	: 2s
Amber	: 3s
Total	: 85s

	Lengan Utara	Lengan Selatan	Lengan Timur		
PLAN 4					
Hijau	30	26	14	Waktu Siklus (detik)	85
Red All	2	2	2		
Amber	3	3	3	Waktu Hijau Hilang (detik)	15
Merah					
U					
S					
T					

Gambar 59. Diagram fase paling optimal *plan 4*

Waktu diatas merupakan waktu yang paling optimal digunakan *plan 4* untuk dapat meningkatkan kinerja simpang dengan menurunkan panjang antrian.



Gambar 60. Permodelan rekomendasi paling optimal *plan 2*

Setelah dilakukan permodelan terhadap waktu siklus yang paling optimal, didapatkan penurunan panjang antrian di tiap lengannya. Panjang antrian pada lengan utara menjadi 116m, lengan Selatan menjadi 106m, dan lengan timur menjadi 47m. Pada lengan utara tundaan yang terjadi berkurang hingga 32det/kend, lengan selatan menjadi 38det/kend, dan juga lengan timur menjadi 36det/kend.

Tabel 5.12 Perbandingan hasil eksisting dan perencanaan paling optimal

PLAN 4 (15.00- 20.30)	Lengan	Panjang antrian		Tundaan	
		Eksisting	Perencanaan	Eksisting	Perencanaan
	Utara	155m	116m	57det/kend	32det/kend
	Selatan	124m	100m	43det/kend	38det/kend
	Timur	55m	47m	52det/kend	36det/kend
	Rata-rata	111m	87m	50det/kend	35det/kend

5. Flashing

Merupakan kondisi dimana simpang ber-Apill hanya akan memberikan isyarat dengan lampu kuning saja tanpa adanya lampu hijau dan merah. Hal ini untuk memberi peringatan bagi pengendara yang akan melintas untuk tetap berhati-hati meskipun volume kendaraan yang melintas sudah sangat kecil. Flashing ditetapkan pada jam 21.45-05.30 dikarenakan jam tersebut sudah melandai dan tidak terlalu ramai. Pergerakan Masyarakat juga sangat minim terjadi pada jam tersebut sehingga menyebabkan jalanan sepi.

5.6 Rekomendasi Kebutuhan Perencanaan Desain *Plan* Harian

Setelah melakukan permodelan melalui aplikasi PTV Vissim, selanjutnya membandingkan antara hasil daripada kinerja eksisting dan *plan* baru yang akan digunakan pada periode waktu tertentu tersebut.

Tabel 5.13 Hasil penurunan Panjang antrian pada tiap lengan Simpang.

SIKLUS	Lengan	Panjang antrian		Persentase	Selisih
		Eksisting	Perencanaan		
PLAN 1 (04.45- 06.00)	Utara	87m	59m	32%	28m
	Selatan	74m	49m	34%	25m
	Timur	42m	36m	14%	6m
PLAN 2 (06.00- 09.00)	Utara	133m	97m	27%	36m
	Selatan	109m	105m	4%	4m
	Timur	54m	38m	30%	16m
	Utara	96m	81m	16%	15m
	Selatan	113m	98m	13%	15m

<i>PLAN 3</i> (09.00-15.00)	Timur	52m	47m	10%	5m
<i>PLAN 4</i> (15.00-20.30)	Utara	155m	116m	25%	39m
	Selatan	124m	100m	19%	24m
	Timur	55m	47m	15%	8m

Tabel 5. 4 Hasil penurunan tundaan pada tiap lengan Simpang.

SIKLUS	Lengan	Tundaan		Persentase	Selisih
		Eksisting	Perencanaan		
<i>PLAN 1</i> (04.45-06.00)	Utara	27det/kend	22det/kend	19%	5
	Selatan	28det/kend	18det/kend	36%	10
	Timur	40det/kend	29det/kend	28%	11
<i>PLAN 2</i> (06.00-09.00)	Utara	50det/kend	66det/kend	-32%	-16
	Selatan	34det/kend	25det/kend	26%	9
	Timur	55det/kend	35det/kend	36%	20
<i>PLAN 3</i> (09.00-15.00)	Utara	28det/kend	26det/kend	7%	2
	Selatan	31det/kend	25det/kend	19%	6
	Timur	48det/kend	34det/kend	29%	14
<i>PLAN 4</i> (15.00-20.30)	Utara	57det/kend	32det/kend	44%	25
	Selatan	43det/kend	38det/kend	12%	5
	Timur	52det/kend	36det/kend	31%	16

Berdasarkan table diatas, didapat bahwasanya Panjang antrian yang terjadi pada tiap lengan mengalami penurunan yang berbeda-beda, dikarenakan pengaturan waktu siklus baru dapat menjadi jawaban untuk menurunkan Panjang antrian di tiap lengan simpang. Persentase keberhasilan dalam penurunan Panjang antrian yang terjadi sebesar 20%. Rata-rata penurunan Panjang antrian pada simpang ini sebesar 18,4m di tiap lengan karena menggunakan waktu siklus baru (*plan*).

Sedangkan untuk tundaan sendiri berhasil turun sebesar 26% pada tiap lengan yang berhasil menurunkan tundaannya. Rata-rata penurunan waktu tundaan mencapai 11,1 detik/kendaraan. Hal tersebut merupakan tanda bahwa dari permodelan yang dilakukan berhasil ⁴³ untuk mengurangi Panjang antrian dan tundaan sesuai dengan kondisi eksisting yang terjadi pada simpang ini.

27
BA B VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Adapun beberapa Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diatas:

1. Kondisi eksisitng pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling memiliki periode waktu tersibuk dimulai pada pukul 16.30-17.30 dengan derajat kejenuhan mencapai 0,99. Untuk Panjang antrian rata-rata yang dimiliki pada lengan utara yaitu 117m, lengan selatan 105m, dan lengan timur 50m. Sedangkan tundaan rata-rata yang terjadi pada lengan utara mencapai 40,5 detik/kendaraan, lengan selatan mencapai 34 detik/kendaraan, dan lengan timur mencapai 48,7 detik/kendaraan .Hal tersebut menjadikan sumber masalah yang ada pada simpang ini dikarenakan ketika Panjang antrian dari suatu lengan cukup tinggi, hal tersebut juga berpengaruh dalam kinerja yang terjadi pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling.
2. Pembuatan desain rekayasa waktu siklus ditentukan berdasarkan jumlah volume kendaraan yang melintas pada simpang tersebut dan dibagi berdasarkan periode waktu tertentu. Dalam upaya untuk peningkatan kinerja simpang, maka di desain 4 Kebutuhan waktu siklus baru yang dapat mengurangi Panjang antrian yang terjadi sehingga dapat meningkatkan kinerja Simpang 4 Gajah Mada. Penggunaan 3 fase diterapkan untuk pelepasan kendaraan yang dilakukan secara bergantian di tiap lengannya agar dapat meningkatkan kapasitas pada lengan mayor.
 - A. *PLAN 1* (05.30-07.00) memiliki Panjang antrian rata-rata sebesar 67m dan berhasil diturunkan menjadi 48m. Tundaan rata-rata selama 31 detik/kendaraan dan berhasil diturunkan menjadi 23 detik/kendaraan, dengan diberlakukannya waktu siklus baru yang lebih optimal.
 - B. *PLAN 2* (07.00-09.30) memiliki Panjang antrian rata-rata sebesar 98m dan berhasil diturunkan menjadi 80m. Tundaan Rata-rata

selama 46 detik/kendaraan berhasil diturunkan menjadi 42 detik/kendaraan, dengan diberlakukannya waktu siklus baru yang lebih optimal.

C. *PLAN* 3 (09.30-16.00) memiliki Panjang antrian rata-rata sebesar 87m dan berhasil diturunkan menjadi 75m. Tundaan rata-rata selama 35 detik/kendaraan berhasil diturunkan menjadi 28 detik/kendaraan, dengan diberlakukannya waktu siklus baru yang lebih optimal.

D. *PLAN* 4 (16.00-20.15) memiliki Panjang antrian rata-rata sebesar 111m dan berhasil diturunkan menjadi 87m. Tundaan rata-rata selama 50 detik/kendaraan berhasil diturunkan menjadi 35 detik/kendaraan, dengan diberlakukannya waktu siklus baru yang lebih optimal.

