

**REKAYASA SIMPANG TIDAK BERSINYAL DAN OPTIMALISASI
KINERJA SEBAGAI PENANGANAN TITIK RAWAN
KECELAKAAN
(STUDI KASUS SIMPANG RINGIN SEMAR)**

KERTAS KERJA WAJIB



DISUSUN OLEH:

SIMSON ANTONIUS SITORUS

NOTAR: 2003023

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

2023

**REKAYASA SIMPANG TIDAK BERSINYAL DAN OPTIMALISASI
KINERJA SEBAGAI PENANGANAN TITIK RAWAN
KECELAKAAN
(STUDI KASUS SIMPANG RINGIN SEMAR)**

KERTAS KERJA WAJIB

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



DISUSUN OLEH:

SIMSON ANTONIUS SITORUS

NOTAR: 2003023

POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT BALI

PROGRAM STUDI D-III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

KERTAS KERJA WAJIB

**REKAYASA SIMPANG TIDAK BERSINYAL DAN OPTIMALISASI
KINERJA SEBAGAI PENANGANAN TITIK RAWAN KECELAKAAN
(STUDI KASUS SIMPANG RINGIN SEMAR)**

Disusun Oleh:

SIMSON ANTONIUS SITORUS

NOTAR: 2003023

Disetujui untuk diajukan pada
Sidang Akhir Kerta Kerja Wajib
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Menyetujui,

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN PEMBIMBING

I WAYAN YUDI MARTHA WIGUNA, S.T., M.T.

NIP. 19861221 201902 1 001

Tanggal: 4 Agustus 2023

PUTU EKA SUARTAWAN, S.T., M.T.

NIP. 19820530 200912 1 003

Tanggal: 4 Agustus 2023

Ditetapkan di : Tabanan

HALAMAN PENGESAHAN

KERTAS KERJA WAJIB

**REKAYASA SIMPANG TIDAK BERSINYAL DAN OPTIMALISASI
KINERJA SEBAGAI PENANGANAN TITIK RAWAN KECELAKAAN
(STUDI KASUS SIMPANG RINGIN SEMAR)**


Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

SIMSON ANTONIUS SITORUS

NOTAR: 2003023

**TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI PADA
TANGGAL 15 AGUSTUS 2023 DAN DINYATAKAN TELAH LULUS
DAN MEMENUHI SYARAT**

Tim Penguji


BUDI MARDIKAWATI, S.Pd, M.Pd
NIP. 19840829 201902 2 001


I WAYAN YUDI MARTHA WIGUNA, S.T., M.T
NIP. 19861221 201902 1 001


STEFANUS SYLVAN RYANTO, S.S., M.M
NIP. 19910816 201902 1 002


PUTU EKA SUARTAWAN, S.T., M.T
NIP. 19820530 200912 1 003

Mengetahui

**KETUA PROGRAM STUDI
MANEJEMEN TRANSPORTASI JALAN**


PUTU EKA SUARTAWAN, S.T., M.T.
NIP. 19820530 200912 1 003

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, Simson Antonius Sitorus, Notar 2003023, menyatakan bahwa Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir dengan judul "**Rekayasa Simpang Tidak Bersinyal dan Optimalisasi Kinerja Sebagai Penangana Titik Rawan Kecelakaan (Studi Kasus Simpang Ringin Semar)**" merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian yang saya susun sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, tidak ada bagian dari Kertas Kerja Wajib/Tugas Akhir 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, 4 Agustus 2023

Penulis,



Simson Antonius Sitorus

Notar. 2003023

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Aku tidak peduli bagaimana orang-orang menilaiku, aku tidak pernah sekalipun menyesal dengan apa yang aku percaya. Kedepannya pun akan sama!”

“Aku bukan orang yang akan menyerah hanya karena ada orang menyuruhku menyerah”

“Jika keajaiban itu tidak berpihak pada kita, maka kita sendiri yang akan membuat keajaiban itu”

“Jika kamu tidak berani mengambil resiko dalam hidupmu, kamu tidak akan pernah bisa menciptakan masa depan”

PERSEMBAHAN

Kertas Kerja Wajib Ini Dipersembahkan Kepada:

1. Terimakasih kepada orang tua yang selalu sabar mendidik anaknya .
2. Terimakasih untuk diri sendiri yang telah berusaha untuk sampai ditahap ini.
3. Teman-teman yang menemani dengan tawa yang lebar dan selalu tersenyum, kalian semua selalu bisa diandalkan.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala Puji dan rasa syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. salah satu nikmat yang diberikan adalah keberhasilan penulis untuk menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “Rekayasa Simpang Tidak Bersinyal dan Optimalisasi Kinerja Sebagai Penanganan Titik Rawan Kecelakaan”, dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma-III Manajemen Transportasi Jalan Politeknik Transportasi Darat Bali.

Banyak pihak yang terlibat dalam membantu penulis untuk menyelesaikan proposal penelitian ini, untuk itu penulis banyak mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Efendhi Parih Raharjo, S.T., S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Bali beserta staf pegawai lainnya.
2. Bapak Putu Eka Suartawan, S.T, M.T. selaku Kepala Program Studi D-III Manajemen Transportasi Jalan beserta dosen-dosen, yang telah banyak memberikan bimbingan selama pendidikan.
3. Bapak I Wayan Yudi Martha Wiguna, S.T., M.T. dan Bapak Putu Eka Suartawan, S.T.M.T sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan langsung terhadap penulisan Proposal Penelitian ini.
4. Orang tua Turman Sitorus dan Ibunda Aida Natalia Siregar, yang telah mendidik, membesarkan, dan membiayai studi penulis.
5. Semua pihak yang ikut terlibat dalam membantu dalam penyelesaian proposal ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Proposal penelitian ini pastinya masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis berharap mendapatkan kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran penulis di masa yang akan datang. Semoga proposal penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang transportasi dan membantu pembangunan transportasi di Indonesia serta Kota Surakarta

