

**ANALISIS DAMPAK KEMACETAN LALU LINTAS DI SIMPANG
BERSINYAL TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR
(STUDI KASUS: SIMPANG GAMPING DAN PELEM GURIH)**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH:

I WAYAN WILHELMUS ANLAIKAN TUNAS

2103035

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

2024

**ANALISIS DAMPAK KEMACETAN LALU LINTAS DI SIMPANG
BERSINYAL TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR
(STUDI KASUS: SIMPANG GAMPING DAN PELEM GURIH)**

KERTAS KERJA WAJIB

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



DISUSUN OLEH:

I WAYAN WILHELMUS ANLAIKAN TUNAS

2103035

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

2024

**HALAMAN PERSETUJUAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**ANALISIS DAMPAK KEMACETAN LALU LINTAS DI SIMPANG
BERSINYAL TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR
(STUDI KASUS: SIMPANG GAMPING DAN PELEM GURIH)**

Disusun Oleh:

I WAYAN WILHELMUS ANLAIKAN TUNAS


2103035

Disetujui untuk diajukan pada
Sidang Akhir Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II


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

NIP. 198205302009121003

Tanggal: 29 Juli 2024


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

NIP. 19900513 201012 1 004

Tanggal: 29 Juli 2024

Ditetapkan di: Tabanan

**HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB**

**ANALISIS DAMPAK KEMACETAN LALU LINTAS DI SIMPANG
BERSINYAL TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR
(STUDI KASUS: SIMPANG GAMPING DAN PELEM GURIH)**





Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

I WAYAN WILHELMUS ANLAIKAN TUNAS

2103035

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL, 1 AGUSTUS 2024
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

Tim Penguji

 <u>A.A. Bagus Oka Khrisna Surya, S.T., M.T.</u> NIP. 19900519 201902 1 002	 <u>Ir. Putu Eka Suartawan, S.T., M.T.</u> NIP. 19820530 200912 1 003
 <u>Ir. Dwi Wahyu Hidayat, S.T., M.T.</u> NIP. 19840229 201902 1 001	 <u>Aswin Badarudin Atmajaya, S.S.T.(TD). M.A.P.</u> NIP. 19900513 201012 1 004

Mengetahui,
**KETUA PROGRAM STUDI
MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN**

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

NIP. 19820530 200912 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, I Wayan Wilhelmus Anlaikan Tunas, Nomor Taruna 2103035, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib dengan judul “Analisis Dampak Kemacetan Lalu Lintas Di Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar (Studi Kasus: Simpang Gamping Dan Pelemgurih)” merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam Kertas Kerja Wajib ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib ini yang telah digunakan sebelumnya untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau kesarjanaan maupun sertifikat Akademik di suatu Perguruan Tinggi.

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Darat Bali.

Tabanan, 30 Juli 2024

Penulis,



I Wayan Wilhelmus Anlaikan Tunas

Notar.2103035

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nyalah penulisan proposal penelitian yang berjudul “Analisis Dampak Kemacetan Lalu Lintas Di Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar (Studi Kasus: Simpang Gamping Dan Pelem Gurih)” yang dilaksanakan dalam rangka pemenuhan tugas akhir program studi D-III Manajemen Transportasi Jalan dapat diselesaikan tepat waktu.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan, bantuan, dorongan, serta bimbingan yang tak ternilai kepada:

1. Orang tua dan Keluarga yang selalu memberikan dukungan moral dan doa selama proses penyusunan laporan;
2. Dr. Ir. I Made Suraharta, S.T., S.Si.T., M.T., IPM., selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali;
3. Bapak Ir. Putu Eka Suartawan, S. T., M. T. Selaku Ketua Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan serta dosen pembimbing yang selalu menyertai kami
4. Bapak Aswin Badarudin Atmajaya, S. S. T. (TD)., M.A.P. Selaku dosen yang selalu membimbing kami;
5. Seluruh dosen Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama proses pembelajaran di kampus;
6. Rekan Taruna/I Politeknik Transportasi Darat Bali Angkatan II dan semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan proposal ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak guna menyempurnakan penulisan

proposal ini. Akhir kata, penulis ucapkan terimakasih dan berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