3. Penggunaan waktu siklus baru dimodelkan ke aplikasi vissim untuk mengetahui seberapa besar kinerja berdasarkan Panjang antrian dan tundaan yang mengalami penurunan pada Simpang 4 Gajah Mada Sawunggaling. Penyesuaian pada waktu siklus baru menunjukkan hasil yang baik terhadap penurunan Panjang antrian rata - rata sebesar 18,4m dan tundaan 11,1 detik/kendaraan di tiap lengannya. Berdasarkan permodelan yang dilakukan aplikasi vissim, dengan menggunakan waktu siklus baru berhasil menurunkan Panjang antrian sebesar 20% dan tundaan sebesar 26% dari kondisi eksisting.

6.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat digunakan untuk dapat memaksimalkan penelitian ini kedepannya:



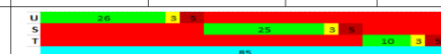
1. Melakukan penelitian pada hari *weekend* untuk mengetahui karakteristik dan kebutuhan *plan* yang berbeda dengan hari *weekday*.
2. Diharapkan penelitian yang telah dilakukan ini mampu memberikan masukan kepada Dinas Perhubungan Kota Mojokerto untuk dapat meningkatkan kinerja Simpang empat Gajah Mada – Sawunggaling menjadi lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- ⁴ Ahmad, M. I. C., Lefrandt, L. I. R., & Rompis, S. Y. R. (2023). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI Dan Metode PTV VISSIM (Studi Kasus: Jl. Sam Ratulangi – Jl. Babe Palar, Kota Manado). *Tekno*, 21(83), 67–77. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno/article/view/46600>
- ¹⁴ Fahrizal, F., Zamzami, Z., & Safri, M. (2021). Analisis pengaruh jumlah tenaga kerja, tingkat pendidikan dan investasi terhadap pertumbuhan ekonomi melalui kesempatan kerja di Provinsi Jambi. *Jurnal Paradigma Ekonomika*, 16(1), 167–190. <https://doi.org/10.22437/jpe.v16i1.11825>
- ²² 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>
- ²³ Hidayat, D. W., Atmajaya, A. B., Suartawan, P. E. S., & Bawa, K. A. (2023). Evaluasi Efektifitas Pengaturan Sinyal Pada Simpang 5 Balapan Untuk Meningkatkan Kinerja Simpang Dengan Pendekatan Pkji 2023 Dan Vissim. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 10(2), 91–101. <https://doi.org/10.46447/kjt.v10i2.568>
- Jepriadi, K. (2022). Kalibrasi dan Validasi Model Vissim untuk Mikrosimulasi Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol dengan Lajur Khusus Angkutan Umum (LKAU). *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 9(2), 110–118. <https://doi.org/10.46447/kjt.v9i2.439>
- ²⁴ Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2023). *Pedoman Bidang Lingkungan dan Keselamatan Jalan No. 07/ P/ BM/ 2023 tentang Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki*. 07, 1–84.
- ⁸ Rizqiah, B. F. (2021). Analisis Model Simpang Ngapeman Menggunakan Program Simulasi PTV Vissim. *Matriks Teknik Sipil*, 9(4), 239. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v9i4.54784>
- ⁸ Rorong, N., Elisabeth, L., & Waani, J. E. (2015). Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal. *Jurnal Sipil Statik*, 3(11), 747–758.
- ¹⁵ Suartawan, P. E., Sadri, P. D. A., & Rianto, S. S. (2023). Optimization of Interception Coordination on Ir Road. Soekarno, Kediri, Tabanan Through A Microsimulation Approach. *Jurnal Teknologi Transportasi Dan Logistik*, 4(2), 175–182. <https://doi.org/10.52920/jttl.v4i2.206>

1 LAMPIRAN

Lampiran 1. Data inventarisasi simpang

FORMULIR RIWAYAT INVENTARISASI SIMPANG		FORMULIR RIWAYAT INVENTARISASI SIMPANG																																																																																																																																																																																																																																										
Nama Simpang : Simpang 2 Cijah Mada - Permatasari Daerah : Bandung - Kota Baru Mari Tanggal : Senin, 4 Maret 2020 Waktu : 08.00 WIB 1. Uraian : 2. Tipe Perbaikan : Perbaikan 3. Tipe Simpang : 4/2/2 4. Fase Simpang : 3 Fase		Urutannya Simpang  Geometri Simpang 																																																																																																																																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No</th> <th colspan="2">Utara</th> <th colspan="2">Selatan</th> <th colspan="2">Timur</th> <th colspan="2">Barat</th> </tr> <tr> <th>J. Cijah Mada</th> <th>J. Permatasari</th> <th>J. Cijah Mada</th> <th>J. Permatasari</th> <th>J. Sempurjaya</th> <th>J. Permatasari</th> <th>J. Permatasari</th> <th>J. Permatasari</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>20</td><td>10</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.21</td><td>0.21</td><td>0.21</td><td>0.21</td><td>0.1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>4</td><td>14.40</td><td>14.40</td><td>14.40</td><td>14.40</td><td>0.48</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.20</td><td>0.20</td><td>0.20</td><td>0.20</td><td>0.48</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.20</td><td>0.20</td><td>0.20</td><td>0.20</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>8</td><td>2.8</td><td>2.1</td><td>-</td><td>-</td><td>0.65</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>9</td><td>1.43</td><td>1.0</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>-</td><td>-</td><td>0.8</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>11</td><td>0.8</td><td>0.8</td><td>-</td><td>-</td><td>4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>12</td><td>0</td><td>0.3</td><td>-</td><td>-</td><td>3.2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>13</td><td>3</td><td>3</td><td>3.1</td><td>3.2</td><td>3.2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>14</td><td>3.1</td><td>3.2</td><td>3.8</td><td>3.8</td><td>3.8</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>15</td><td>Seimbang</td><td>Seimbang</td><td>Seimbang</td><td>Seimbang</td><td>Seimbang</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>16</td><td>2 arah</td><td>2 arah</td><td>2 arah</td><td>2 arah</td><td>2 arah</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>17</td><td>Ada</td><td>Ada</td><td>Ada</td><td>Ada</td><td>Total Ada</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>18</td><td>Ada</td><td>Ada</td><td>Ada</td><td>Ada</td><td>Total Ada</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>19</td><td>Ada</td><td>Ada</td><td>Total Ada</td><td>Total Ada</td><td>Total Ada</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>20</td><td>Total Ada</td><td>Total Ada</td><td>Total Ada</td><td>Total Ada</td><td>Total Ada</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>21</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>22</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>23</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>24</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>		No	Utara		Selatan		Timur		Barat		J. Cijah Mada	J. Permatasari	J. Cijah Mada	J. Permatasari	J. Sempurjaya	J. Permatasari	J. Permatasari	J. Permatasari	1	20	20	20	20	10	-	-	-	2	0.21	0.21	0.21	0.21	0.1	-	-	-	3	3	3	3	3	3	-	-	-	4	14.40	14.40	14.40	14.40	0.48	-	-	-	5	1.5	1.5	1.5	1.5	-	-	-	-	6	0.20	0.20	0.20	0.20	0.48	-	-	-	7	0.20	0.20	0.20	0.20	-	-	-	-	8	2.8	2.1	-	-	0.65	-	-	-	9	1.43	1.0	-	-	-	-	-	-	10	0.8	0.8	-	-	0.8	-	-	-	11	0.8	0.8	-	-	4	-	-	-	12	0	0.3	-	-	3.2	-	-	-	13	3	3	3.1	3.2	3.2	-	-	-	14	3.1	3.2	3.8	3.8	3.8	-	-	-	15	Seimbang	Seimbang	Seimbang	Seimbang	Seimbang	-	-	-	16	2 arah	2 arah	2 arah	2 arah	2 arah	-	-	-	17	Ada	Ada	Ada	Ada	Total Ada	-	-	-	18	Ada	Ada	Ada	Ada	Total Ada	-	-	-	19	Ada	Ada	Total Ada	Total Ada	Total Ada	-	-	-	20	Total Ada	Total Ada	Total Ada	Total Ada	Total Ada	-	-	-	21	2	2	2	2	4	-	-	-	22	2	2	2	2	1	-	-	-	23	1	1	1	1	1	-	-	-	24	4	4	4	4	1	-	-	-	FASE U S T	
No	Utara		Selatan		Timur		Barat																																																																																																																																																																																																																																					
	J. Cijah Mada	J. Permatasari	J. Cijah Mada	J. Permatasari	J. Sempurjaya	J. Permatasari	J. Permatasari	J. Permatasari																																																																																																																																																																																																																																				
1	20	20	20	20	10	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
2	0.21	0.21	0.21	0.21	0.1	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
3	3	3	3	3	3	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
4	14.40	14.40	14.40	14.40	0.48	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
5	1.5	1.5	1.5	1.5	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
6	0.20	0.20	0.20	0.20	0.48	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
7	0.20	0.20	0.20	0.20	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
8	2.8	2.1	-	-	0.65	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
9	1.43	1.0	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
10	0.8	0.8	-	-	0.8	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
11	0.8	0.8	-	-	4	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
12	0	0.3	-	-	3.2	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
13	3	3	3.1	3.2	3.2	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
14	3.1	3.2	3.8	3.8	3.8	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
15	Seimbang	Seimbang	Seimbang	Seimbang	Seimbang	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
16	2 arah	2 arah	2 arah	2 arah	2 arah	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
17	Ada	Ada	Ada	Ada	Total Ada	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
18	Ada	Ada	Ada	Ada	Total Ada	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
19	Ada	Ada	Total Ada	Total Ada	Total Ada	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
20	Total Ada	Total Ada	Total Ada	Total Ada	Total Ada	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
21	2	2	2	2	4	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
22	2	2	2	2	1	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
23	1	1	1	1	1	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
24	4	4	4	4	1	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																				
API 1																																																																																																																																																																																																																																												