Surakarta, 4 Agustus 2023

Penulis,



Simson Antonius Sitorus
NOTAR: 2003023





DAFTAR ISI

MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
INTISARI.....	xviii
ABSTRACT.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II GAMBARAN UMUM.....	5
2.1 Batas Administrasi.....	5
2.2 Luas Wilayah.....	6
2.3 Demografi.....	6
2.4 Jumlah Kendaraan	8
2.5 Kondisi Transportasi	8
2.6 Kondisi Objek.....	10
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	14
3.1 Persimpangan	14
3.2 Jenis Simpang.....	14
3.3 Perhitungan Analisis Simpang Tidak Bersinyal.....	15
3.4 Perhitungan Analisis Simpang Bersinyal	24
3.5 Perangkat Lunak Vissim.....	31
3.6 Keaslian Penelitian	33
BAB IV METODELOGI PENELITIAN.....	34
4.1 Sumber Dan Teknik Pengumpulan Data	34
4.2 Metode Analisis Data	36

4.3	Bagan Alir Penelitian	36
4.4	Timeline Kegiatan	45
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		46
5.1	Pengumpulan Data.....	46
5.1.1	Data Inventarisasi Simpang	46
5.1.2	Data Volume Simpang	46
5.1.3	Data Kecepatan Titik.....	47
5.2	Kondisi Existing Lalu Lintas	51
5.2.1	Fluktuasi Volume Lalu Lintas	51
5.2.2	Proporsi Kendaraan.....	51
5.2.3	Diagram Flow Simpang.....	52
5.2.4	Titik Konflik Kondisi Existing Pada Simpang Ringin Semar	53
5.3	Analisis Kondisi Existing Dengan Metode PKJI	53
5.3.1	Volume.....	54
5.3.2	Geometrik Simpang Existing	55
5.3.3	Analisis Kinerja Simpang Tiga Ringin Semar	56
5.3.4	Lebar Pendekat, jumlah Lajur dan Tipe Simpang.....	57
5.3.5	Kapasitas Dasar.....	58
5.3.6	Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata-Rata.....	58
5.3.7	Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor.....	59
5.3.8	Faktor Koreksi Ukuran Kota.....	59
5.3.9	Faktor Rasio Arus Belok Kanan (Fbka).....	59
5.3.10	Faktor Koreksi Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor.....	59
5.3.11	Faktor Rasio Arus Belok Kiri (Fbki)	59
5.3.12	Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (Fmi)	60
5.3.13	Derajat kejenuhan.....	60
5.3.14	Perhitungan Tundaan	61
5.3.15	Peluang Antrian	62
5.3.16	Analisis Kinerja Pada Kondisi 2 dan Kondisi 1	62
5.4	Kalibrasi dan Validasi Model Vissim.....	63
5.5	Analisis Kondisi Existing Dengan Model Vissim.....	66

5.5.1	Analisis Kinerja Existing Pada Kondisi 3	66
5.5.2	Analisis Kinerja Existing Pada Kondisi 2.....	67
5.5.3	Analisis Kinerja Existing Pada Kondisi 1.....	67
5.6	Perencanaan APILL.....	68
5.7	Perencanaan Plan.....	70
5.8	Analisis Rekayasa Dengan PKJI 2023	71
5.8.1	Rekomendasi I	71
5.8.2	Rekomendasi II	89
5.8.3	Rekomendasi III.....	94
5.9	Analisis Rekayasa Dengan Vissim.....	99
5.9.1	Rekomendasi I.....	99
5.9.2	Rekomendasi II	102
5.9.3	Rekomendasi III	104
5.10	Perbandingan Kinerja	107
5.10.1	Perbandingan Kinerja Tiap Rekomendasi Pada Analisis PKJI	107
5.10.2	Perbandingan Kinerja Tiap Rekomendasi Pada Analisis Vissim .	110
5.11	Perbandingan Rekomendasi Terbaik Dengan Kondisi Existing Pada Pedoman PKJI 2023	115
5.11.1	Perbandingan Rekomendasi Terbaik Pada Plan 3 dengan Kondisi Existing (Kondisi 3).....	115
5.11.2	Perbandingan Rekomendasi Terbaik Pada Plan 2 Dengan Kondisi Existing (Kondisi 2).....	117
5.11.3	Perbandingan Rekomendasi Terbaik Pada Plan 1 Dengan Kondisi Existing (Kondisi 1).....	118
5.12	Perbandingan Rekomendasi Terbaik Dengan Kondisi Existing Pada Software Vissim	120
5.12.1	Perbandingan Rekomendasi Terbaik Pada Plan 3 dengan Kondisi Existing (Kondisi 3).....	120
5.12.2	Perbandingan Rekomendasi Terbaik Pada Plan 2 dengan Kondisi Existing (Kondisi 2).....	121
5.12.3	Perbandingan Rekomendasi Terbaik Pada Plan 1 dengan Kondisi Existing (Kondisi 1).....	123
5.13	Perencanaan Perlengkapan Jalan.....	124
BAB VI PENUTUP		128