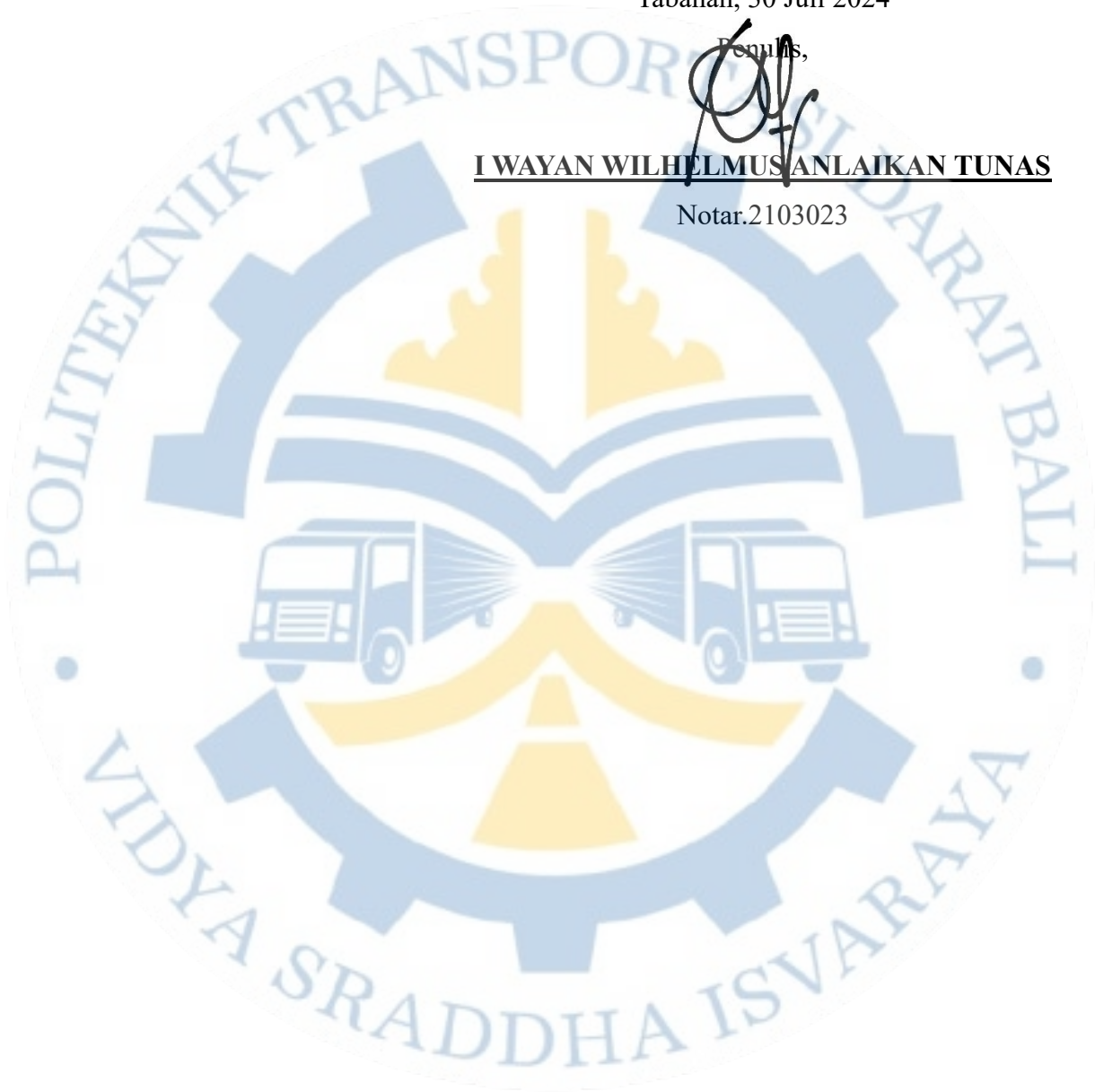
Tabanan, 30 Juli 2024

Penulis,



I WAYAN WILHELMUS ANLAIKAN TUNAS

Notar.2103023

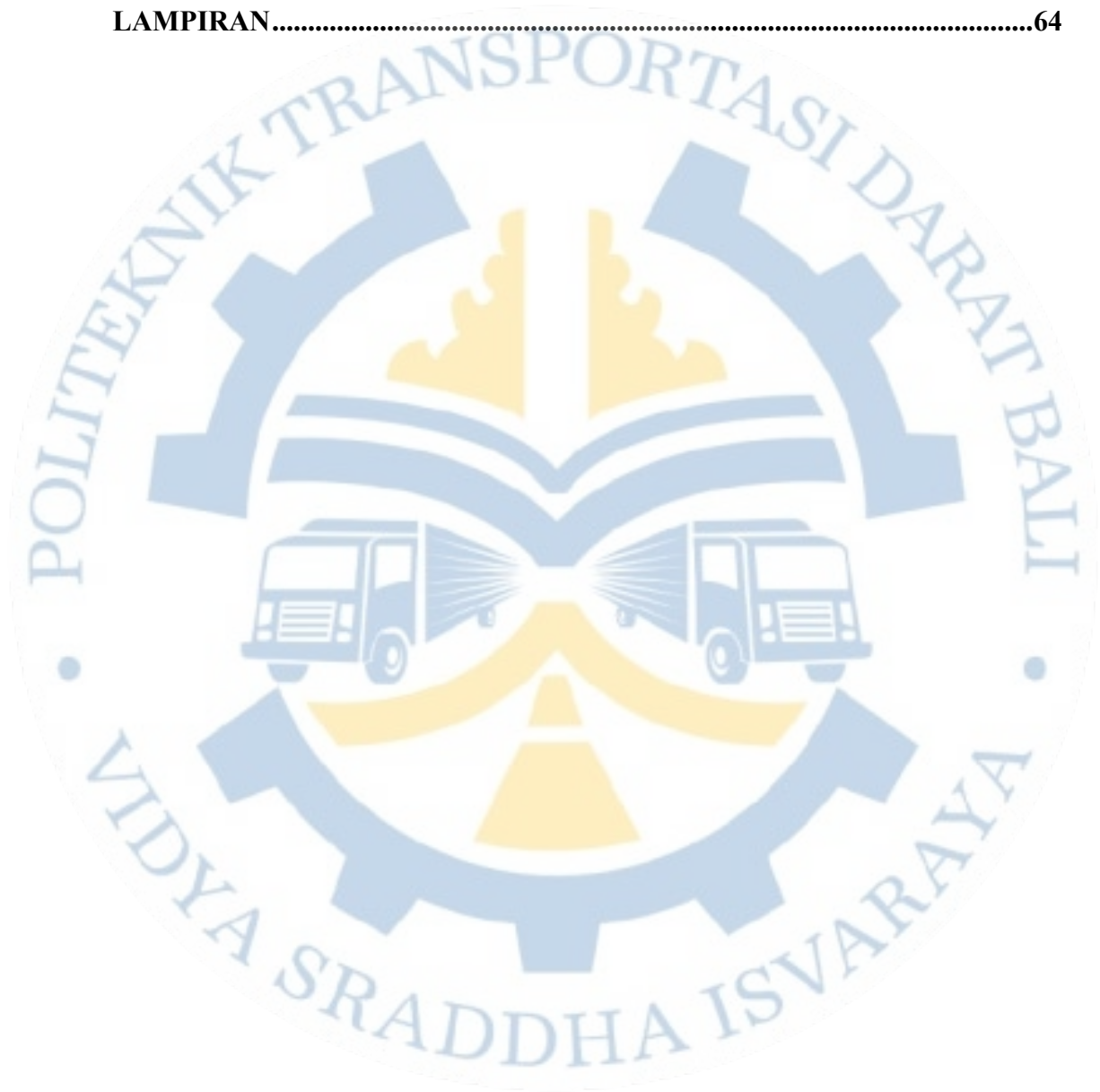


DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II GAMBARAN UMUM	5
2.1 Administrasi Wilayah.....	5
2.2 Transportasi.....	5
2.3 Kondisi Objek.....	6
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	9
3.1 Tinjauan Pustaka.....	9
3.1.1 Definisi simpang.....	9
3.1.2 Konsep perhitungan kinerja simpang APILL.....	9
3.1.3 Kecepatan Sesaat.....	18
3.1.4 Konsumsi bahan bakar.....	18
3.1.5 Jenis Bahan Bakar.....	19
3.1.6 <i>Statistical Package for the Social Science (SPSS)</i>	19
3.1.7 Uji Asumsi Klasik.....	20
3.1.8 Regresi Linear Berganda.....	20
3.1.9 Koefisien Determinasi (<i>RSquare</i>).....	21
3.1.10 Uji – T.....	21

3.1.11 Uji - F.....	22
3.1.12 Simulasi dengan Software Vissim.....	22
3.2 Penelitian Terdahulu	24
BAB IV METODELOGI PENELITIAN	26
4.1 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	26
4.2 Metode Analisis Data.....	27
4.3 Bagan Alir Penelitian	29
4.4 Timeline Kegiatan.....	31
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	32
5.1 Pengumpulan Data	32
5.1.1 Data Inventarisasi Simpang.....	32
5.1.2 Data Volume Simpang.....	34
5.1.3 Data Kecepatan Sesaat.....	36
5.2 Analisis Kondisi Eksisting Dengan PKJI 2023.....	40
5.2.1 Penentuan Derajat Kejenuhan	40
5.2.2 Penentuan Panjang Antrian	41
5.2.3 Penentuan Waktu Tundaan.....	42
5.3 Pembangunan Model Vissim	43
5.3.1 Kalibrasi Model	44
5.3.2 Validasi Model	45
5.4 Kinerja Eksisting Model Vissim	45
5.4.1 Panjang Antrian Eksisting	46
5.4.2 Tundaan Eksisting	46
5.5 Kinerja Usulan Alternatif Pada Model Vissim	47
5.5.1 Model Alternatif 1	47
5.5.2 Model Alternatif 2	50
5.6 Konsumsi BBM Pada Simpang.....	52
5.6.1 Biaya Bahan Bakar Minyak.....	53
5.7 Hubungan Kinerja Simpang Dengan Konsumsi BBM	55
5.7.1 Analisis Uji Asumsi Klasik	55
5.7.2 Uji Regresi Linier Berganda.....	57

BAB VI PENUTUP	58
6.1 Kesimpulan	58
6.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)	10
Tabel 3. 2 Waktu Siklus Yang Disarankan.....	13
Tabel 3.3 Keaslian Penelitian	24
Tabel 4. 1 Timeline Kegiatan.....	31
Tabel 5. 1 Rekap Kinerja Simpang Gamping	43
Tabel 5. 2 Rekap Kinerja Simpang Pelem Gurih.....	43
Tabel 5. 3 Perubahan Parameter Pada Driving Behaviour	44
Tabel 5. 4 Hasil uji GEH Volume Model.....	45
Tabel 5. 5. Tundaan Eksisting Hasil Simulasi Model.....	46
Tabel 5. 6 Tundaan Hasil Simulasi Model Alternatif 1	49
Tabel 5. 7 Tundaan Hasil Simulasi Model Alternatif 1	51
Tabel 5. 8 Hasil Analisis Konsumsi BBM Hasil Pemodelan Vissim.....	53
Tabel 5. 9 Biaya Konsumsi Bahan Bakar Eksisting Pada Simpang Gamping dan Pelem Gurih	54
Tabel 5. 10 Rekap Perbandingan Biaya Konsumsi Bahan Bakar.....	54