Lampiran 2. Data Volume 24 Jam Lengan Utara

UTARA														
UTARA (JL. GAJAH MADA 3)														
Waktu	Arah	MP			KS				SM	KTB		TOTAL		
		Mobil	Bus Kecil	Pick Up	Truk Kecil	Bus Sedang	Bus Besar	Truk Sedang	Truk Besar	Truk Gandeng/T Empelan	Sepeda Motor		Sepeda Kaki	Pesepeda Kaki
00.00-00.15	T	2	0	3	4	0	0	3	0	0	36	0	0	48
00.00-00.15	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.00-00.15	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
00.15-00.30	T	7	0	2	9	0	0	4	1	0	38	0	0	62
00.15-00.30	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.15-00.30	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12
00.30-00.45	T	3	0	4	2	0	0	2	0	0	32	0	0	43
00.30-00.45	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.30-00.45	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
00.45-01.00	T	4	0	4	3	0	0	3	0	0	31	0	0	48
00.45-01.00	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.45-01.00	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
01.00-01.15	T	5	0	7	3	0	0	6	0	0	38	0	0	59
01.00-01.15	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
01.00-01.15	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	12
01.15-01.30	T	4	0	3	7	0	0	2	0	0	36	0	0	52
01.15-01.30	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.15-01.30	Z	4	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	17
01.30-01.45	T	6	0	1	4	0	0	4	0	0	29	0	0	44
01.30-01.45	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.30-01.45	Z	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	18
01.45-02.00	T	2	0	2	2	0	0	3	0	0	19	0	0	28
01.45-02.00	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.45-02.00	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
02.00-02.15	T	2	0	6	4	0	0	3	0	0	23	0	0	38
02.00-02.15	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
02.00-02.15	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
02.15-02.30	T	3	0	6	0	0	0	2	0	0	22	0	0	33
02.15-02.30	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.15-02.30	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
02.30-02.45	T	6	0	0	5	0	0	4	0	0	20	0	0	35
02.30-02.45	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.30-02.45	Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	14
02.45-03.00	T	5	0	4	7	3	0	4	0	0	25	0	0	52
02.45-03.00	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.45-03.00	Z	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	14
03.00-03.15	T	5	0	2	1	0	0	0	0	0	18	0	0	29
03.00-03.15	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
03.00-03.15	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	16
03.15-03.30	T	3	0	3	5	0	0	4	0	0	36	0	0	51
03.15-03.30	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14
03.15-03.30	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
03.30-03.45	T	4	0	7	1	0	0	1	0	0	41	0	0	54
03.30-03.45	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.30-03.45	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
03.45-04.00	T	6	0	3	8	0	1	2	0	0	48	0	0	68
03.45-04.00	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.45-04.00	Z	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	9
04.00-04.15	T	8	0	4	5	0	0	5	0	0	47	0	0	69
04.00-04.15	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
04.00-04.15	Z	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
04.15-04.30	T	8	0	6	2	0	0	6	0	0	59	0	0	81
04.15-04.30	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04.15-04.30	Z	4	0	3	0	0	0	0	0	0	10	0	0	17
04.30-04.45	T	8	0	7	5	0	0	8	0	0	139	0	0	152
04.30-04.45	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
04.30-04.45	Z	8	0	7	0	0	0	0	0	0	13	0	0	21
04.45-05.00	T	7	0	3	8	0	0	5	0	0	121	0	2	146
04.45-05.00	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
04.45-05.00	Z	9	0	2	0	0	0	0	0	0	19	0	0	31
05.00-05.15	T	6	0	4	11	0	0	8	0	0	140	0	0	169
05.00-05.15	N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	7
05.00-05.15	Z	6	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	29
05.15-05.30	T	12	0	8	7	0	0	7	0	0	159	0	0	193
05.15-05.30	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
05.15-05.30	Z	9	0	1	0	0	0	0	0	0	26	0	0	38
05.30-05.45	T	16	0	11	6	0	0	5	0	0	167	0	0	205
05.30-05.45	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6
05.30-05.45	Z	8	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	43
05.45-06.00	T	22	0	5	12	0	0	4	0	0	198	0	0	240
05.45-06.00	N	4	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	24
05.45-06.00	Z	16	0	2	0	0	0	0	0	0	51	0	0	69
06.00-06.15	T	29	0	9	7	0	0	2	0	0	255	0	0	324
06.00-06.15	N	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	11
06.00-06.15	Z	22	0	1	0	0	0	0	0	0	61	0	0	84
06.15-06.30	T	33	0	6	9	0	0	4	0	0	270	0	0	322
06.15-06.30	N	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9
06.15-06.30	Z	34	0	4	0	0	0	0	0	0	76	0	0	112
06.30-06.45	T	37	0	4	7	0	0	4	0	0	261	0	0	313
06.30-06.45	N	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	10
06.30-06.45	Z	40	0	3	0	0	0	0	0	0	70	0	0	113
06.45-07.00	T	46	0	8	11	0	0	6	0	0	279	0	0	350
06.45-07.00	N	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
06.45-07.00	Z	35	0	2	0	0	0	0	0	0	88	0	0	126
07.00-07.15	T	57	0	11	10	2	0	2	0	0	298	0	0	372
07.00-07.15	N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5
07.00-07.15	Z	39	0	2	0	0	0	0	0	0	91	0	0	132
07.15-07.30	T	51	0	9	12	0	0	6	0	0	295	0	0	373
07.15-07.30	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	4
07.15-07.30	Z	45	0	4	0	0	0	0	0	0	85	0	0	134
07.30-07.45	T	43	0	9	7	0	0	4	0	0	304	0	0	370
07.30-07.45	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5
07.30-07.45	Z	32	0	3	0	0	0	0	0	0	69	0	0	104
07.45-08.00	T	47	0	11	14	1	0	3	0	0	284	0	0	360
07.45-08.00	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
07.45-08.00	Z	25	0	5	0	0	0	0	0	0	76	3	4	113