6.1	Kesimpulan.....	128
6.3	Saran.....	132
DAFTAR PUSTAKA		134
LAMPIRAN.....		135

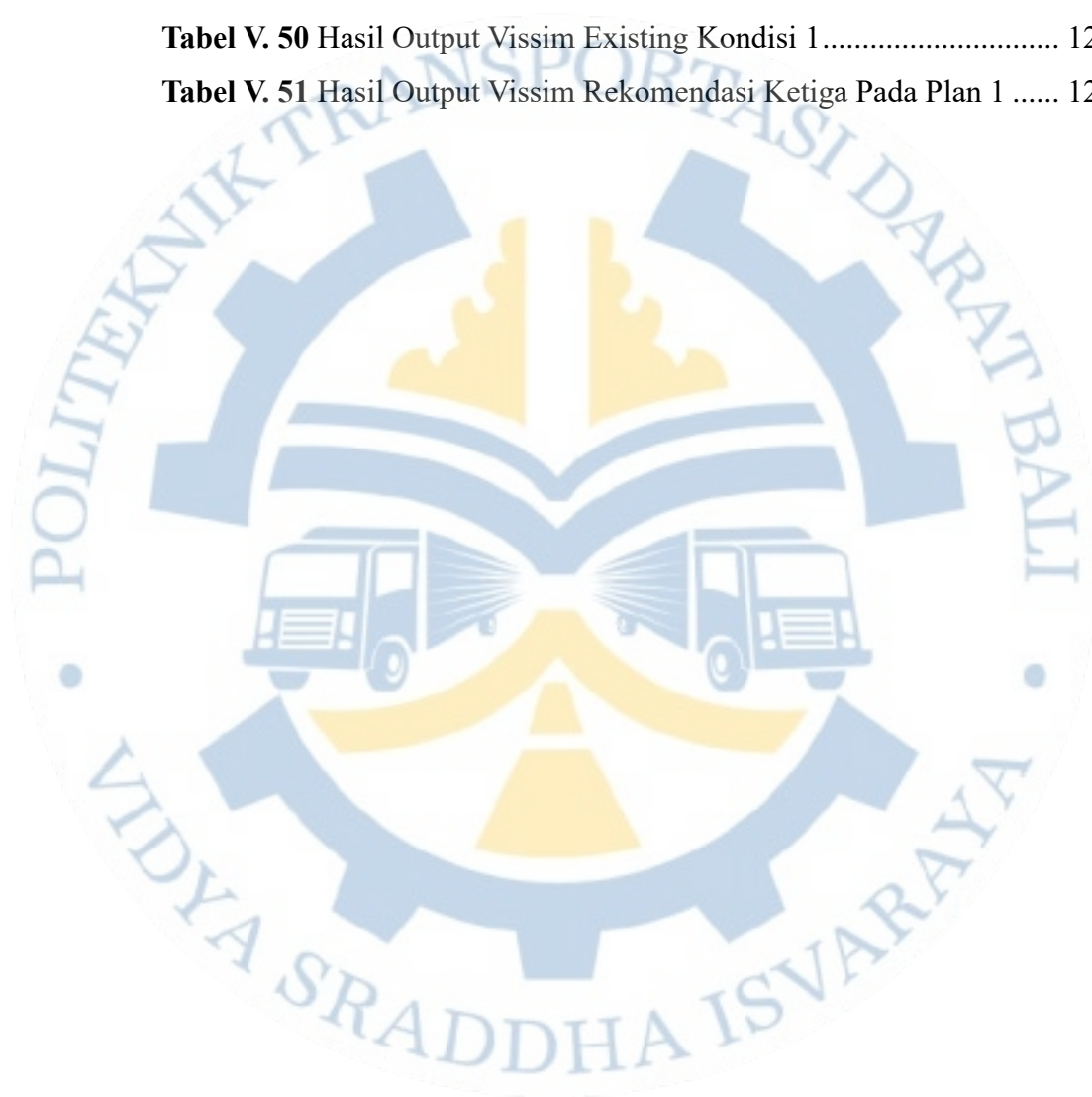


DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Batas Wilayah Kota Surakarta	6
Tabel II. 2 Kota Surakarta Dalam Angka	6
Tabel II. 3 Jumlah Penduduk 5 Tahun Terakhir.....	7
Tabel II. 4 Kepadatan Penduduk Kota Surakarta	7
Tabel II. 5 Data Kecelakaan Pada Simpang Ringin Semar	12
Tabel III. 1 Tipe Persimpangan	16
Tabel III. 2 Faktor Koreksi Median.....	17
Tabel III. 3 Faktor Koreksi Ukuran Kota	17
Tabel III. 4 Faktor Koreksi Hambatan Samping	18
Tabel III. 5 Faktor Koreksi Arus Dari Jalan Minor.....	20
Tabel III. 6 Nilai EMP.....	21
Tabel III. 7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	25
Tabel III. 8 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping.....	25
Tabel III. 9 Penentuan Waktu Siklus	28
Tabel III. 10 Rekapitulasi Dari Penelitian Sebelumnya	33
Tabel III. 11 Timeline Kegiatan	45
Tabel III. 12 Waktu Siklus Pra-penyesuaian	79
Tabel V. 1 Data Jumlah Kecelakaan	11
Tabel V. 2 Proporsi Kendaraan	52
Tabel V. 3 Nilai EMP	54
Tabel V. 4 Kapasitas Dasar Simpang	58
Tabel V. 5 Hasil Analisis Kinerja Existing PAda Kondisi 2	63
Tabel V. 6 Hasil Analisis Kinerja Existing Pada Kondisi 1	63
Tabel V. 7 Volume Existing dan Simulasi.....	65
Tabel V. 8 Hasil Uji GEH	66
Tabel V. 9 Hasil Kinerja Existing Kondisi 3.....	66
Tabel V. 10 Hasil Kinerja Existing Kondisi 2.....	67
Tabel V. 11 Hasil Kinerja Existing Kondisi 1	68
Tabel V. 12 Rata-Rata Kendaraan per jam.....	69
Tabel V. 13 Nilai EMP	75

Tabel V. 14 Volume Kendaraan.....	75
Tabel V. 15 Waktu Hilang Hijau	76
Tabel V. 16 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Pertama Pada Plan 2 ...	86
Tabel V. 17 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Pertama Pada Plan 1 ...	88
Tabel V. 18 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Kedua Pada Plan 3.....	92
Tabel V. 19 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Kedua Pada Plan 2.....	93
Tabel V. 20 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Kedua Pada Plan 1.....	93
Tabel V. 21 Lebar Pendekat	95
Tabel V. 22 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Ketiga Pada Plan 3.....	97
Tabel V. 23 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Ketiga Pada Plan 2.....	98
Tabel V. 24 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Ketiga Pada Plan 1.....	98
Tabel V. 25 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Pertama Pada Plan 3 .	100
Tabel V. 26 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Pertama Pada Plan 2 .	101
Tabel V. 27 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Pertama Pada Plan 1 .	101
Tabel V. 28 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Kedua Pada Plan 3....	102
Tabel V. 29 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Kedua Pada Plan 2....	103
Tabel V. 30 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Kedua Pada Plan 1....	104
Tabel V. 31 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Ketiga Pada Plan 3....	105
Tabel V. 32 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Ketiga Pada Plan 2....	105
Tabel V. 33 Hasil Analisis Kinerja Rekomendasi Ketiga Pada Plan 1....	106
Tabel V. 34 Kinerja Tiap Rekomendasi Pada Plan 1	107
Tabel V. 35 Kinerja Tiap Rekomendasi Pada Plan 2	108
Tabel V. 36 Kinerja Tiap Rekomendasi Pada Plan 3	109
Tabel V. 37 Hasil Output Vissim Tiap Rekomendasi Pada Plan 1	110
Tabel V. 38 Hasil Output Vissim Tiap Rekomendasi Pada Plan 2.....	112
Tabel V. 39 Hasil Output Vissim Tiap Rekomendasi Pada Plan 3.....	113
Tabel V. 40 Kinerja Existing Kondisi 3	115
Tabel V. 41 Kinerja Rekomendasi Ketiga Pada Plan 3	116
Tabel V. 42 Kinerja Existing kondisi 2	117
Tabel V. 43 Kinerja Rekomendasi Ketiga Pada Plan 2.....	117
Tabel V. 44 Kinerja Existing kondisi 1	118