DAFTAR GAMBAR

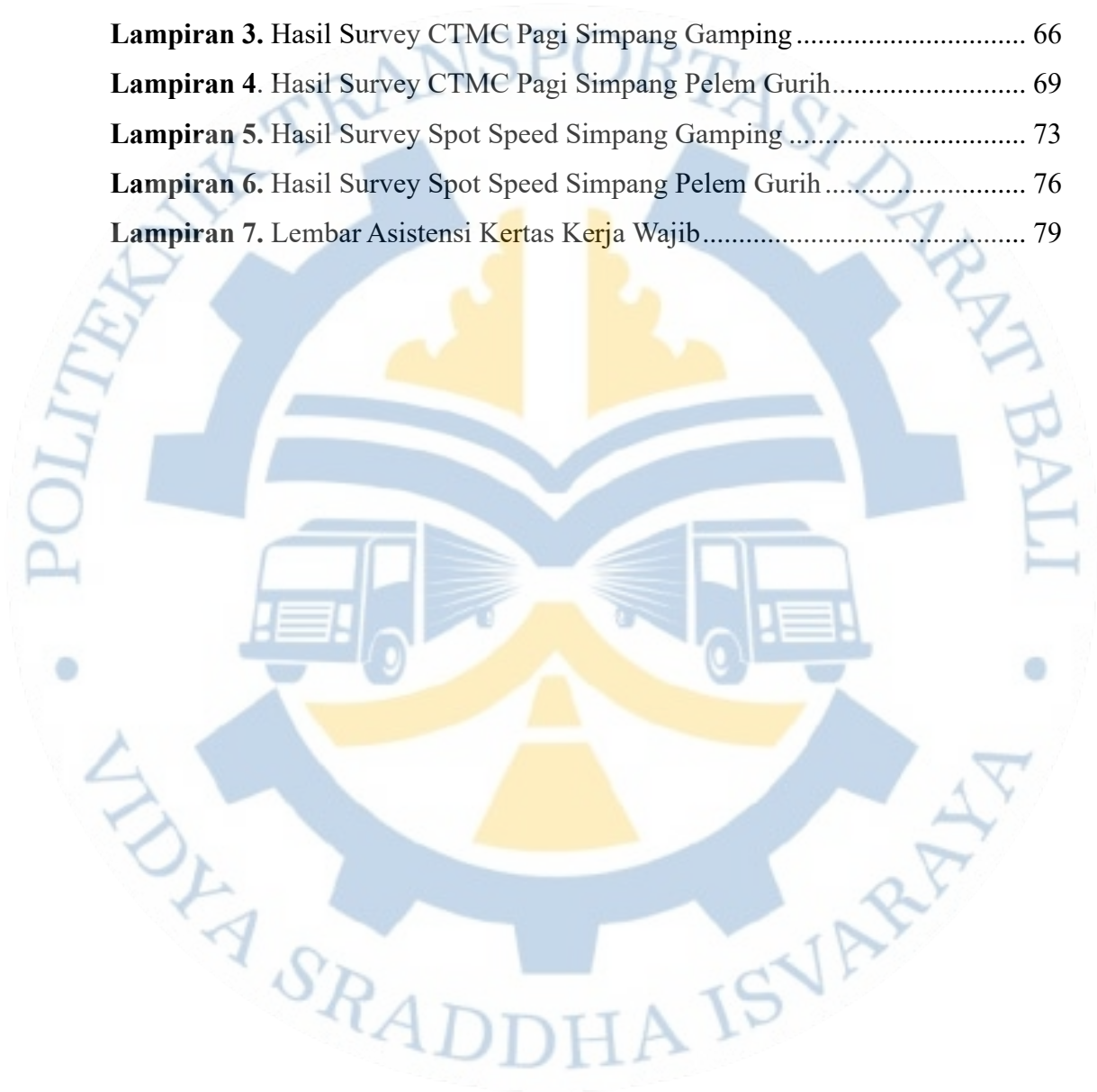
Gambar 1. Tampak atas Simpang Gamping dan Pelem Gurih.....	6
Gambar 2. Badan Simpang Gamping	7
Gambar 3. Diagram Fase Simpang Gamping	7
Gambar 4. Badan Simpang Pelem Gurih.....	8
Gambar 5. Diagram Fase Simpang Gamping	8
Gambar 6. Cara Kerja Program Software SPSS	19
Gambar 7. Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 8. Tampak Atas Simpang Gamping	32
Gambar 9. Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang Gamping.....	33
Gambar 10. Tampak Atas Simpang Pelem Gurih.....	33
Gambar 11. Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang Gamping.....	33
Gambar 12. Grafik Fluktuasi Volume Lalu Lintas Simpang Gamping	34
Gambar 13. Diagram Arus lalu lintas Simpang Gamping	35
Gambar 14. Grafik Fluktuasi Volume Lalu Lintas Simpang Gamping	35
Gambar 15. Diagram Arus lalu lintas Simpang Pelem Gurih.....	36
Gambar 16. Grafik Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor Pendekat Timur.....	37
Gambar 17. Grafik Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang Pendekat Timur....	37
Gambar 18. Grafik Frekuensi Kumulatif Kendaraan Sedang Pendekat Timur ...	38
Gambar 19. Grafik Frekuensi Kumulatif Sepeda Motor Pendekat Utara.....	39
Gambar 20. Grafik Frekuensi Kumulatif Mobil Penumpang Pendekat Utara....	39
Gambar 21. Grafik Frekuensi Kumulatif Kendaraan Sedang Pendekat Utara	39
Gambar 22. Visualisasi Panjang Antrian Eksisting Model.....	46
Gambar 23. Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang Pelem Gurih	48
Gambar 24. Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang Gamping.....	48
Gambar 25. Visualisasi Panjang Antrian Model Alternatif 1	49
Gambar 26. Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang Pelem Gurih	50
Gambar 27. Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang Gamping.....	50
Gambar 28. Visualisasi Panjang Antrian Model Alternatif 1	51
Gambar 29. Hasil Uji Normalitas SPSS	55

Gambar 30. Hasil Uji Multikolinearitas SPSS	56
Gambar 31. Hasil Uji Heteroskedastisitas SPSS	57
Gambar 32. Hasil Uji Koefisien Determinasi (<i>RSquare</i>)	57
Gambar 33. Hasil Uji - F	58
Gambar 34. Hasil Uji - t	58



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Survei Inventarisasi Simpang Gamping.....	64
Lampiran 2. Hasil Survei Inventarisasi Simpang Pelem Gurih.....	65
Lampiran 3. Hasil Survey CTMC Pagi Simpang Gamping.....	66
Lampiran 4. Hasil Survey CTMC Pagi Simpang Pelem Gurih.....	69
Lampiran 5. Hasil Survey Spot Speed Simpang Gamping	73
Lampiran 6. Hasil Survey Spot Speed Simpang Pelem Gurih.....	76
Lampiran 7. Lembar Asistensi Kertas Kerja Wajib.....	79



INTISARI

Analisis Dampak Kemacetan Lalu Lintas Di Simpang Bersinyal Terhadap Konsumsi Bahan Bakar (Studi Kasus: Simpang Gamping Dan Pelem Gurih)

Oleh:

I WAYAN WILHELMUS ANLAIKAN TUNAS
2103035

Penelitian ini berfokus kepada analisis dampak dari kinerja Simpang Gamping dan Pelem Gurih terhadap konsumsi bahan bakar serta kerugian ekonomi yang ditimbulkan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi serta memahami dampak dari panjang antrian serta tundaan pada simpang terhadap konsumsi bahan bakar serta alternatif solusi yang dapat diterapkan guna mengatasi kondisi tersebut. Berdasarkan analisis awal dengan metode PKJI 2023, diketahui bahwa kedua simpang tersebut memiliki kinerja yang belum optimal dengan nilai derajat kejenuhan diatas 0,85. Sedangkan kinerja eksisting yang dihasilkan oleh Model PTV Vissim menunjukkan bahwa panjang antrian rata-rata dari kedua simpang tersebut adalah sebesar 203 meter, dengan tundaan rata-rata sebesar 478.13 detik. Analisis terkait dengan konsumsi bahan bakar pada kondisi eksisting dilakukan dengan persamaan LAPI-ITB dimana diketahui bahwa nilai konsumsi bahan bakar total pada kedua simpang tersebut adalah sebesar 1.004,656 liter/jam. Secara total, apabila ditinjau dari harga bahan bakar, biaya kemacetan di kedua simpang tersebut dalam kondisi eksisting adalah sebesar Rp 9.393.196 per jam yang dimana setelah dilakukan penerapan alternatif solusi 1 didapatkan efisiensi biaya kemacetan sebesar 15%, sedangkan dalam penerapan alternatif solusi 2 diperoleh nilai efisiensi sebesar 28%. Berdasarkan hasil analisis regresi dengan bantuan SPSS kemudian diperoleh nilai koefisien determinasi adalah sebesar 0.264 yang menunjukkan bahwa 26,4% variasi konsumsi BBM dijelaskan oleh panjang antrian serta tundaan secara simultan. Kemudian berdasarkan hasil analisis didapatkan persamaan regresi $Y = 38,948 + 0.061X1 + 0.18X2$ yang menunjukkan hubungan positif antara variabel bebas (panjang antrian dan tundaan) dengan variabel terikat (konsumsi BBM).

Kata Kunci: Kinerja Simpang, Konsumsi BBM, Tundaan, Panjang Antrian, LAPI-ITB.