08.00-08.15	↑	46	0	13	17	0	0	10	0	0	319	0	0	405
	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	28
	↗	28	0	6	0	0	0	0	0	0	81	0	0	115
	↘	51	0	19	8	0	0	4	0	0	323	0	0	405
08.15-08.30	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	6
	↗	28	0	8	0	0	0	0	0	0	77	2	0	115
	↑	39	0	20	7	0	0	5	0	0	312	0	2	385
	↘	5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	9
08.30-08.45	↗	19	0	3	9	0	0	0	0	0	61	0	0	83
	↑	37	0	13	21	1	0	4	0	0	272	0	0	348
	↘	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3	14
08.45-09.00	↗	21	0	4	0	0	0	0	0	0	65	0	0	90
	↑	29	0	11	14	0	0	7	0	0	246	1	0	303
	↘	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	12
09.00-09.15	↗	22	0	7	0	0	0	0	0	0	75	0	0	106
	↑	27	0	13	7	0	0	5	0	0	199	0	0	251
	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	11
09.15-09.30	↗	19	0	4	0	0	0	0	0	0	69	2	0	94
	↑	31	0	15	9	1	0	6	0	0	187	0	0	249
	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	0	16
09.30-09.45	↗	18	0	6	0	0	0	0	0	0	56	0	0	80
	↑	40	0	12	11	0	0	3	0	0	159	0	0	225
	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	16
09.45-10.00	↗	5	0	5	0	0	0	0	0	0	71	0	0	97
	↑	52	0	13	15	0	0	4	0	0	191	0	0	275
	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	11
10.00-10.15	↗	18	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	80
	↑	60	0	12	19	0	0	5	0	0	198	0	0	264
	↘	5	0	0	0	0	0	0	0	0	18	2	0	25
10.15-10.30	↗	10	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	34
	↑	57	0	18	16	1	0	9	0	0	183	0	2	288
	↘	8	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	25
10.30-10.45	↗	16	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	43
	↑	59	0	14	12	0	0	9	0	0	219	0	0	313
	↘	8	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	24
10.45-11.00	↗	18	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	71
	↑	62	1	13	28	0	0	10	0	0	227	2	3	346
	↘	6	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	21
11.00-11.15	↗	8	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	30
	↑	69	0	11	13	1	0	6	0	0	234	0	0	324
	↘	11	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	1	26
11.15-11.30	↗	20	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	47
	↑	50	0	18	16	0	0	5	0	0	241	0	0	339
	↘	7	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	19
11.30-11.45	↗	11	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	30
	↑	72	0	12	9	0	0	8	0	0	269	0	0	370
	↘	11	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	40
11.45-12.00	↗	18	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	62
	↑	77	0	12	11	1	0	9	0	0	298	0	0	408
	↘	8	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	29
12.00-12.15	↗	10	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	72
	↑	69	1	10	6	1	0	9	0	0	287	2	0	385
	↘	11	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	34
12.15-12.30	↗	19	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	85
	↑	79	1	13	4	1	1	7	0	0	302	0	0	408
	↘	5	0	0	1	0	0	0	0	0	32	0	0	41
12.30-12.45	↗	15	0	1	0	0	0	0	0	0	82	0	0	98
	↑	85	0	10	5	0	1	10	0	0	335	0	0	446
	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	35
12.45-13.00	↗	10	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	100
	↑	39	0	20	7	0	0	8	0	0	312	0	2	388
13.00-13.15	↘	5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	9
	↗	19	0	3	0	0	0	0	0	0	61	0	0	83
	↑	37	0	13	21	1	0	4	0	0	272	0	0	348
	↘	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	3	16
13.15-13.30	↗	21	0	4	0	0	0	0	0	0	65	0	0	90
	↑	29	0	11	14	0	0	7	0	0	246	0	0	307
	↘	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	13
13.30-13.45	↗	19	0	3	9	0	0	0	0	0	61	0	0	106
	↑	27	0	13	7	0	0	5	0	0	199	2	0	253
	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	11
13.45-14.00	↗	19	0	4	0	0	0	0	0	0	69	0	2	94
	↑	31	0	20	9	1	0	6	0	0	187	0	0	249
	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12	2	0	16
14.00-14.15	↗	18	0	6	0	0	0	0	0	0	56	0	0	80
	↑	83	0	13	12	0	0	4	0	0	225	0	3	340
	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3
14.15-14.30	↗	22	0	5	0	0	0	3	0	0	73	0	0	100
	↑	41	0	14	9	0	0	3	0	0	219	0	0	286
	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
14.30-14.45	↗	26	0	3	0	0	0	0	0	0	69	0	0	98
	↑	40	0	12	19	0	0	3	0	0	170	0	0	244
	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	7
14.45-15.00	↗	25	0	3	0	0	0	0	0	0	53	0	0	81
	↑	53	0	16	9	0	0	2	0	0	188	0	0	268
	↘	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6
15.00-15.15	↗	27	0	7	9	0	0	0	0	0	65	0	1	99
	↑	66	0	7	11	0	0	5	0	0	192	1	0	282
	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	10
15.15-15.30	↗	28	0	4	0	0	0	0	0	0	70	0	0	102
	↑	71	0	8	12	0	0	5	0	0	221	0	0	318
	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	9
15.30-15.45	↗	31	0	4	0	0	0	0	0	0	67	0	0	102
	↑	77	0	5	12	0	0	4	0	0	241	1	0	340
	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	11
15.45-16.00	↗	36	0	3	0	0	0	0	0	0	87	0	0	126

16.00-16.15	↑	85	0	11	9	0	0	6	2	0	252	0	0	365
	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	16
	↔	37	0	11	1	0	0	1	0	0	48	1	0	99
	↑	100	1	14	9	1	0	9	0	0	266	2	0	402
16.15-16.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14
	↔	43	0	5	0	0	0	2	0	0	89	0	0	139
	↑	108	2	12	9	0	0	7	4	0	289	0	1	432
16.30-16.45	↘	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	↔	32	0	2	1	0	0	0	0	0	92	0	0	127
	↑	109	0	12	11	0	0	12	5	0	304	2	0	455
16.45-17.00	↘	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	11
	↔	47	0	1	0	0	0	1	0	0	107	3	0	159
	↑	106	0	13	12	2	0	11	2	0	327	0	1	474
17.00-17.15	↘	29	0	4	4	0	0	1	0	0	80	0	0	112
	↔	39	0	2	0	0	0	0	0	0	110	0	0	151
	↑	109	0	11	10	1	0	12	6	0	317	1	0	467
17.15-17.30	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	7
	↔	32	0	1	1	0	0	0	0	0	79	2	0	114
	↑	107	0	11	12	0	0	13	7	0	300	0	0	450
17.30-17.45	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	10
	↔	29	0	4	4	0	0	1	0	0	80	0	0	112
	↑	80	0	11	12	0	0	9	8	0	286	2	0	408
17.45-18.00	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	0	16
	↔	27	0	4	0	0	0	0	0	0	66	0	0	97
	↑	85	0	14	6	2	0	11	4	0	292	0	0	417
18.00-18.15	↘	7	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3	0	16
	↔	32	0	6	0	0	0	0	0	0	60	0	0	98
	↑	96	0	8	12	0	0	15	5	0	311	2	0	449
18.15-18.30	↘	9	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	14
	↔	29	0	5	0	0	0	0	0	0	74	0	0	108
	↑	91	0	9	4	2	0	11	0	0	322	1	0	440
18.30-18.45	↘	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	30
	↔	41	0	5	0	0	0	0	0	0	101	0	0	147
	↑	80	0	15	4	0	0	7	2	0	310	3	0	421
18.45-19.00	↘	8	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	19
	↔	36	0	2	0	0	0	0	0	0	101	0	0	139
	↑	99	0	7	5	4	0	8	0	0	314	2	0	439
19.00-19.15	↘	9	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	23
	↔	36	0	0	0	0	0	0	0	0	92	3	0	137
	↑	85	0	13	1	0	0	11	4	0	303	2	0	419
19.15-19.30	↘	7	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	16
	↔	39	0	2	0	0	0	0	0	0	76	1	0	118
	↑	71	0	9	4	2	0	9	2	0	281	2	0	380
19.30-19.45	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	18
	↔	33	0	4	1	0	0	0	0	0	69	0	0	107
	↑	56	0	8	2	1	0	12	1	0	284	1	0	365
19.45-20.00	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	19
	↔	41	0	1	0	0	0	0	0	0	51	0	0	93
	↑	48	0	9	11	0	0	10	0	0	261	0	0	339
20.00-20.15	↘	7	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	16
	↔	35	0	2	0	0	0	0	0	0	62	1	0	100
	↑	43	0	12	6	0	0	4	0	0	245	0	0	310
20.15-20.30	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	15
	↔	33	0	3	0	0	0	0	0	0	54	0	0	90
	↑	42	0	11	17	0	0	7	0	0	255	2	0	334
20.30-20.45	↘	7	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	13
	↔	37	0	4	0	0	0	0	0	0	53	0	0	94
	↑	36	0	8	8	0	0	5	0	0	216	0	0	273
20.45-21.00	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	10
	↔	31	0	1	0	0	0	0	0	0	49	0	0	81
	↑	39	0	10	13	0	0	5	0	0	187	0	0	254
21.00-21.15	↘	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	7
	↔	26	0	2	0	0	0	0	0	0	52	0	0	80
	↑	34	0	7	12	0	0	6	0	0	142	0	0	201
21.15-21.30	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	↔	29	0	2	0	0	0	0	0	0	50	0	0	81
	↑	29	1	3	11	0	0	3	0	0	111	0	0	158
21.30-21.45	↘	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5
	↔	16	0	1	0	0	0	0	0	0	41	0	0	58
	↑	21	0	5	3	0	0	4	0	0	98	0	0	131
21.45-22.00	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	↔	8	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	54
	↑	26	0	5	9	0	0	0	0	0	109	0	0	156
22.00-22.15	↘	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
	↔	11	0	2	0	0	0	0	0	0	36	0	0	43
	↑	19	0	6	6	0	0	3	0	0	92	0	0	126
22.15-22.30	↘	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	7
	↔	12	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	38
	↑	18	0	3	7	4	0	2	0	0	87	0	0	114
22.30-22.45	↘	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	↔	10	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	24
	↑	21	0	8	11	0	0	2	0	0	84	0	0	126
22.45-23.00	↘	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	↔	8	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	26
	↑	16	0	12	9	0	0	0	0	0	85	0	0	127
23.00-23.15	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	↔	5	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	17
	↑	15	0	5	2	0	0	3	0	0	72	0	0	97
23.15-23.30	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	↔	9	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	29
	↑	18	0	3	7	0	0	2	0	0	93	0	0	123
23.30-23.45	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	↔	6	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	19
	↑	12	0	2	6	0	0	1	0	0	77	0	0	98
23.45-00.00	↘	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	↔	4	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	15
TOTAL		84	0	57	65	3	5	51	1	0	706	0	0	973