Tabel V. 45 Kinerja Rekomendasi Ketiga Pada Plan 1	119
Tabel V. 46 Hasil Output Vissim Existing Kondisi 3.....	120
Tabel V. 47 Hasil Output Vissim Rekomendasi Ketiga Pada Plan 3	120
Tabel V. 48 Hasil Output Vissim Existing Kondisi 2.....	122
Tabel V. 49 Hasil Output Vissim Rekomendasi Ketiga Pada Plan 2	122
Tabel V. 50 Hasil Output Vissim Existing Kondisi 1.....	123
Tabel V. 51 Hasil Output Vissim Rekomendasi Ketiga Pada Plan 1	123

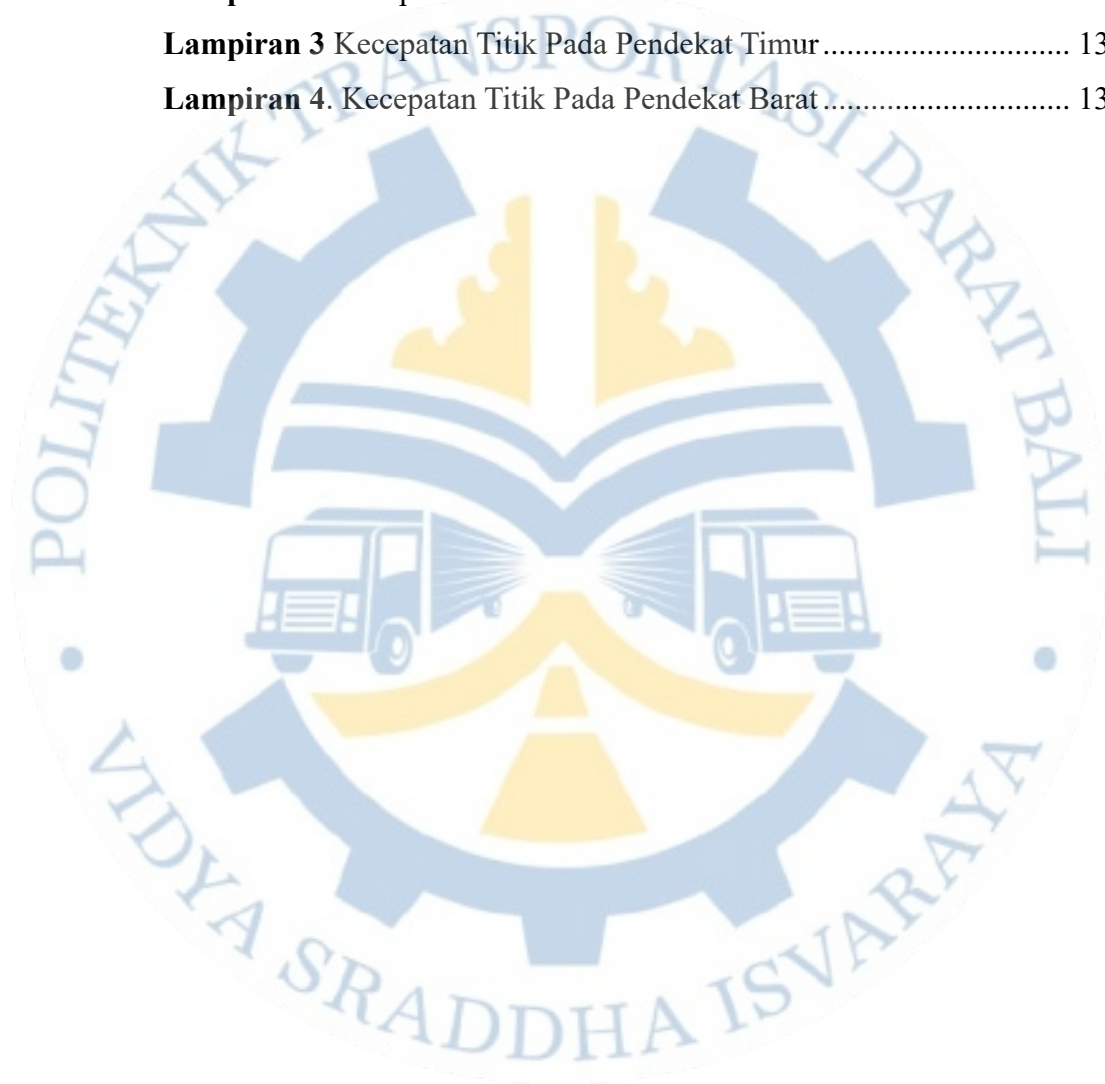


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Jaringan Jalan Kota Surakarta	8
Gambar 2 Rute Angkutan Umum Kota Surakarta.....	9
Gambar 3. Tampak Atas Existing Simpang Ringin Semar.....	10
Gambar 4. Tampak Atas Dengan Autocad	11
Gambar 5. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri	19
Gambar 6. Faktor Koreksi Rasio Belok Kanan.....	19
Gambar 7. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor	20
Gambar 8. Nilai Tundaan	22
Gambar 9. Peluang Antrian	24
Gambar 10. Faktor Penyesuaian Kelandaian	26
Gambar 11. Bagan Alir Penelitian.....	39
Gambar 12. Tampilan Pembangunan Jaringan jalan	41
Gambar 13. Hasil Inventarisasi Simpang Ringin Semar.....	46
Gambar 14. Kecepatan Titik Pada Pendekat Selatan	48
Gambar 15 Kecepatan Titik Pada Pendekat Timur	49
Gambar 16 Kecepatan Titik Pada Pendekat Barat	50
Gambar 17. Fluktuasi 16 Jam Simpang Ringin Semar	51
Gambar 18. Persentase Proprsri Kendaraan	52
Gambar 19 Diagram Flow Pada Jam Puncak.....	52
Gambar 20 Titik Konflik Pada Kondisi Existing Dengan Autocad	53
Gambar 21. Geometrik Simpang Existing	55
Gambar 22. Fluktuasi 16 Jam.....	57
Gambar 23. Fluktuasi 16 Jam.....	70
Gambar 24. Perencanaan Apil	125
Gambar 25 Perencanaan Penambahan Perlengkapan Jalan	125