ABSTRACT

Analysis of the Impact of Traffic Congestion at Signalled Intersections on Fuel Consumption (Case Study: Gamping and Pelem Gurih Intersection)

By:

I WAYAN WILHELMUS ANLAIKAN TUNAS
2103035

This research focuses on analysing the impact of the performance of Gamping and Pelem Gurih intersections on fuel consumption and the economic losses caused. The main objective of this research is to identify and understand the impact of queue length and delay at the intersection on fuel consumption and alternative solutions that can be applied to overcome these conditions. Based on preliminary analysis using the PKJI 2023 method, it is known that the two intersections have not optimal performance with a degree of saturation value above 0.85. While the existing performance generated by the PTV Vissim Model shows that the average queue length of the two intersections is 203 metres, with an average delay of 478.13 seconds. Analysis related to fuel consumption in existing conditions was carried out with the LAPI-ITB equation where it was found that the total fuel consumption value at the two intersections was 1,004,656 litres / hour. In total, when viewed from the price of fuel, the cost of congestion at the two intersections under existing conditions is Rp 9,393,196 per hour which after the application of alternative solution 1 obtained a congestion cost efficiency of 15%, while in the application of alternative solution 2 obtained an efficiency value of 28%. Based on the results of regression analysis with the help of SPSS, the coefficient of determination is 0.264 which indicates that 26.4% of variations in fuel consumption are explained by queue length and delay simultaneously. Then based on the results of the analysis, the regression equation $Y = 38.948 + 0.061X_1 + 0.18X_2$ is obtained which shows a positive relationship between the independent variables (queue length and delay) and the dependent variable (fuel consumption).

Keywords: Intersection Performance, Fuel Consumption, Delay, Queue Length, LAPI-ITB.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Yogyakarta, merupakan salah satu kota yang berada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kota Yogyakarta merupakan daerah yang cukup padat dengan jumlah penduduk per tahun 2023 mencapai 420.606 jiwa (Badan Pusat Statistik 2023) dan luas wilayah 32,5 km². Meskipun tergolong kota kecil dengan luas wilayah yang terbatas, kepadatan penduduk di Kota Yogyakarta menempatkannya sebagai kota terpadat di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan urutan ke-13 di Indonesia. Keunikan budaya, sejarah, serta berbagai potensi wisata yang ditawarkan, menjadikan Kota Yogyakarta sebagai salah satu destinasi wisata paling populer di Indonesia.

Kota Yogyakarta memiliki karakteristik kegiatan yang beragam mulai dari pusat pendidikan hingga sebagai daerah destinasi wisata. Hal tersebut kemudian berpengaruh terhadap peningkatan mobilitas masyarakat baik internal kota maupun perjalanan keluar atau masuk daerah kota. Sebagai daerah dengan karakteristik pola pergerakan yang beragam, Kota Yogyakarta juga tidak luput dari berbagai permasalahan yang timbul akibat tingginya frekuensi pergerakan masyarakat seperti kemacetan dan peningkatan polusi.

Kemacetan merupakan merupakan salah satu dampak negatif akibat dari tingginya frekuensi pergerakan masyarakat (Hidayati et al., 2018). Masalah kemacetan juga memicu munculnya permasalahan-permasalahan lain seperti meningkatnya biaya operasi kendaraan, peningkatan bahan bakar yang terbuang, peningkatan emisi gas buang, serta penurunan produktivitas masyarakat. Ketika kendaraan terjebak macet, kendaraan berada pada posisi tidak bergerak namun mesin kendaraan tetap menyala (*idle*). Pada kondisi ini, mesin kendaraan masih tetap membakar bahan bakar yang menghasilkan tenaga untuk menjaga kendaraan tetap hidup, sehingga menyebabkan konsumsi bahan bakar menjadi tidak efisien (Lumintang et al., 2013). Semakin lama waktu tundaan yang dialami pada kondisi

macet, semakin banyak pula bahan bakar yang terbuang (Romadhona & Suhandi, 2019).

Bahan bakar yang terbuang pada kondisi macet juga menyebabkan berbagai kerugian dimana salah satunya dapat dilihat dari segi pengeluaran untuk biaya bahan bakar (Mangatur et al., 2018). Peningkatan bahan bakar terbuang akan berpengaruh terhadap besaran biaya yang harus dikeluarkan masyarakat untuk pembelian bahan bakar. Semakin lama pengemudi berada dalam kemacetan, semakin besar pula biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan akibat dari konsumsi bahan bakar yang tidak efisien. Hal tersebut, dapat berdampak buruk kepada masyarakat terutamanya untuk masyarakat dengan taraf ekonomi menengah kebawah yang lebih sensitif akan pengeluaran. Peningkatan biaya untuk bahan bakar dapat menurunkan daya beli masyarakat dikarenakan dana yang dialokasikan untuk keperluan bahan bakar bertambah.

Selain frekuensi, masalah kemacetan di Kota Yogyakarta juga disebabkan oleh pengaturan simpang sebagai akses keluar masuk ke kota yang belum optimal. Persimpangan sendiri merupakan salah satu bagian yang tidak terpisahkan dari sistem transportasi perkotaan (Lumintang et al., 2013). Dari beberapa persimpangan yang menjadi akses untuk keluar masuk ke Kota Yogyakarta, Simpang Gamping dan Pelem Gurih merupakan salah satu persimpangan yang sering mengalami kemacetan terutamanya pada jam sibuk. Berdasarkan hasil analisis Tim PKL Kota Yogyakarta, Simpang Gamping memiliki nilai derajat kejenuhan tertinggi pada pendekatan timur yaitu sebesar 1.2 dengan tundaan rata-rata sebesar 121 detik dan panjang antrian sebesar 217 meter. Sedangkan, Simpang Pelem Gurih memiliki nilai derajat kejenuhan tertinggi sebesar 1.28 dengan tundaan rata-rata sebesar 383 detik dan panjang antrian sebesar 189 meter. Kondisi kemacetan pada kedua simpang tersebut tidak hanya berdampak pada waktu tempuh, tetapi juga pada konsumsi bahan bakar yang terbuang karena penggunaan yang tidak efisien. Berdasarkan uraian diatas, perlu dilakukan penelitian dengan judul **“ANALISIS DAMPAK KEMACETAN LALU LINTAS DI SIMPANG BERSINYAL TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR (STUDI KASUS: SIMPANG GAMPING DAN PELEM GURIH)”**.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak kemacetan lalu lintas di Simpang Bersinyal Gamping dan Pelem Gurih terhadap konsumsi bahan bakar kendaraan. Penelitian ini diharapkan mampu menggambarkan bagaimana hubungan antara kemacetan, kerugian ekonomi, dan konsumsi bahan bakar yang terbuang akibat kemacetan di kedua simpang tersebut, serta memberikan rekomendasi solusi untuk mengoptimalkan pengaturan simpang dan mengurangi kemacetan, sehingga konsumsi bahan bakar kendaraan dapat menjadi lebih efisien.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimanakah kinerja eksisting dari Simpang Gamping dan Pelem Gurih?
2. Berapakah kerugian ekonomi berdasarkan variabel konsumsi bahan bakar yang ditimbulkan akibat kemacetan pada simpang?
3. Bagaimanakah hubungan antara tundaan dan panjang antrian pada simpang dengan konsumsi bahan bakar pada kendaraan berdasarkan uji regresi?
4. Bagaimana pengaturan fase yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja pada Simpang Gamping dan Pelem Gurih?
5. Bagaimana konsumsi bahan bakar kendaraan setelah dilakukan perbaikan pada pengaturan dalam Simpang Gamping dan Pelem Gurih?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui bagaimana kinerja eksisting dari Simpang Gamping dan Pelem Gurih.
2. Untuk mengetahui berapa biaya kerugian yang diakibatkan dari kemacetan pada simpang Gamping dan Pelem Gurih.
3. Untuk mengetahui bagaimana hubungan antara tundaan dan panjang antrian terhadap konsumsi bahan bakar kendaraan dengan uji regresi.

4. Untuk merumuskan bagaimana pengaturan fase dapat diterapkan guna meningkatkan kinerja di Simpang Gamping dan Pelem Gurih.
5. Untuk mengetahui bagaimana perbandingan konsumsi bahan bakar setelah dilakukan rekayasa pada Simpang Gamping dan Pelem Gurih.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat diantaranya sebagai berikut:

1. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang dampak negatif dari kemacetan lalu lintas terhadap konsumsi bahan bakar serta kerugian ekonomi yang diakibatkan.
2. Sebagai masukan terhadap pemerintah daerah dalam melakukan pengaturan serta merumuskan kebijakan guna mengatasi kemacetan di Simpang Gamping dan Pelem Gurih.