Lampiran 3. Data Volume 24 Jam Lengan Selatan

SELATAN												TOTAL		
SELATAN (JL. GAJAH MADA 4)														
Waktu	Arah	MP					KS			SM	KTH		TOTAL	
		Mobil	Bus Kecil	Pick Up	Truck Kecil	Bus Sekolah	Bus Besar	Truk S	Truk Besar	Truk Cangkang/T Jepitan	Sepeda Motor	Sepeda		Pesepeda Kaki
00.00-00.15	T	11	0	6	7	0	0	0	0	0	88	0	0	112
00.00-00.15	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
00.00-00.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14
00.15-00.30	T	7	0	9	4	0	0	0	0	0	68	0	0	88
00.15-00.30	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
00.15-00.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	21
00.30-00.45	T	9	0	15	4	1	0	0	0	0	41	0	0	70
00.30-00.45	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
00.30-00.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	16
00.45-01.00	T	5	0	9	7	0	0	0	0	0	52	0	0	74
00.45-01.00	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
00.45-01.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	24
01.00-01.15	T	8	0	7	2	2	0	0	0	0	41	0	0	59
01.00-01.15	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7
01.00-01.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
01.15-01.30	T	3	0	4	5	0	0	0	0	0	60	0	0	72
01.15-01.30	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
01.15-01.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12
01.30-01.45	T	10	0	12	3	0	0	0	0	0	44	0	0	69
01.30-01.45	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
01.30-01.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14
01.45-02.00	T	7	0	9	9	0	0	0	0	0	39	0	0	64
01.45-02.00	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
01.45-02.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	19
02.00-02.15	T	9	0	7	6	0	0	0	0	0	41	0	0	63
02.00-02.15	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	13
02.00-02.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14
02.15-02.30	T	12	0	6	6	0	0	0	0	0	42	0	0	66
02.15-02.30	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
02.15-02.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
02.30-02.45	T	9	0	5	6	0	0	0	0	0	48	0	0	68
02.30-02.45	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
02.30-02.45	P	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	10
02.45-03.00	T	10	0	8	0	0	0	0	0	0	21	0	0	31
02.45-03.00	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10
02.45-03.00	P	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	14
03.00-03.15	T	8	0	11	4	0	0	0	0	0	46	0	0	56
03.00-03.15	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	13
03.00-03.15	P	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	18
03.15-03.30	T	6	0	8	5	0	0	0	0	0	30	0	0	40
03.15-03.30	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	13
03.15-03.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15
03.30-03.45	T	5	0	4	7	0	0	0	0	0	35	0	0	51
03.30-03.45	A	3	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	15
03.30-03.45	P	5	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	17
03.45-04.00	T	8	0	7	9	0	0	1	0	0	31	0	0	56
03.45-04.00	A	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	12
03.45-04.00	P	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	17
04.00-04.15	T	11	0	7	8	0	0	0	0	0	46	0	0	62
04.00-04.15	A	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	17
04.00-04.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	18
04.15-04.30	T	9	0	7	7	0	0	0	0	0	55	0	0	78
04.15-04.30	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	16
04.15-04.30	P	4	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	23
04.30-04.45	T	7	0	13	4	0	0	0	0	0	69	0	0	93
04.30-04.45	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	22
04.30-04.45	P	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	27
04.45-05.00	T	10	0	7	8	0	0	0	0	0	82	0	0	107
04.45-05.00	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	19
04.45-05.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	24
05.00-05.15	T	11	1	2	16	1	0	5	0	0	106	0	0	142
05.00-05.15	A	5	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	24
05.00-05.15	P	6	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	33
05.15-05.30	T	22	0	6	9	1	0	2	0	0	135	0	0	175
05.15-05.30	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	1	0	22
05.15-05.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	31
05.30-05.45	T	39	0	12	11	0	0	0	0	0	197	0	0	259
05.30-05.45	A	2	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	29
05.30-05.45	P	4	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	36
05.45-06.00	T	31	0	5	8	1	0	3	0	0	189	0	0	247
05.45-06.00	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	29	2	0	32
05.45-06.00	P	4	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	37
06.00-06.15	T	53	2	6	5	1	0	4	0	0	198	0	0	266
06.00-06.15	A	4	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	26
06.00-06.15	P	4	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	32
06.15-06.30	T	81	1	21	18	2	0	12	0	0	254	0	0	389
06.15-06.30	A	6	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	2	21
06.15-06.30	P	12	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	39
06.30-06.45	T	94	1	21	20	2	2	7	0	0	253	2	0	412
06.30-06.45	A	11	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	26
06.30-06.45	P	34	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	59
06.45-07.00	T	109	0	24	17	1	0	6	0	0	277	0	0	434
06.45-07.00	A	25	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	1	28
06.45-07.00	P	30	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	51
07.00-07.15	T	101	0	26	23	0	2	8	0	0	299	0	2	461
07.00-07.15	A	22	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	23
07.00-07.15	P	27	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	37
07.15-07.30	T	109	0	24	23	1	0	11	0	0	311	0	0	479
07.15-07.30	A	25	0	0	0	0	0	0	0	0	47	1	0	73
07.15-07.30	P	22	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	61
07.30-07.45	T	113	2	28	26	2	0	7	0	0	298	1	0	464
07.30-07.45	A	19	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	50
07.30-07.45	P	26	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	66
07.45-08.00	T	120	0	25	33	0	0	9	0	0	293	0	0	481
07.45-08.00	A	21	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	53
07.45-08.00	P	21	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	62