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Volume Lalu Lintas Jam Sibuk Tiap Kondisi dimulai dari Kondisi 1	135
Lampiran 2 Kecepatan Titik Pada Pendekat Selatan	136
Lampiran 3 Kecepatan Titik Pada Pendekat Timur	137
Lampiran 4. Kecepatan Titik Pada Pendekat Barat	138



INTISARI

Rekayasa Simpang Tidak Bersinyal dan Optimalisasi Kinerja Sebagai Penanganan Titik Rawan Kecelakaan (Studi Kasus Simpang Ringin Semar)

Oleh

SIMSON ANTONIUS SITORUS

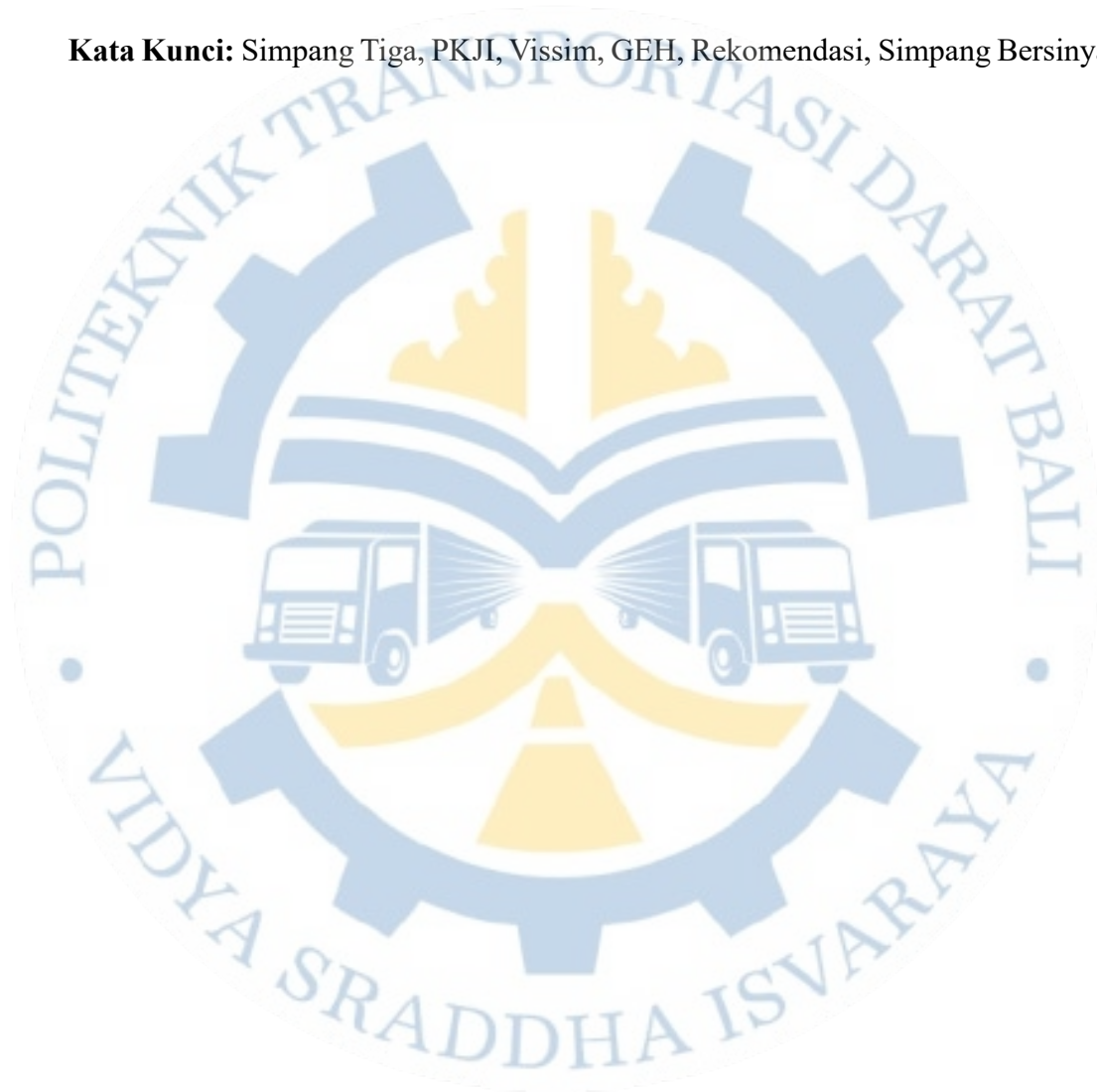
2003023

Simpang Tiga Ringin Semar merupakan simpang tiga tidak bersinyal yang berlokasi di kelurahan Tegalarjo, Kota Surakarta yang dimana simpang tersebut merupakan salah satu titik rawan kecelakaan yang ada di Kota Surakarta berdasarkan data kecelakaan pada 4 Tahun terakhir yang dieperoleh dari Kepolisian Resort Kota Surakarta, oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk memeberikan rekomendasi kepada pihak terkait dalam hal penanganan kecelakaan Simpang Ringin Semar.

Adapaun Rekomendasi yang diberikan dalam peneletian ini sebanyak 3 Rekomendasi dengan menggunakan dua Metode yaitu yang pertama menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 dan yang kedua menggunakan Model Simulasi Vissim disamping itu digunakan Metode GEH dalam penentuan validasi pada vissim. Rekomendasi terbaik yang disusulkan pada penelitian adalah Rekomendasi Ketiga yaitu dengan merubah tipe pengendalian simpang menjadi bersinyal atau ber-APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) dan melakukan perubahan geometrik pada Jl Monginsidi selebar 1 meter dengan hasil kinerja yang diperoleh pada metode PKJI yaitu derajat kejenuhan sebesar 0,56 dan panjang antrian yaitu 13,33-63,11 dengan tundaan rata-rata simpang yaitu 27,739 sedangkan menggunakan Vissim didapat Panjang antrian (*Qlength*) yaitu 8,64m-90,50m dan tundaan (*Vehicle delay*) yaitu 13,44-122,39. Namun apabila Rekomendasi Ketiga

belum memungkinkan untuk diterapkan, maka Rekomendasi Kedua dan Pertama dapat menjadi opsi kedua yaitu dengan mengubah tipe pengendalian simpang menjadi bersinyal dengan atau tanpa *early cut off* tanpa mengubah geometrik simpang. Disamping hal tersebut memperbaiki marka dan menambah perlengkapan jalan berupa rambu juga menjadi tambahan usulan pada penelitian ini