1.5 Batasan Masalah

Guna memastikan agar penelitian tetap fokus dan terarah, peneliti menetapkan beberapa batasan masalah dengan rincian sebagai berikut:

1. Lokasi kajian berfokus kepada Simpang Gamping dan Pelem Gurih.
2. Pengambilan data berupa volume didapatkan melalui survei CTMC yang dilaksanakan pada hari kerja dalam dua periode jam sibuk yang kemudian dianalisis pada satu jam puncak.
3. Analisis konsumsi bahan bakar hanya memperhatikan kondisi *idle* dengan menggunakan metode LAPI-ITB dalam satuan SMP/jam.
4. Penelitian ini berfokus kepada kajian tentang hubungan antara dampak dari kemacetan di simpang bersinyal yang berupa waktu tundaan dengan bahan bakar yang terbuang.
5. Penentuan dari rancangan solusi dilakukan dengan bantuan *software* mikro simulasi PTV VISSIM yang dikalibrasi dengan menyandingkan volume hasil simulasi dengan volume hasil observasi di lapangan.
6. Indikator atau data hasil keluaran model yang digunakan pada *software* PTV VISSIM adalah panjang antrian dan tundaan.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Administrasi Wilayah

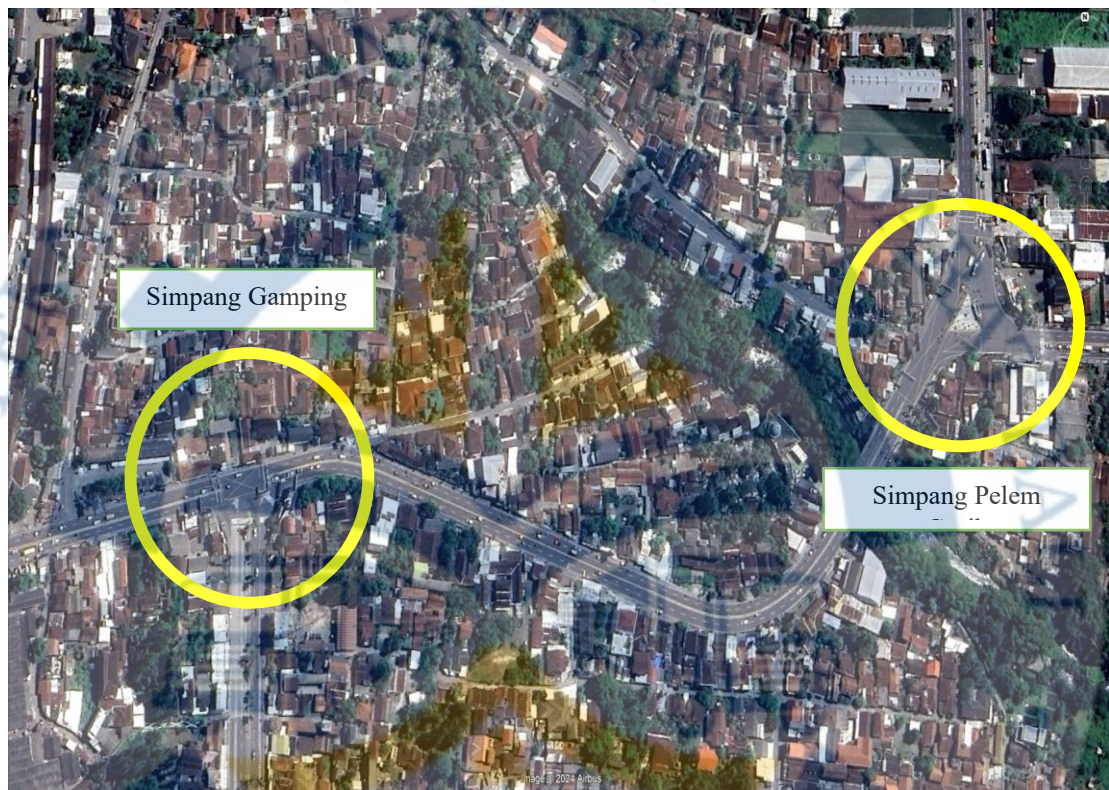
Kota Yogyakarta merupakan ibu kota Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang dimana daerah ini menjadi satu-satunya wilayah yang berstatus kota ditengah 4 daerah lainnya yang berstatus kabupaten. Secara astronomi, Kota Yogyakarta terletak di $110^{\circ}24'19''$ - $110^{\circ}28'53''$ Bujur Timur dan antara $07^{\circ}15'24''$ - $07^{\circ}49'26''$ Lintang Selatan dengan luas wilayah sebesar $32,5 \text{ km}^2$ dan ketinggian rata-rata wilayah sebesar 114 mpdl. Berdasarkan batas administrasi wilayahnya, Kota Yogyakarta terdiri dari 14 kecamatan dan 45 kelurahan dimana batas terluar wilayahnya berbatasan langsung dengan Kabupaten Sleman di arah utara, Kabupaten Bantul di arah selatan, serta Kabupaten Sleman dan Bantul di arah timur dan barat.

2.2 Transportasi

Berdasarkan data yang didapat dari Dinas Perhubungan Kota Yogyakarta, Kota ini memiliki 509 ruas jalan dengan panjang jalan total sebesar 233,24 km dimana keseluruhan jalan memiliki status sebagai jalan kota. Jaringan jalan di Kota Yogyakarta dibangun dengan pola jaringan grid. Pola jaringan ini ditetapkan guna mengakomodir pola perjalanan yang tersebar sehingga cakupan layanan transportasi dapat diasamaratakan untuk seluruh wilayah. Pola jaringan grid dibangun dengan tujuan untuk mengurangi beban lalu lintas menerus melalui persimpangan. Dalam kondisi eksisting, Kota Yogyakarta saat ini memiliki 60 Simpang APILL dengan 58 Simpang APILL yang masih beroperasi dengan baik. Secara garis besar, pola pergerakan masyarakat melalui jalan di Kota Yogyakarta diatur dengan manajemen jaringan seperti jalan satu arah serta pembatasan terhadap jenis kendaraan tertentu untuk memasuki Kota Yogyakarta.

2.3 Kondisi Objek

Simpang Gamping dan Pelem Gurih merupakan simpang yang terletak di akses masuk arah barat Kota Yogyakarta, tepatnya di Dusun Gamping Tengah, Desa Ambarketawang, Kecamatan Gamping.



Sumber: Google Earth

Gambar 1. Tampak atas Simpang Gamping dan Pelem Gurih

Simpang Gamping merupakan simpang dengan tipe 323L dimana simpang ini terdiri dari Jalan Wates 1 diarah barat, Jalan Wates 2 diarah timur, dan Jalan Brawijaya 1 diarah Selatan. Pendekat barat dan timur terbagi menjadi 2 segmen dimana masing-masing segmen merupakan jalan satu arah. Sedangkan untuk pendekat selatan yaitu Jalan Brawijaya terbagi menjadi 4 segmen dengan 2 segmen merupakan jalur khusus untuk sepeda motor. Adapun tipe tata guna lahan disimpang ini adalah didominasi oleh lahan pertokoan (komersil). Berikut ini merupakan gambar tampak atas dari Simpang Gamping berdasarakan hasil survei inventarisasi Tim PKL Kota Yogyakarta tahun 2024.



Sumber: Survei Inventarisasi Tim PKL Kota Yogyakarta Tahun 2024

Gambar 2. Badan Simpang Gamping

Simpang Gamping diatur dengan sistem *late start* 3 fase, dimana waktu hijau dari arah timur ditunda selama 45 detik waktu hijau dari arah barat dengan tujuan untuk memberikan kesempatan untuk kendaraan belok kanan. Berikut ini merupakan diagram fase dari Simpang Gamping.

FASE 1	BL	96		3	3	26		
FASE 1	Bk	45	3	3	77			
FASE 2	T	51		45	3	3	26	
FASE 3	S	102			20		3	3

Sumber: Survei Inventarisasi Tim PKL Kota Yogyakarta Tahun 2024

Gambar 3. Diagram Fase Simpang Gamping

Simpang Pelem Gurih merupakan simpang yang menjadi pertemuan antara Jalan Siliwangi diarah utara, Jalan Wates diarah timur dan selatan, serta Jalan Patukan diarah barat. Adapun tipe tata guna lahan di simpang ini adalah didominasi oleh lahan pertokoan (komersil). Simpang Pelem Gurih sendiri merupakan simpang yang menjadi salah satu akses masuk Kota Yogyakarta dari arah barat seperti Jakarta, Bandung, dan Purwokerto. Berikut ini merupakan gambar tampak atas dari Simpang Pelem Gurih berdasarkan hasil survei inventarisasi Tim PKL Kota Yogyakarta tahun 2024.



Sumber: Survei Inventarisasi Tim PKL Kota Yogyakarta Tahun 2024

Gambar 4. Badan Simpang Pelem Gurih

Simpang Pelem Gurih diatur dengan 4 fase waktu hijau, dengan distribusi waktu hijau terbanyak terdapat pada pendekat barat yakni sebesar 60 detik. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mengakomodasi arus lalu lintas yang cukup tinggi dari arah barat yang memasuki kota pada jam sibuk pagi hari. Berikut ini merupakan diagram gase dari Simpang Gamping.