08.00-08.15	T	108	1	24	37	1	0	12	0	0	278	2	0	463
	X	11	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	40
	Z	202	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	50
08.15-08.30	T	115	1	28	40	1	0	10	0	0	272	0	0	467
	X	12	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	25
	Z	27	0	0	0	0	0	0	0	0	20	1	0	57
08.30-08.45	T	104	0	29	31	0	0	7	0	0	245	1	0	416
	X	12	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	26
	Z	20	0	5	0	0	0	0	0	0	28	0	0	48
08.45-09.00	T	117	0	24	22	1	0	8	0	0	255	0	0	477
	X	14	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1	0	34
	Z	22	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	51
09.00-09.15	T	89	0	32	33	0	0	9	0	0	210	0	0	341
	X	7	0	0	0	0	0	0	0	0	19	2	0	28
	Z	14	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	41
09.15-09.30	T	60	0	28	22	0	0	2	0	0	198	0	2	323
	X	5	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	23
	Z	10	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	34
09.30-09.45	T	57	0	34	25	1	0	9	0	0	185	0	0	311
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	28
	Z	16	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	43
09.45-10.00	T	59	0	22	28	0	0	9	0	0	219	0	0	337
	X	8	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	3	27
	Z	18	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	71
10.00-10.15	T	62	0	30	25	0	0	10	0	0	227	0	0	355
	X	6	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	1	22
	Z	18	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	30
10.15-10.30	T	69	0	27	19	1	0	6	0	0	224	0	0	347
	X	11	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	21
	Z	20	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	47
10.30-10.45	T	59	0	23	21	0	0	8	0	0	241	0	1	352
	X	7	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	0	20
	Z	17	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	37
10.45-11.00	T	52	2	3	3	0	0	2	0	0	240	0	0	302
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	35
	Z	7	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	38
11.00-11.15	T	55	1	7	10	0	0	3	0	0	243	0	0	319
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	41
	Z	10	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	45
11.15-11.30	T	61	2	4	8	1	0	4	0	0	265	0	0	343
	X	8	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	49
	Z	11	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	55
11.30-11.45	T	72	0	17	9	0	0	3	0	0	233	0	0	339
	X	12	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	51
	Z	20	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	66
11.45-12.00	T	66	0	7	11	0	0	5	0	0	192	0	0	281
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	10
	Z	8	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	102
12.00-12.15	T	71	0	9	12	0	0	2	0	0	221	0	0	318
	X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	9
	Z	31	0	4	5	0	0	0	0	0	67	0	0	102
12.15-12.30	T	77	0	5	19	0	0	4	0	0	211	0	0	346
	X	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	11
	Z	36	0	3	3	0	0	0	0	0	87	0	0	126
12.30-12.45	T	85	0	19	15	0	0	6	2	0	252	0	0	379
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	16
	Z	37	0	11	1	0	0	1	0	0	48	0	0	98
12.45-13.00	T	100	1	14	9	1	0	9	0	0	307	0	0	441
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14
	Z	43	0	5	0	0	0	2	0	0	89	0	0	139
13.00-13.15	T	56	1	23	16	0	0	11	0	0	205	0	0	312
	X	9	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	30
	Z	17	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	47
13.15-13.30	T	55	0	26	16	0	0	10	0	0	213	0	0	320
	X	11	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	34
	Z	18	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	50
13.30-13.45	T	60	0	16	25	0	0	13	0	0	218	0	0	337
	X	11	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	33
	Z	21	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	53
13.45-14.00	T	62	1	23	19	0	0	12	0	0	182	0	0	300
	X	16	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	37
	Z	24	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	50
14.00-14.15	T	55	0	25	17	0	0	15	0	0	190	0	0	307
	X	13	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	30
	Z	26	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	65
14.15-14.30	T	49	0	21	29	1	0	13	0	0	163	0	0	267
	X	17	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	41
	Z	21	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	53
14.30-14.45	T	56	1	15	11	0	0	11	0	0	199	0	0	291
	X	14	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	40
	Z	17	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	58
14.45-15.00	T	55	0	8	14	1	0	16	0	0	248	0	0	342
	X	10	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	38
	Z	16	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	58
15.00-15.15	T	61	0	8	13	0	0	10	0	0	236	0	0	318
	X	9	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	31
	Z	16	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	56
15.15-15.30	T	72	0	12	9	0	0	12	0	0	269	0	0	374
	X	11	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	40
	Z	18	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	62
15.30-15.45	T	57	0	12	11	0	0	9	0	0	298	0	0	403
	X	8	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	29
	Z	19	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	72
15.45-16.00	T	69	1	10	8	0	0	11	0	0	268	0	0	366
	X	11	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	34
	Z	19	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	85

16.00-16.15	T	79	1	13	4	1	1	12	0	0	271	2	4	388
	X	0	0	1	0	0	0	0	0	0	32	0	0	38
	Z	15	0	11	0	0	0	0	0	0	83	1	0	99
	T	85	0	10	5	0	1	10	0	0	277	3	0	391
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	38
16.15-16.30	Z	10	0	0	0	0	0	0	0	0	90	2	0	102
	T	99	0	9	4	5	0	12	0	0	289	0	0	419
	X	9	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	45
16.30-16.45	Z	13	0	0	12	0	0	1	0	0	82	2	0	110
	T	91	0	14	7	3	0	15	1	0	309	2	0	443
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	48
16.45-17.00	Z	10	0	3	0	0	0	0	0	0	81	1	0	95
	T	107	3	16	5	7	1	16	4	0	283	0	0	442
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	53
17.00-17.15	Z	5	0	1	0	0	0	0	0	0	69	2	0	77
	T	84	0	14	4	3	0	23	5	0	312	0	0	443
	X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	44	1	0	46
17.15-17.30	Z	15	0	0	0	0	0	0	0	0	78	8	0	93
	T	68	1	15	3	1	0	14	3	1	304	1	0	413
	X	4	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	30
17.30-17.45	Z	14	0	11	0	0	0	0	0	0	49	0	0	64
	T	82	0	12	4	1	0	12	1	0	277	3	0	392
	X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	32
17.45-18.00	Z	15	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	59
	T	95	0	10	4	1	0	14	7	0	299	0	0	391
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	41	1	0	45
18.00-18.15	Z	12	0	0	1	0	0	0	0	0	60	0	0	73
	T	90	0	15	8	1	0	9	0	0	263	0	0	390
	X	4	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	40
18.15-18.30	Z	12	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1	0	96
	T	115	0	24	13	3	0	14	7	0	309	0	0	483
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	51
18.30-18.45	Z	9	0	11	1	0	0	0	0	0	77	1	0	89
	T	109	0	21	8	1	0	7	1	0	325	0	0	472
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	33	1	0	37
18.45-19.00	Z	10	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	85
	T	110	1	22	7	1	0	7	8	0	301	0	0	457
	X	9	0	0	0	0	0	0	0	0	39	1	0	49
19.00-19.15	Z	11	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	76
	T	95	0	10	4	0	0	10	0	0	283	0	0	402
	X	4	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	36
19.15-19.30	Z	16	0	0	0	0	0	0	0	0	71	1	0	88
	T	82	1	1	1	1	0	5	3	0	241	0	0	354
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	43
19.30-19.45	Z	7	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	69
	T	69	0	7	12	1	0	7	0	0	288	0	0	384
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	38
19.45-20.00	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	67
	T	33	0	6	10	0	0	4	0	0	233	0	0	306
	X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	26
20.00-20.15	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	46
	T	49	0	5	7	0	0	2	0	0	254	0	0	317
	X	2	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	33
20.15-20.30	Z	6	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	46
	T	59	0	9	12	0	0	3	0	0	241	0	0	324
	X	4	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	30
20.30-20.45	Z	4	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	48
	T	81	0	9	4	0	0	0	0	0	230	0	0	324
	X	2	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	33
20.45-21.00	Z	2	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	55
	T	70	2	7	14	0	0	0	0	0	226	0	0	319
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	26
21.00-21.15	Z	6	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	46
	T	59	0	9	9	0	0	0	0	0	210	0	0	287
	X	4	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	41
21.15-21.30	Z	7	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	46
	T	55	0	4	11	0	0	0	0	0	198	0	0	268
	X	2	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	23
21.30-21.45	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	49
	T	66	0	6	12	0	0	0	0	0	230	0	0	314
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32
21.45-22.00	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	53	0	0	58
	T	53	0	5	9	0	0	0	0	0	252	0	0	320
	X	3	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	37
22.00-22.15	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	52
	T	47	0	3	4	0	0	0	0	0	229	0	0	283
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	23
22.15-22.30	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	31
	T	61	0	4	7	0	0	0	0	0	111	0	0	243
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	25
22.30-22.45	Z	25	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	35
	T	52	0	6	1	0	0	0	0	0	153	0	0	213
	X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	20
22.45-23.00	Z	2	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	28
	T	41	0	0	0	0	0	0	0	0	141	0	0	188
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15
23.00-23.15	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	27
	T	30	0	5	2	0	0	0	0	0	144	0	0	181
	X	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	13
23.15-23.30	Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	26
	T	42	0	4	3	0	0	0	0	0	134	0	0	183
	X	1	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	33
23.30-23.45	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	24
	T	39	1	3	5	0	0	0	0	0	120	0	0	168
	X	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	12
23.45-00.00	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	25
TOTAL		134	0	127	92	1	0	1	0	0	1113	0	0	1493