Kata Kunci: Simpang Tiga, PKJI, Vissim, GEH, Rekomendasi, Simpang Bersinyal



ABSTRACT

Rekayasa Simpang Tidak Bersinyal dan Optimalisasi Kinerja Sebagai Penanganan Titik Rawan Kecelakaan (Studi Kasus Simpang Ringin Semar)

Oleh

SIMSON ANTONIUS SITORUS

2003023

The Ringin Semar 3-way junction is an unsignalized triple intersection located in the Tegalarjo sub-district, Surakarta City where the intersection is one of the accident-prone points in Surakarta City based on accident data in the last 4 years obtained from the Surakarta City Police Resort, therefore This study aims to provide recommendations to related parties in terms of handling the Ringin Semar Intersection.

There are 3 recommendations given in this study using two methods, namely the first using the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines and the second using the Vissim Simulation Model besides using the GEH method in determining validation on vissim. The best recommendation proposed in the research is the Third Recommendation, namely by changing the type of intersection control to be signalized or APILL (Traffic Signaling Tool) and making geometric changes on Jl Monginsidi with a width of 1 meter with the performance results obtained on the PKJI method, namely the degree of saturation of 0.56 and the queue length is 13.33-63.11 with an average intersection delay of 27.739 while using Vissim the queue length (Qlength) is 8.64m-90.50m and the vehicle delay is 13.44- 122.39. However, if the Third Recommendation is not yet possible to implement, then the Second and First Recommendations can be a second option, by changing the type of intersection control to signalized with or without early cut off without changing the intersection

geometry. Besides this, improving markings and adding road equipment in the form of signs are also additional suggestions for this research

Keyword: *3-way junction, PKJI, Vissim, GEH, Recommendations, Signalized Intersections*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surakarta terletak di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Luas wilayah kota ini mencapai sekitar 44,03 km² dengan jumlah penduduk sekitar 536.838 jiwa (Disadmindukcapil, 2023) Kota Surakarta merupakan kota yang menghubungkan kota-kota besar di Pulau Jawa seperti Yogyakarta, Semarang dan Jakarta melalui jaringan jalan yang baik. Hal ini menjadikan Kota Surakarta sebagai pusat transportasi yang penting di Wilayah Jawa Tengah

Namun seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang semakin pesat, seperti sektor industri, pendidikan, jasa, bahkan pertumbuhan transportasi juga menjadi faktor penting yang harus diperhatikan. Perkembangan transportasi yang membawa dampak positif seperti meningkatnya mobilitas penduduk dan barang, yang memungkinkan akses ke berbagai lokasi lebih cepat dan mudah. Disamping sisi positif tersebut, pertumbuhan penggunaan kendaraan yang semakin meningkat sehingga menimbulkan masalah baru khususnya di sektor transportasi.

Peningkatan volume lalu lintas yang mengakibatkan timbulnya masalah baru seperti hambatan pada ruas dan simpang, sehingga menimbulkan kemacetan. Permasalahan transportasi berupa kemacetan, tundaan atau hambatan, kecelakaan lalu lintas, naik turun penumpang, parkir angkutan umum dan penyeberang pejalan kaki yang mempengaruhi kinerja simpang

Permasalahan pada simpang mempunyai penyebab yang dapat mempengaruhi kinerja suatu simpang. Persimpangan merupakan simpul pada jaringan jalan dimana ruas-ruas jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan yang menyebabkan volume lalu lintas tinggi. Persimpangan merupakan faktor penting pada sistem jaringan jalan, pengendalian pada setiap persimpangan selalu menjadi faktor penting dalam menentukan kinerja simpang. Untuk itu pengendalian arus lalu lintas di persimpangan menjadi sangat vital guna meningkatkan kinerja dan keselamatan simpang.

Simpang Ringin Semar merupakan simpang tiga tidak bersinyal yaitu pertemuan antara Jalan Ahmad Yani dengan Jalan Mongonsidi. Jalan Ahmad Yani merupakan jalan arteri dengan volume lalu lintas yang tinggi dan Jalan Mongonsidi merupakan jalan kolektor yang memiliki volume lalu lintas cukup tinggi, melihat kondisi Simpang Ringin Semar yang tidak bersinyal menjadikan simpang tersebut sebagai titik rawan kecelakaan, berdasarkan data kecelakaan yang didapat dari pihak Polresta (Kepolisian Resort Kota) Surakarta, Simpang Ringin Semar merupakan salah satu titik rawan kecelakaan, dimana berdasarkan data kecelakaan pada Tahun 2021 terdapat 10 kasus kecelakaan dan pada Tahun 2022 terdapat 7 kecelakaan yang terjadi pada Simpang tersebut, dimana pengendara yang berasal dari Jalan Mongonsidi Ketika ingin menyeberang ke Jalan Ahmad Yani hanya mengandalkan seorang Supeltas (Sukarelawan Pengatur Lalu Lintas) yang mengatur pada simpang tersebut. dengan kondisi simpang tersebut apabila Supeltas sedang tidak ada menjadikan para pengguna kendaraan bermotor harus sangat berhati-hati ketika melewati simpang tersebut.