FASE 1	S	60	3	10	99			
FASE 2	U	73	25	3	10	61		
FASE 3	T	111			15	3	10	33
FASE 4	B	139				20	3	10

Sumber: Survei Inventarisasi Tim PKL Kota Yogyakarta Tahun 2024

Gambar 5. Diagram Fase Simpang Gamping

Jalan Wates yang menjadi penghubung antara ke dua simpang diatas merupakan salah satu rute utama angkutan barang yang masuk maupun hanya melintasi Kota Yogyakarta sehingga proporsi kendaraan berat yang melintas di kedua simpang tersebut menjadi cukup tinggi, dinama berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa proporsi kendaraan berat pada kedua simpang tersebut mencapai nilai kurang lebih 12%. Selain itu, titik stop line arah selatan Simpang Pelem Gurih yang terletak sejauh 80 m dari badan simpang juga berpengaruh signifikan terhadap panjang antrian di simpang tersebut.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Tinjauan Pustaka

3.1.1 Definisi simpang

Persimpangan merupakan suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau bersimpangan, termasuk segala jenis fasilitas tepi jalan pendukung didalamnya (Hidayati et al., 2018). Persimpangan juga dapat didefinisikan sebagai suatu simpul pada jaringan jalan dimana jalan dan lintasan kendaraan berpotongan (Lumintang et al., 2013). Persimpangan kemudian dapat dibagi menjadi 2 yaitu, simpang dan simpang APILL, dimana simpang APILL sendiri merupakan simpang yang tiap lengannya dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas (Ulum et al., 2023)

3.1.2 Konsep perhitungan kinerja simpang APILL

1. Arus Jenuh

Arus Jenuh merupakan hasil perkalian antara arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor koreksi yang menggambarkan penyimpangan kondisi eksisting dari kondisi ideal.

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \quad (2.1)$$

Sumber: PKJI, 2023

J = arus jenuh

J_0 = arus jenuh dasar

F_{UK} = faktor penyesuaian ukuran kota

F_{HS} = faktor penyesuaian hambatan samping

F_G = faktor penyesuaian kelandaian

F_P = faktor penyesuaian parker

F_{BK_a} = faktor penyesuaian kendaraan belok kanan

F_{BK_i} = faktor penyesuaian kendaraan belok kiri

2. Arus Jenuh Dasar (S_0)

Arus jenuh dasar dihitung dengan dua persamaan yang dibagi berdasarkan kondisi terlawan dan terlindung.

a. Pendekat Terlindung (P)

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

$$J_0 = 600 \times L_E \quad (2.2)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dengan :

J_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam-hijau)

L_E = Lebar efektif pendekat (m)

b. Pendekat Terlawan (O)

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

c. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Semakin tinggi jumlah penduduk dari suatu kota, maka semakin besar pula mobilitas yang dilakukan. Berikut ini tabel faktor koreksi ukuran kota:

Tabel 3.1 Tabel Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

Jumlah penduduk kota (Juta jiwa)	Faktor koreksi ukuran kota (F_{UK})
>3,0	1,05
1,0–3,0	1,00
0,5–1,0	0,94
0,1–0,5	0,83
<0,1	0,82

Sumber: PKJI, 2023

d. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Faktor koreksi hambatan samping merupakan suatu dinilai berdasarkan hubungan antara tipe lingkungan, kondisi hambatan samping, tipe fase serta rasio kendaraan tidak bermotor.

e. Faktor Koreksi Arus Jenuh Akibat Kelandaian Jalan

Faktor penyesuaian kelandaian dihitung berdasarkan nilai gradien kelandaian berdasarkan persentase turunan atau tanjakan.

f. Faktor Koreksi Arus Jenuh Akibat Adanya Kegiatan Parkir

Faktor penyesuaian parkir berkaitan dengan jarak kendaraan parkir dari garis henti pada simpang.

g. Faktor Koreksi Akibat Adanya Pergerakan Belok Kanan

Untuk tipe pendekat terlindung, tanpa median, dan dua arah digunakan rumus sebagai berikut

$$F_{BKa} = 1,0 + R_{BKa} \times 0,26 \quad (2.3)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dengan :

F_{BKa} = Faktor penyesuaian belok kanan

R_{BKa} = Rasio kendaraan belok kanan

h. Faktor Koreksi Akibat Adanya Pergerakan Belok Kiri

Untuk tipe pendekat terlindung dengan kondisi tanpa B_{kiJT} , dengan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$F_{BKk} = 1,0 - R_{BKk} \times 0,16 \quad (2.4)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dengan :

F_{BKk} = Faktor penyesuaian belok kiri

R_{BKk} = Rasio kendaraan belok kiri

3. Rasio Arus ($R_{q/j}$)

Merupakan rasio perbandingan antara arus total dengan arus jenuh yang disesuaikan pada tiap pendekat simpang.

$$R_{q/j} = \frac{q}{J}$$

(2.5)

Sumber: PKJI, 2023

Dengan:

q = Rasio arus simpang

J = Rasio arus tertinggi masing-masing fase

4. Rasio Arus Simpang (RAS)

Rasio arus simpang digambarkan sebagai jumlah dari rasio arus tertinggi dari tiap pendekatan ($R_{q/J}$ kritis).

$$RAS = \sum_i (R_{q/j} \text{ kritis})$$

(2.6)

Sumber: PKJI, 2023

Dengan :

RAS = Rasio arus simpang

$R_{q/j}$ kritis = Rasio arus tertinggi masing-masing fase

5. Rasio Fase (PR)

Perhitungan rasio fase tiap pendekatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$R_F = \frac{R_{q/j} \text{ kritis}}{RAS}$$

(2.7)

Sumber: PKJI, 2023

Dengan:

R_F = Rasio fase

R_{AS} = Rasio arus simpang

$R_{q/j}$ kritis = Rasio arus tertinggi masing-masing fase

6. Waktu Siklus

Pengaturan waktu siklus disesuaikan dengan tipe fase dan waktu siklus disarankan dimana hal dimana apabila nilainya terlalu rendah, maka akan berdampak kepada pejalan kaki yang meyebrang. Sedangkan untuk waktu siklus yang melebihi waktu siklus disarankan harus dihindari kecuali dalam kondisi khusus seperti ukuran simpang yang sangat besar. Berikut ini merupakan tabel waktu siklus (s) yang

disarankan.

Tabel 3. 2 Waktu Siklus Yang Disarankan

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

Sumber: PKJI, 2023

7. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (s)

$$s = \frac{(1,5 \times W_{HH} + 5)}{(1 - \sum R_{q/j \text{ kritis}})} \quad (2.8)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

s = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

W_{HH} = Waktu hilang total per siklus (det)

$R_{q/j \text{ kritis}}$ = Rasio arus simpang ($\sum R_{q/j \text{ kritis}}$)

8. Waktu Hijau (W_H)

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/j \text{ kritis}}}{\sum_i (R_{q/j \text{ kritis}})_i} \quad (2.9)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

W_{Hi} = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

s = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

W_{HH} = Waktu hilang total per siklus (det)

i = indeks untuk fase ke i

9. Waktu Siklus Disesuaiakan (c)

Waktu siklus yang disesuaikan dapat dihitung dengan menjumlahkan total waktu hijau dengan waktu hilang per total siklus (W_{HH})

$$s = \sum W_{Hi} + W_{HH} \quad (2.10)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

s = Waktu siklus yang disesuaikan

$\sum W_{Hi}$ = Jumlah waktu hijau (det)

W_{HH} = Waktu hilang total per siklus (det)

10. Kapasitas (C)

Kapasitas simpang merupakan jumlah arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan. Perhitungan kapasitas dihitung pada tiap pendekatan dengan rumus sebagai berikut

$$C = J \times \frac{W_H}{s} \quad (2.11)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

C = Kapasitas pendekatan (smp/jam)

W_H = Waktu hijau (detik)

s = Waktu siklus total (detik)

11. Derajat Kejenuhan (Dj)

Derajat kejenuhan merupakan rasio dari arus lalu lintas per kapasitas pendekatan. Perhitungan Dj dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$Dj = \frac{q}{C} \quad (2.12)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

Dj = Derajat kejenuhan

q = Arus total (smp/jam)

C = Kapasitas simpang (smp/jam)

12. Jumlah Antrian

a. Jumlah antrian smp (N_{q1})

N_{q1} merupakan jumlah antrian kendaraan yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dalam bentuk smp yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$N_{q1} = 0,25 \times s \times \left[(Dj - 1) + \sqrt{(Dj - 1)^2 + \frac{8 \times (Dj - 0,5)}{s}} \right] \quad (2.13)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