Lampiran 4. Data Volume 24 Jam Lengan Timur

TIMUR													TOTAL
TIMUR (JL. SAWUNGGALING)													
Waktu	Arah	MP			KS				SM	KTB			
		Mobil	Bus KccI	Pick Up	Truck KccI	Bus Sejang	Bus Besar	Truk Sejang	Truk Besar	Truk Gandong/Tempelan	Sepeda Motor	Sepeda	Pejalan Kaki
00.00-00.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
00.00-00.15	N	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	4
00.00-00.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.15-00.30	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
00.15-00.30	N	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	4
00.15-00.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
00.30-00.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
00.30-00.45	N	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	4
00.30-00.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
00.45-01.00	T	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	4
00.45-01.00	N	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
00.45-01.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
01.00-01.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.00-01.15	N	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	6
01.00-01.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.15-01.30	T	2	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	5
01.15-01.30	N	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3
01.15-01.30	P	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
01.30-01.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01.30-01.45	N	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
01.30-01.45	P	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
01.45-02.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
01.45-02.00	N	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	5
01.45-02.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.00-02.15	T	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	8
02.00-02.15	N	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
02.00-02.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.15-02.30	T	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
02.15-02.30	N	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6
02.15-02.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02.30-02.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
02.30-02.45	N	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	8
02.30-02.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
02.45-03.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
02.45-03.00	N	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
02.45-03.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.00-03.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
03.00-03.15	N	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
03.00-03.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
03.15-03.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
03.15-03.30	N	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
03.15-03.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
03.30-03.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
03.30-03.45	N	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	8
03.30-03.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
03.45-04.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7
03.45-04.00	N	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7
03.45-04.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
04.00-04.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
04.00-04.15	N	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
04.00-04.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
04.15-04.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	8
04.15-04.30	N	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	8
04.15-04.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
04.30-04.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
04.30-04.45	N	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
04.30-04.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
04.45-05.00	T	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	9
04.45-05.00	N	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	8
04.45-05.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
05.00-05.15	T	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	11
05.00-05.15	N	2	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	15
05.00-05.15	P	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
05.15-05.30	T	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	13
05.15-05.30	N	3	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	18
05.15-05.30	P	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	16
05.30-05.45	T	3	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	18
05.30-05.45	N	5	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	25
05.30-05.45	P	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	24
05.45-06.00	T	6	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	26
05.45-06.00	N	8	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	32
05.45-06.00	P	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	28
06.00-06.15	T	7	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	25
06.00-06.15	N	10	0	0	0	0	0	0	0	27	1	0	32
06.00-06.15	P	2	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	29
06.15-06.30	T	9	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	32
06.15-06.30	N	13	0	0	0	0	0	0	0	23	2	0	38
06.15-06.30	P	3	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	34
06.30-06.45	T	10	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	34
06.30-06.45	N	14	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	44
06.30-06.45	P	4	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	43
06.45-07.00	T	12	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	39
06.45-07.00	N	11	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	39
06.45-07.00	P	5	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	50
06.45-07.00	T	10	0	0	0	0	0	0	0	31	2	0	43
07.00-07.15	N	12	0	0	0	0	0	0	0	69	0	0	81
07.00-07.15	P	4	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	52
07.00-07.15	T	12	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	49
07.15-07.30	N	14	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	94
07.15-07.30	P	5	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	51
07.15-07.30	T	11	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	71
07.30-07.45	N	13	0	0	1	0	0	0	0	75	3	0	92
07.30-07.45	P	6	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	58
07.30-07.45	T	15	0	0	0	0	0	0	0	35	3	0	53
07.45-08.00	N	13	0	1	1	0	0	0	0	71	0	0	86
07.45-08.00	P	5	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	48

08.00-08.15	T	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	1	40
	N	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	81
	Z	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	42
08.15-08.30	T	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	34
	N	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	2	79
	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	43
08.30-08.45	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	24
	N	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	0	0	77
	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	1	0	31
08.45-09.00	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	22
	N	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	76
	Z	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	35
09.00-09.15	T	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	14
	N	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	2	0	71
	Z	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	38
09.15-09.30	T	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	13
	N	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	0	0	74
	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	2	0	28
09.30-09.45	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
	N	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	64	1	0	81
	Z	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	28
09.45-10.00	T	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	8
	N	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	41	0	0	58
	Z	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	24
10.00-10.15	T	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	13
	N	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	55
	Z	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	27
10.15-10.30	T	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0	18
	N	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	50
	Z	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	3	0	41
10.30-10.45	T	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	24
	N	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	3	53
	Z	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	41
10.45-11.00	T	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	26
	N	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	58
	Z	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	44
11.00-11.15	T	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	2	31
	N	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	64
	Z	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	52
11.15-11.30	T	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	34
	N	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	75
	Z	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	1	0	51
11.30-11.45	T	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	36
	N	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	86
	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	21
11.45-12.00	T	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	35
	N	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	62	2	0	83
	Z	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	46
12.00-12.15	T	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	33
	N	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	78
	Z	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	2	55
12.15-12.30	T	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	38
	N	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	72
	Z	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	45
12.30-12.45	T	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	37
	N	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	66
	Z	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	43
12.45-13.00	T	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	31
	N	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	53
	Z	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	45
13.00-13.15	T	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	26
	N	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	59
	Z	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	2	47
13.15-13.30	T	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	31
	N	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	1	0	59
	Z	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	43
13.30-13.45	T	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	38
	N	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	50
	Z	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	41
13.45-14.00	T	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	38
	N	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	46
	Z	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	37
14.00-14.15	T	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	39
	N	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	54
	Z	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	35
14.15-14.30	T	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	40
	N	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	59
	Z	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	34
14.30-14.45	T	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	40
	N	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	60
	Z	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	42
14.45-15.00	T	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	34
	N	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	50
	Z	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	41
15.00-15.15	T	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	36
	N	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	49
	Z	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	41
15.15-15.30	T	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	33
	N	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	48
	Z	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	46
15.30-15.45	T	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	33
	N	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	44
	Z	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	43
15.45-16.00	T	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	33
	N	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	51
	Z	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	46

16.00-16.15	T	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	32	3	0	42
	S	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	2	0	49
	Z	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	41	2	0	53
	T	10	0	2	1	0	0	0	0	0	0	45	0	0	58
	S	11	0	2	0	0	0	0	0	0	0	45	3	0	61
	Z	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	42	1	0	55
	T	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	31	1	0	42
	S	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	2	0	49
	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	1	0	36
	T	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	39
	S	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	37	1	0	49
	Z	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	36
	T	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	40
	S	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	47
	Z	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	34
	T	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	53
	S	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	55	0	0	67
	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	44
	T	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	36
	S	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	70
	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	41
	T	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	24
	S	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	59	2	0	80
	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	46
	T	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1	0	15
	S	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	57
	Z	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	47
	T	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	13
	S	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	51	2	0	60
	Z	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	35
	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	9
	S	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	53
	Z	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	40
	T	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	18
	S	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	57
	Z	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	28	1	0	39
	T	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6
	S	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	2	0	53
	Z	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	38
	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	8
	S	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	31	0	0	51
	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	29
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
	S	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	1	0	61
	Z	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	35
	T	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	7
	S	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	53
	Z	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	26
	T	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	7
	S	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	48
	Z	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	22
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
	S	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	39
	Z	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	18
	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5
	S	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	39
	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	18
	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	29
	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	12
	T	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	6
	S	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	27
	Z	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	10
	T	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	7
	S	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	22
	Z	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	14
	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	16
	Z	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	13
	T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	13
	Z	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	8
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7
	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5
	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
	T	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
	Z	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	Z	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3
	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
23.45-00.00	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		18	0	9	7	0	0	0	0	0	0	127	0	0	161

Lampiran 5. Data Spotspeed

No	Utara			Selatan			Timur	
	SM	MP	KS	SM	MP	KS	SM	MP
1	34	35	31	43	33	24	22	17
2	33	32	34	35	38	31	30	20
3	32	40	32	29	34	33	36	29
4	40	42	32	45	31	23	26	27
5	44	39	32	31	42	24	32	23
6	43	33	29	43	42	26	31	16
7	27	33	35	37	30	33	29	22
8	36	34	27	35	36	30	24	24
9	31	35	33	30	32	30	36	20
10	40	31	27	38	33	29	22	16
11	44	39	24	41	38	30	25	24
12	30	31	28	41	33	27	36	28
13	32	30	32	34	40	29	26	29
14	32	30	31	36	40	33	39	26
15	35	40	29	37	36	35	32	30
16	42	30	27	44	39	27	26	29
17	35	35	34	39	31	28	32	30
18	44	42	31	41	30	32	29	24
19	43	39	32	27	42	26	29	15
20	41	36	23	45	30	25	35	15
21	29	35	31	28	40	33	35	28
22	37	42	35	45	37	33	35	26
23	29	39	34	34	32	27	23	24
24	40	39	24	35	39	28	31	21
25	31	39	32	36	35	23	36	27
26	44	41	23	34	32	22	40	17
27	29	41	28	37	32	31	37	28
28	36	31	35	32	40	24	21	30
29	32	36	25	31	37	28	33	21
30	33	35	22	40	38	23	32	20
31	40	40	28	27	36	31	37	22
32	36	32	22	33	35	35	37	25
33	41	37	23	35	33	24	20	28
34	32	40	34	27	31	26	27	22
35	40	32	31	40	30	22	20	28
36	42	34	30	35	42	32	39	28
37	32	40	34	31	33	28	26	30
38	39	32	32	44	37	34	39	25
39	35	33	33	30	31	31	22	28
40	32	35	32	28	40	35	35	28
41	42	37	23	33	33	27	30	23
42	28	39	31	38	41	22	21	23
43	29	35	22	41	42	33	29	24
44	39	41	35	31	37	33	30	16
45	28	37	32	41	38	27	25	23
46	38	33		36	33	29	35	27
47	27	40		41	31	27	34	28
48	35	41		45	36	27	37	28
49	37	33		28	31	28	39	20
50	27	36		29	32	32	30	15