Dimana penyebab kecelakaan yang terjadi disebabkan karena pertemuan konflik antar pengguna kendaraan bermotor pada Jalan Mongonsidi yang hendak menyeberang ke Jalan Ahmad Yani mengakibatkan banyak Tipe Kecelakaan yang terjadi adalah Tabrakan Depan Samping, selain itu, terdapat juga Tipe Kecelakaan Depan Belakang yang dikarenakan Pengendara yang mengerem mendadak dikarenakan tidak adanya APILL pada Simpang tersebut, hal ini dapat diatasi dengan pembatasan kecepatan pada tiap ruas jalan pada Simpang Ringin Semar

Melihat kondisi transportasi yang ada di Kota Surakarta saat ini khususnya pada simpang Ringin Semar, maka perlu dilakukan penelitian mengenai “Rekayasa Simpang Tidak Berisnyal dan Optimalisasi Kinerja Sebagai Penanganan Titik Rawan Kecelakaan” dengan metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia) 2023 dan menggunakan Software Vissim juga sebagai metode lain tujuannya agar model yang dibuat dapat dilihat secara visual pada Software tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan-permasalahan yang akan dikaji berkaitan dengan Penanganan Simpang Semar di Kota Surakarta diantaranya:

1. Bagaimana kinerja kondisi existing pada Simpang Ringin Semar dengan menggunakan PKJI 2023 dan Simulasi menggunakan Vissim?
2. Bagaimana kinerja setelah dilakukan rekayasa pada Simpang Ringin Semar dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023 dan Simulasi menggunakan Vissim?
3. Bagaimana Perbandingan Kinerja Simpang Ringin Semar pada kondisi existing dan kondisi setelah dilakukan rekayasa?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud penulis membuat laporan ini adalah untuk pemenuhan Kertas Kerja Wajib (KKW). Tujuan dari kajian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui kinerja kondisi existing Simpang Ringin Semar
2. Melakukan Rekayasa pada Simpang Ringin Semar sebagai rekomendasi mengurangi tingkat kecelakaan
3. Melakukan perbandingan kinerja simpang Ringin Semar pada kondisi existing dan kondisi setelah dilakukan Rekayasa

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memutuskan konflik serta meningkatkan keselamatan bagi pengguna jalan di Simpang Ringin Semar, Surakarta
2. Sebagai bahan masukan dan pertimbangan bagi instansi-instansi pemerintahan terkait, dalam Upaya mengoptimalkan pengoperasian di persimpangan Ringin Semar, Surakarta

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Rekayasa Simpang tidak bersinyal guna optimalisasi kinerja sekaligus sebagai penanganan titik rawan kecelakaan hanya dilakukan pada simpang Ringin Semar dengan mengabaikan Kinerja Simpang lain yang ada pada sekitar Simpang Ringin Semar dan hanya melihat dari sisi Transportasi saja tanpa melihat sisi social, ekonomi maupun budaya.
2. Data diperoleh dari hasil survei yang dilakukan pada hari kerja normal dilokasi penelitian pada kondisi lalu lintas selama 16 jam yaitu pada pukul 05.00 WIB-21.00 WIB
3. Analisis kinerja simpang menggunakan Pedoman Keselamatan Jalan Indonesia 2023 dan menggunakan Vissim.
4. Pergerakan pada pertokoan, perumahan dan bangunan umum (SPBU, minimarket, kantor dll) tidak di modelkan
5. Simulasi pada Vissim menggunakan Vissim Versi 11.00

Tabel II. 1 Batas Wilayah Kota Surakarta

No	Arah	Batas Wilayah
1	Utara	Kab. Boyolali dan Kab. Karanganyar
2	Selatan	Kab. Sukoharjo
3	Barat	Kab. Sukoharjo dan Kab. Karanganyar
4	Timur	Kab. Karanganyar

Sumber: Dinas PUPR

2.2 Luas Wilayah

Kota Surakarta merupakan salah satu kota di Provinsi Jawa Tengah Kota. Surakarta yang terdiri dari 5 kecamatan yaitu Kecamatan Banjarsari, Kecamatan Jebres, Kecamatan Laweyan, Kecamatan Pasar Kliwon, Kecamatan Serengan. Kecamatan yang mempunyai luas wilayah paling besar yaitu Kecamatan Banjarsari yaitu seluas 15,26 km², sedangkan kecamatan yang mempunyai luas paling kecil yaitu Kecamatan Serengan yaitu 3,08 km², Kota Surakarta Dalam Angka (Badan Pusat Statistika, 2022). Simpang Ringin yang menjadi lokasi penelitian terletak pada Kecamatan Jebres.

Tabel II. 2 Kota Surakarta Dalam Angka

No	Kecamatan	Luas Wilayah		Jumlah Kelurahan	Jumlah RT	Jumlah RW
		Km2	Presentase			
1	Banjarsari	15.26	32.65	15	930	195
2	Jebres	14.38	30.77	11	651	153
3	Laweyan	9.13	19.53	11	458	105
4	Pasar Kliwon	4.88	10.45	10	437	101
5	Serengan	3.08	6.6	7	313	72
Kota Surakarta		46.72	100	54	2789	626

Sumber: Badan Pusat Statistika

2.3 Demografi

Jumlah penduduk Kota Surakarta berdasarkan data pada Dinas Administrasi Penduduk dan Pencatatan Sipil pada Tahun 2022 berjumlah 583.961 jiwa yang

tersebar di 5 wilayah kecamatan dan 54 Kelurahan. Jumlah penduduk Kota Surakarta setiap tahunnya mengalami peningkatan atau pertumbuhan dengan rata-rata sebesar 0,05% setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk ini didasari pada kelahiran, kematian, ataupun migrasi. Adapun peningkatan jumlah penduduk tiap tahunnya dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel II. 3 Jumlah Penduduk 5 Tahun Terakhir

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk Tahun (Jiwa)				
		2018	2019	2020	2021	2022
1	Laweyan	89.254	89.547	88.524	88.578	88.617
2	Serengan	45.275	45.424	47.778	47.853	47.921
3	Pasar Kliwon	77.027	77.280	78.517	78.565	78.600
4	Jebres	143.180	143.650	138.775	138.859	138.921
5	Banjar Sari	163.151	163.686	168.770	168.873	168.949

Sumber: Disadmindukcapil Kota Surakarta

Selain jumlah penduduk, juga ada kepadatan penduduk. Pada tahun 2022, kepadatan penduduk mencapai 11.759 jiwa/km². Kepadatan paling tinggi adalah pada Kecamatan Pasar Kliwon dengan total kepadatan sebesar 15.996 jiwa/km² dan kepadatan terendah adalah Kecamatan Laweyan sebesar 10.332 jiwa/km². Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel II. 4 Kepadatan Penduduk Kota Surakarta