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

Dj = Derajat kejenuhan

s = waktu siklus

C = Kapasitas

b. Jumlah antrian smp (N_{q2})

$$N_{q2} = s \times \frac{1 - R_H}{1 - R_H \times Dj} \times \frac{q}{3600} \quad (2.14)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

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

Dj = Derajat kejenuhan

R_H = Rasio hijau

s = Waktu siklus (det)

q_{masuk} = Arus lalu-lintas pada tempat masuk diluar BkiJT
(smp/jam)

c. Jumlah kendaraan antri total (N_q)

Merupakan jumlah rata-rata kendaraan yang mengantri pada awal isyarat lampu hijau dalam bentuk smp yang dapat dihitung dengan rumus

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \quad (2.15)$$

Sumber: PKJI, 2023

13. Panjang Antrian (P_A)

Panjang antrian pada tiap pendekat simpang merupakan hasil perkalian dari N_q dengan rata-rata yang luas area yang digunakan oleh mobil

penumpang (smp) yaitu $20 m^2$ dibagi lebar masuk (m)

$$P_A = \frac{N_q \times 20}{L_M} \quad (2.16)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

P_A = Panjang antrian

N_q = Jumlah kendaraan antri total

L_M = lebar masuk (m)

14. Kendaraan Terhenti

a. Rasio Kendaraan Henti (R_{HK})

Dapat diartikan sebagai rasio kendaraan yang berhenti akibat dari waktu merah pada APILL sebelum melewati simpang terhadap arus yang sama pada setiap pendekatan

$$R_{HK} = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600 \quad (2.17)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

R_{HK} = Rasio kendaraan henti

N_q = Jumlah kendaraan antri total

q = Arus lalu lintas

s = Waktu siklus

b. Jumlah Kendaraan Terhenti (N_{KH})

Merupakan jumlah dari rata-rata kendaraan yang terhenti, termasuk yang terhenti berulang dalam antrian, pada suatu simpang APILL yang kemudian dapat dihitung dengan rumus

$$N_{KH} = q \times R_{HK} \quad (2.18)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

N_{KH} = Jumlah Kendaraan Terhenti

R_{HK} = Rasio kendaraan henti

q = Arus lalu lintas

15. Tundaan

a. Tundaan Lalu Lintas

Tundaan lalu lintas rata rata pada suatu pendekat simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times Dj)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{C} \quad (2.19)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

T_{LL} = Tundaan lalu-lintas rata-rata (det/smp)

s = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

R_H = Rasio hijau (W_H/s)

Dj = Derajat kejenuhan

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

C = Kapasitas (smp/jam)

b. Tundaan Geometrik

Tundaan geometrik rata rata pada suatu pendekat simpang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (2.20)$$

Sumber: PKJI, 2023

Dimana :

T_G = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

R_{KH} = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat

P_B = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

c. Tundaan Rata- Rata

$$T = T_G + T_{LL} \quad (2.21)$$

Sumber: PKJI, 2023

3.1.3 Kecepatan Sesaat

Kecepatan Sesaat (*Spot Speed*) merupakan nilai rata-rata dari kecepatan suatu benda yang bergerak melewati titik tertentu (Venasius, 2022). Penentuan sampel dalam pemenuhan data kecepatan sesaat dilakukan dengan menggunakan Rumus Slovin yaitu:

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (2.22)$$

Dimana:

N = Jumlah Populasi

n = Jumlah Sampel

e = Margin eror yang diperkenankan (10%)

Sumber: Aprilia et al., 2021

3.1.4 Konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan dihitung dengan persamaan yang dipublikasikan oleh LAPI-ITB. Perhitungan konsumsi bahan bakar kendaraan kemudian dibagi menjadi tiga kondisi yaitu, kendaraan diam dengan mesin menyala (*idle*), kendaraan yang berakselerasi atau deselerasi, dan kendaraan bergerak dengan kecepatan konstan (Gunawan & Budi, 2017). Formulasi yang dikeluarkan oleh LAPI-ITB adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F1 &= a + bV + CV^2 \\ F2 &= eV^2 \\ F3 &= d \end{aligned} \quad (2.22)$$

Dimana:

F1 = Konsumsi BBM pada saat bergerak pada kecepatan konstan (liter/100 smp per km)

F2 = Konsumsi BBM pada saat akselerasi atau deselerasi (liter/smp)

F3 = Konsumsi BBM pada kondisi *idle* (liter/smp per jam)

V = Kecepatan kendaraan (Km/jam)

Konstanta:

a = $170 \cdot 10^{-1}$

b = $-455 \cdot 10^{-3}$

$$c = 490. 10^{-5}$$

$$d = 140.10^{-2}$$

$$e = 770. 10^{-8}$$

Sumber: (Gunawan & Budi, 2017)

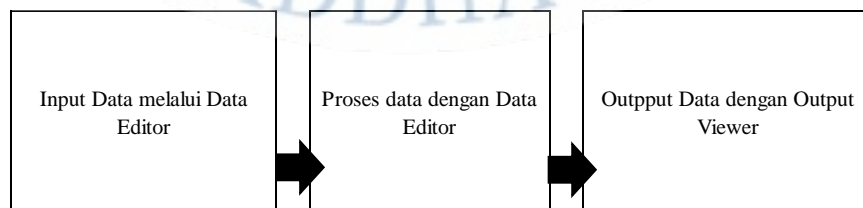
Metode ini menggunakan data volume kendaraan yang telah dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp). Nilai konstanta dari metode ini didapatkan dengan mempertimbangkan nilai rata-rata dari konsumsi bahan bakar dari berbagai jenis dan model kendaraan yang digunakan di Indonesia. Nilai rata-rata tersebut kemudian digunakan sebagai acuan dalam penetapan nilai konstanta dengan tujuan untuk mempermudah dan menyederhanakan perhitungan.

3.1.5 Jenis Bahan Bakar

Berdasarkan Pedoman Konstruksi dan Bangunan Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan Bagian I, kendaraan dengan jenis mobil sedan, utility, jeep, wagon serta sepeda motor menggunakan bahan bakar berupa premium. Sedangkan untuk kendaraan truk serta bus, bahan bakar yang digunakan adalah solar. Namun, per tanggal 1 Januari 2023, penggunaan bahan bakar berupa premium telah resmi dihentikan dari peredaran berdasarkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 245. Oleh karena itu, pada penelitian ini, perhitungan konsumsi bahan bakar pada kendaraan jenis sedan, utility, jeep, wagon serta sepeda motor diganti dengan menggunakan pertalite (RON 90).

3.1.6 *Statistical Package for the Social Science (SPSS)*

SPSS merupakan *software* yang berfungsi sebagai media yang dapat digunakan untuk melakukan analisis statistika (Ratu Kadja et al., 2022). Penelitian ini menggunakan *software* SPSS 26 guna mempermudah proses analisis. Berikut merupakan cara kerja dari program *software* SPSS.



Sumber: Tanjung, 2019

Gambar 6. Cara Kerja Program *Software* SPSS

3.1.7 Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan uji yang dilakukan sebelum pengujian hipotesis dengan tujuan untuk memastikan semua asumsi terpenuhi, sehingga dapat meningkatkan kualitas dari model regresi serta pengambilan keputusan (Purba et al., 2021). Uji asumsi klasik dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas, serta uji autokorelasi. Namun, dikarenakan data yang digunakan pada penelitian ini tidak bersifat *time series* maka tidak dilakukan uji autokorelasi. Berikut ini merupakan syarat dari uji asumsi klasik.

1. Uji normalitas

Data dikatakan berdistribusi normal berdasarkan uji *Kolmogorov Smirnov* yang menunjukkan hasil nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* lebih besar dari 0,05 (Purba et al., 2021).

2. Uji multikolinearitas

Uji multikolinearitas dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa tidak terjadi gejala korelasi antar variabel independen. Pengambilan keputusan pada uji multikolinearitas dilakukan dengan melihat hasil perhitungan *Tolerance* serta *variance inflation factor* (VIF). Apabila nilai *Tolerance* lebih besar dari 0,01 dan nilai VIF < 10, maka dapat disimpulkan bahwa pada model regresi tidak terdapat multikolinearitas (Purba et al., 2021)

3. Uji heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan tujuan untuk memastikan ketidaksamaan *variance* residual dari pengamatan satu ke pengamatan lainnya (Purba et al., 2021). Apabila nilai dari hasil uji *glesjer* lebih besar dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kesamaan antara *variance* residual dari tiap pengamatan atau tidak terjadi gejala heteroskedastisitas pada model regresi (Purba et al., 2021).