No	Utara			Selatan			Timur	
	SM	MP	KS	SM	MP	KS	SM	MP
51	40	40		44	40	31	27	25
52	45	36		45	39	32	38	29
53	36	40		36	38	26	21	30
54	41	38		28	34	33	37	29
55	45	41		45	32	24	37	29
56	43	40		37	34	31	37	15
57	35	38		29	38	23	27	20
58	35	39		35	35		37	15
59	45	35		45	42		29	20
60	27	39		35	36		25	22
61	45	36		40	38		21	18
62	27	40		40	32		22	25
63	39	41		38	37		32	18
64	34	41		42	31		37	15
65	34	36		45	41		30	16
66	44	42		37	36		34	30
67	36	32		30	38		32	28
68	37	37		27	36		22	26
69	31	41		37	38		21	15
70	38	37		40	36		26	17
71	42	34		35	42		29	29
72	35	35		40	39		21	15
73	32	37		27	36		36	30
74	45	35		40	37		40	28
75	39	32		27	35		22	24
76	30	35		42	36		34	16
77	30	35		27	32		33	22
78	30	31		35	30		26	15
79	40	38		41	31		34	22
80	43	30		32	32		40	18
81	31	33		36	36		37	26
82	30	36		37	31		29	18
83	42	30		39	36		38	28
84	45	30		39	30		21	20
85	35	32		35	31		34	24
86	35	39		28	31		35	28
87	27	42		45	36		22	25
88	36	37		28	31		39	30
89	28	34		40	42		32	20
90	27	32		31	42		33	30
91	34	33		45	34		25	15
92	34	31		44	40		29	25
93	43	38		34	34		20	16
94	38	38		31	38		20	18
95	37	34		44	42		39	18
96	38	35		40	42		40	23
97	39	34		40	37		24	22
98	28	34		33	41		21	27
99	37	40		35	35		21	18
100	36	30		30	39		27	25

Lampiran 6. Pelaksanaan *survey* Spotspeed



Lampiran 7. Pelaksanaan *survey* Inventarisasi Jalan



Lampiran 8. Pelaksanaan *survey* Panjang antrian







4 Jun 2025 18.17.01
51-53 Jalan Gajah Mada
Gedongan
Kecamatan Magersari
Kota Mojokerto
Jawa Timur



3 Jun 2025 16.53.21
38 Jalan Gajah Mada
Gedongan
Kecamatan Magersari
Kota Mojokerto
Jawa Timur



3 Jun 2025 16.49.31
11 Jalan Taman Siswa
Purwotengah
Kecamatan Magersari
Kota Mojokerto
Jawa Timur



3 Jun 2025 16.49.28
11 Jalan Taman Siswa
Purwotengah
Kecamatan Magersari
Kota Mojokerto
Jawa Timur

OPTIMALISASI_REKAYASA_LALU_LINTAS_SIMPANG_4_GAJAH_... 1752424344572

ORIGINALITY REPORT

10% SIMILARITY INDEX	10% INTERNET SOURCES	4% PUBLICATIONS	4% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	digilib.ptdisttd.ac.id Internet Source	2%
2	repository.ummy.ac.id Internet Source	1%
3	repository.its.ac.id Internet Source	1%
4	e-journal.unmas.ac.id Internet Source	<1%
5	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	<1%
6	ejournal.uniks.ac.id Internet Source	<1%
7	digilib.ptdisttd.net Internet Source	<1%
8	eprints.pktj.ac.id Internet Source	<1%
9	repository.ub.ac.id Internet Source	<1%
10	jist.publikasiindonesia.id Internet Source	<1%
11	Submitted to ptdi-sttd Student Paper	<1%
12	Submitted to Higher Education Commission Pakistan Student Paper	<1%

13	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	<1 %
14	transpublika.co.id Internet Source	<1 %
15	jurnal.poltradabali.ac.id Internet Source	<1 %
16	Submitted to University of Wollongong Student Paper	<1 %
17	Submitted to esap Student Paper	<1 %
18	123dok.com Internet Source	<1 %
19	jurnal.polimdo.ac.id Internet Source	<1 %
20	digilib.unmul.ac.id Internet Source	<1 %
21	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
22	jurnal.ft.umi.ac.id Internet Source	<1 %
23	jurnal.itg.ac.id Internet Source	<1 %
24	locus.rivierapublishing.id Internet Source	<1 %
25	caritulis.com Internet Source	<1 %
26	Submitted to Submitted on 1691476913404 Student Paper	<1 %
27	dspace.uui.ac.id Internet Source	<1 %

28	digilib.poltradabali.ac.id Internet Source	<1 %
29	es.scribd.com Internet Source	<1 %
30	repository.unim.ac.id Internet Source	<1 %
31	repository.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
32	www.scribd.com Internet Source	<1 %
33	docplayer.info Internet Source	<1 %
34	play.google.com Internet Source	<1 %
35	etd.repository.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
36	fr.scribd.com Internet Source	<1 %
37	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
38	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1 %
39	id.123dok.com Internet Source	<1 %
40	repository.maranatha.edu Internet Source	<1 %
41	journalstkipgrisitubondo.ac.id Internet Source	<1 %
42	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %

43	repository.ummat.ac.id Internet Source	<1 %
44	Submitted to Landmark University Student Paper	<1 %
45	repository.iainbengkulu.ac.id Internet Source	<1 %
46	jurnal.unej.ac.id Internet Source	<1 %
47	Andi Sahrul Hidayat, Nasir Bumulo, Sartan Nento. "TINJAUAN KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL JL. A. A. WAHAB, JL. SUN ISMAIL, DAN JL. KH HUTU BADU DI KABUPATEN GORONTALO", JURNAL SIMETRIK, 2024 Publication	<1 %
48	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 %
49	azmiarantha.blogspot.com Internet Source	<1 %
50	digilib.uinsby.ac.id Internet Source	<1 %
51	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
52	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
53	inba.info Internet Source	<1 %

repository.unkris.ac.id

54	Internet Source	<1 %
55	repository.unwira.ac.id Internet Source	<1 %
56	Prihiyandhoko, Hageng. "Evaluasi Manajemen Rekayasa Lalu Lintas Sistem Satu Arah (SSA) Dengan Program Vissim Pada Ruas Jalan Ahmad Yani Kota Tegal", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2024 Publication	<1 %
57	Tukimun Tukimun, Amir Amir. "ANALISA KINERJA SIMPANG BERSIGNAL AIR HITAM TERHADAP RENCANA REVITALISASI POLDER AIR HITAM KOTA SAMARINDA KONDISI EXISTING", Jurnal Teknik Gradien, 2024 Publication	<1 %
58	aguskrisnoblog.wordpress.com Internet Source	<1 %
59	journal.widyatama.ac.id Internet Source	<1 %
60	ktj.pktj.ac.id Internet Source	<1 %
61	ojs.balitbang.dephub.go.id Internet Source	<1 %
62	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
63	sttgarut.ac.id Internet Source	<1 %
64	vbook.pub Internet Source	<1 %
65	www.coursehero.com Internet Source	<1 %

66	Bimantara, Firmandhi Sahid. "Pengaruh koordinasi simpang bersinyal terhadap waktu tempuh pengguna jalan (Studi kasus simpang pegadaian simpang alun-alun lama ungaran)", Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023 Publication	<1 %
67	abstrak.ta.uns.ac.id Internet Source	<1 %
68	arjunabelajar.wordpress.com Internet Source	<1 %
69	core.ac.uk Internet Source	<1 %
70	ejournal.uika-bogor.ac.id Internet Source	<1 %
71	journal.unilak.ac.id Internet Source	<1 %
72	jurnal.untidar.ac.id Internet Source	<1 %
73	moam.info Internet Source	<1 %
74	repository.upstegal.ac.id Internet Source	<1 %
75	Azia Novia Riza, Adita Utami, Asep Yayat Nurhidayat. "Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pusat Grosir Cililitan (PGC) Jalan Dewi Sartika - Jalan Raya Bogor Dengan Metode PKJI 2014 Dan Pemodelan Menggunakan PTV VISSIM", Media Ilmiah Teknik Sipil, 2023 Publication	<1 %
76	idoc.pub Internet Source	

<1%



ppid.mojokertokota.go.id
Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

OPTIMALISASI_REKAYASA_LALU_LINTAS_SIMPANG_4_GAJAH_M. 1752424344572

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

PAGE 99

PAGE 100

PAGE 101

PAGE 102

PAGE 103

PAGE 104

PAGE 105

PAGE 106