3.1.8 Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda merupakan model regresi yang melibatkan lebih dari satu variabel bebas, dimana dalam metode ini terdapat asumsi bahwa terdapat

beberapa variabel yang berpengaruh terhadap satu variabel terikat (Sudariana & Yoedani, 2021) perhitungan regresi linear berganda dapat dilakukan dengan rumus:

$$Y = a + b_1X_1 + \dots + b_nX_n \quad (2.23)$$

Dimana:

- Y = Variabel Terikat.
- x₁,x₂,x₃ = Variabel bebas
- a = Konstanta
- b₁,b₂,b₃ = Koefisien Regresi

Sumber: (Gunawan & Budi, 2017)

Analisis linear berganda digunakan untuk meramalkan keadaan variabel dependen, dengan kondisi dua atau lebih variabel independen sebagai faktor yang mempengaruhi.

3.1.9 Koefisien Determinasi (R_{Square})

Koefisien determinasi (R_{Square}) digunakan untuk mengidentifikasi seberapa besar hubungan pengaruh antara satu atau lebih variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y) (Sudariana & Yoedani, 2021). Koefisien determinasi memiliki rentan nilai antara 0 sampai dengan 1. Nilai koefisien determinasi yang mendekati 1 menandakan bahwa hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas semakin kuat (Sudariana & Yoedani, 2021).

3.1.10 Uji – T

Uji – T merupakan suatu metode pengujian statistik yang dilakukan terhadap koefisien regresi secara parsial (individu) yang dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi signifikansi pengaruh variabel bebas (X) terhadap variabel terikat (Y) (Tanjung, 2019). Pengambilan keputusan dalam uji - t dilakukan berdasarkan nilai t_{hitung} dan t_{tabel} dalam tingkat signifikansi 5%. Perhitungan t_{tabel} dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

$$t_{tabel} = \frac{a}{2} ; dk \quad (2.24)$$

Dimana:

- a = Taraf signifikansi

$dk = \text{Jumlah sampel} - \text{jumlah variabel (X)} - 1$

Sumber: (Tanjung, 2019)

3.1.11 Uji - F

Uji - F merupakan uji statistik yang dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh dari seluruh variabel bebas secara simultan terhadap variabel terikatnya serta menguji tingkat signifikansi dari model regresi yang telah dikerjakan (Tanjung, 2019). Prediksi dengan Uji - F dilakukan dengan membandingkan nilai F_{hitung} dengan F_{tabel} dimana hipotesis akan diterima apabila nilai signifikansi berada dibawah 0,05 serta nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Nilai F_{tabel} dapat dihitung dengan persamaan

$$t_{tabel} = k ; n - k$$

(2.25)

Dimana:

$n = \text{Jumlah sampel}$

$k = \text{Jumlah variabel (X)}$

Sumber: (Tanjung, 2019)

3.1.12 Simulasi dengan Software Vissim

VISSIM (Verkehr In Städten – Simulations modell) merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi lalu lintas mikroskopik di kawasan perkotaan yang dikembangkan oleh PTV (Planung Transport Verkehr AG) di Karlsruhe, Jerman (Pebriyetti et al., 2018). Dalam pemodelan jaringan transportasi, Vissim dapat digunakan untuk menggambarkan seluruh klasifikasi kendaraan dan fungsi jalan secara luas hingga meliputi keseluruhan daerah perkotaan (Dwi & Munawar, 2014). Pada penelitian ini, pembangunan model dengan Vissim dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Membangun Pemodelan Vissim

Kondisi lalu lintas yang saling terkait dan mempengaruhi satu sama lain, mengharuskan adanya variabilitas dalam software VISSIM. Hal ini dilakukan dengan cara menggabungkan beberapa parameter input menggunakan distribusi stokastik (Hidayati et al., 2018). Dala penelitian ini parameter input yang digunakan berupa:

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

Kalibrasi pada model mikro simulasi dilakukan dengan metode *trial and error* guna mendapatkan komposisi dan nilai perilaku pengemudi (*driving behaviour*) yang paling sesuai sehingga simulasi pada Vissim dapat menggambarkan perilaku pengemudi sesuai dengan kondisi lapangan (Jepriadi, 2022)

3. Validasi Model Simulasi

Proses validasi dilakukan dengan tujuan untuk mengukur seberapa akurat data yang dihasilkan dari model dengan data yang diperoleh pada survei di lapangan. Parameter yang digunakan untuk uji validasi dalam penelitian ini adalah data berupa volume lalu lintas. Metode uji yang digunakan rumus statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)*. Metode ini menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak untuk menghasilkan skor yang menunjukkan tingkat kesesuaian antara data simulasi dan data hasil observasi (Halim et al., 2019). Adapun rumus GEH adalah sebagai berikut:

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulasi} - q_{observasi})^2}{0,5 \times (q_{simulasi} + q_{observasi})}} \quad (2.26)$$

Dimana:

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

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

Tabel 2.1 Tabel Kesimpulan dari hasil perhitungan Geof rey E. Havers (GEH)

GEH < 5,0	Diterima
$0,5 \leq \text{GEH} \leq 10,0$	Peringatan: kemungkinan model eror atau data buruk
GEH > 10,0	Ditolak

Sumber: (Halim et al., 2019)

4. Evaluation

Evaluation merupakan tahapan dimana dilakukan suatu proses evaluasi dari simulasi yang telah dilakukan. Dalam prosesnya, akan dilakukan beberapa pengecekan pada tahap evaluasi guna memastikan simulasi dapat berjalan lancar dan meminimalisir eror pada model (Hidayati et al., 2018). Adapun parameter yang akan digunakan pada proses evaluasi antara lain:

a. Node result

Node digunakan untuk melakukan evaluasi terutamanya pada model persimpangan dimana data yang dihasilkan cukup lengkap, mulai dari data volume, tundaan, panjang antrian, gas emisi serta konsumsi bahan bakar total dari tiap pendekatan simpang.

b. Data collection result

Data collection result digunakan untk mempermudah dalam proses validasi dimana nantinya data volume yang dihasilkan dari data collection akan disandingkan dengan data hasil observasi kemudian diuji validasi.

3.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 3.3 Keaslian Penelitian

No	Judul dan Tahun	Penulis dan Tahun	Ringkasan	Pembeda
1	ANALISA HUBUNGAN KINERJA SIMAPANG	Theodora Paulina Sinambela, Meike Kumaat,	Pembahasan berfokus kepada hubungan antara kemacetan	Pengaturan waktu siklus sebagai langkah perbaikan serta penggunaan

No	Judul dan Tahun	Penulis dan Tahun	Ringkasan	Pembeda
	BERSINYAL DENGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR (STUDI KASUS : SIMPANG JL. A. A. MARAMIS – JL. RINGROAD II)	Sisca V. Pandey (2021)	dengan konsumsi bahan bakar tanpa adanya solusi	aplikasi PTV Visim dalam analisis serta simulasi pengaturan fase rancangan
2	PENERAPAN KEBIJAKAN IDLING STOP UNTUK PENGENDALIAN BEBAN EMISI KENDARAAN PADA SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS : SIMPANG DEMANGAN, KOTA YOGYAKARTA)	Dian Nafika Sari, Siti Malkhmah, Sigit Priyanto (2019)	Penelitian ini berfokus kepada dampak penerapan sistem <i>idling stop</i> untuk pengendalian beban emisi kendaraan pada simpang bersinyal	Model analisis yang berbeda dimana pada penelitian ini berfokus kepada analisis terkait dengan emisi gas buang serta dampang penerapan <i>idling stop</i> sebagai langkah penanganannya
3	EVALUASI KINERJA SIMPANG DAN BIAYA KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA SIMPANG BERSINYAL JALAN RAYA KASRI – JALAN RAYA GEMPOL– JALAN PATIMURA – JALAN WR. SUPRATMAN DI	Muchammd Chafidhul Ulum, Nusa Sebayang, Annur Ma'ruf (2023)	Penelitian ini berfokus kepada penerapan alternatif pengaturan fase sebagai langkah optimalisasi kinerja simpang bersinyal serta kerugian ekonomi	Metode analisis konsumsi bahan bakar berbeda dimana pada penelitian ini digunakan metode LAPI-ITB dengan formulasi konfersi tiap kendaraan ke satuan mobil penumpang (smp),

No	Judul dan Tahun	Penulis dan Tahun	Ringkasan	Pembeda
	KABUPATEN PASURUAN		yang ditimbulkan dari kemacetan	serta penggunaan aplikasi PTV Vissim sebagai dalam analisis