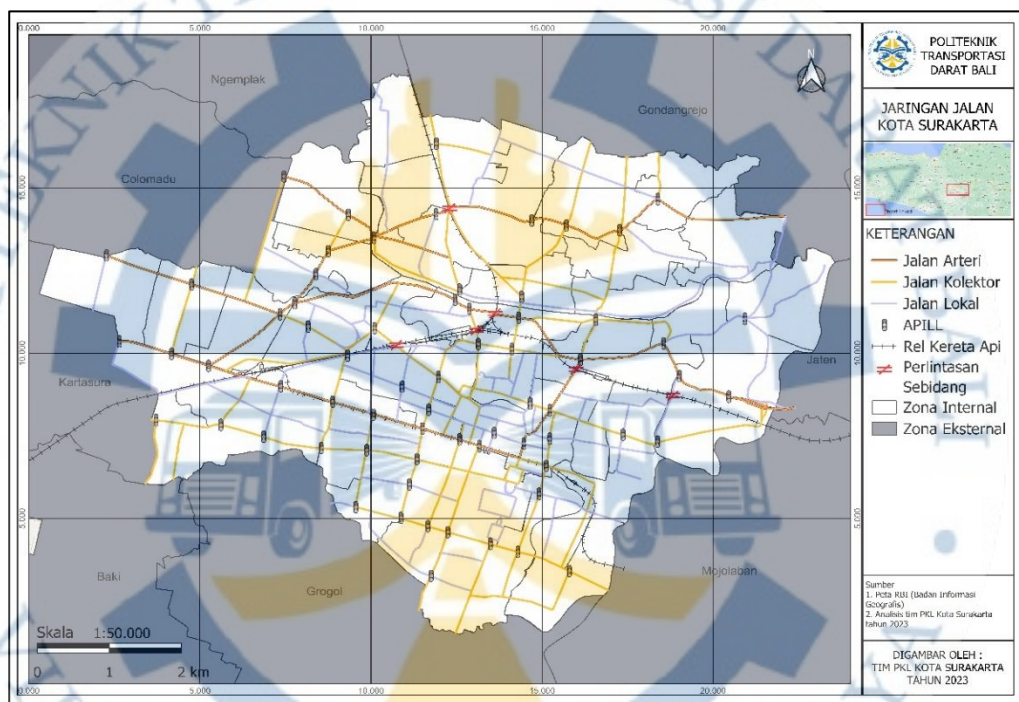
No	Kecamatan	Persentase Penduduk	Kepadatan Penduduk per km ²
1	Laweyan	17,23	10.332
2	Serengan	8,74	14.175
3	Pasar Kliwon	14,87	15.996
4	Jebres	27,65	11.379
5	Banjar Sari	31,5	11.015

Sumber: Hasil Analisis

2.4 Jumlah Kendaraan

Menurut Kota Surakarta Dalam Angka (2022), jumlah kendaraan dominan yang melintasi kota Surakarta adalah sepeda motor yang jumlahnya kurang lebih mencapai 391.129 unit sementara yang lainnya berupa mobil pribadi, pick up, bus kecil, bus sedang, bus besar, truk kecil, truk sedang, truk besar, serta kendaraan tidak bermotor.

2.5 Kondisi Transportasi



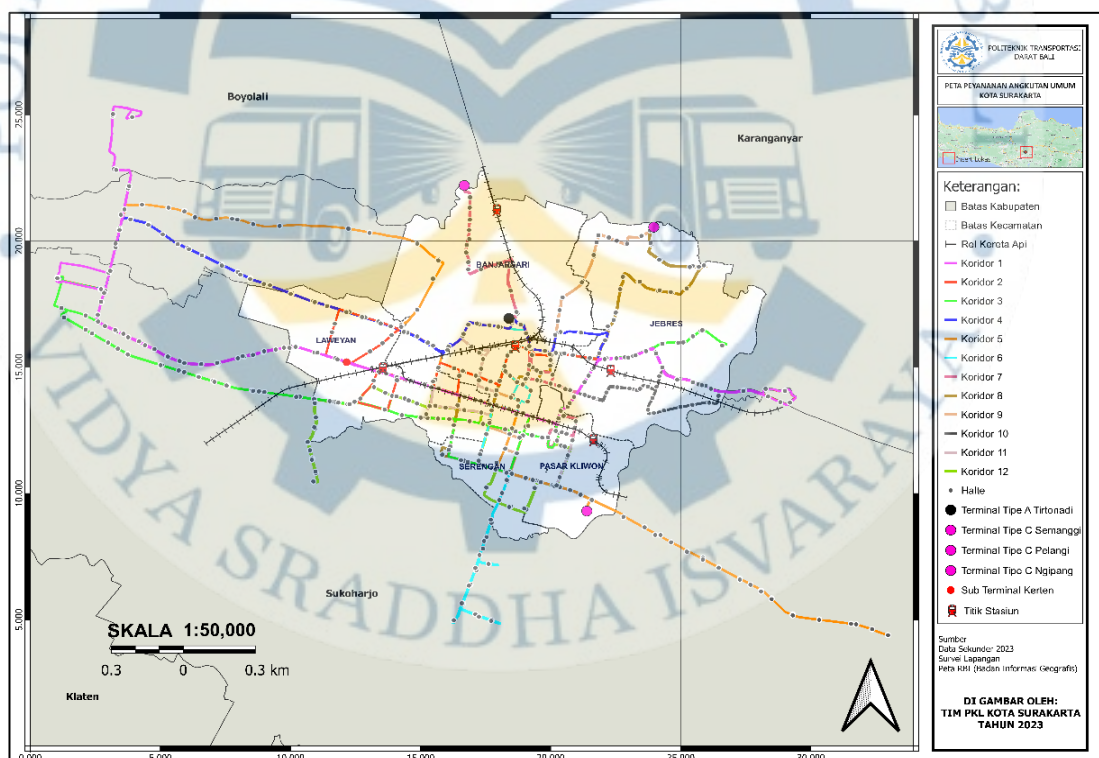
Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Surakarta 2023

Gambar 1 Jaringan Jalan Kota Surakarta

Berdasarkan data yang di dapat dari Dinas PUPR, panjang ruas jalan Kota Surakarta sepanjang 128.807 Km dengan 12 ruas jalan arteri, 36 ruas jalan kolektor dan 203 ruas jalan lokal. Jaringan jalan di Kota Surakarta mempunyai pola jaringan jalan grid. Jaringan angkutan kota yang berpola grid bercirikan jalur utama yang relatif lurus, rute-rute paralel bertemu dengan interval yang teratur dan bersilangan dengan kelompok rute-rute lainnya yang mempunyai karakteristik serupa. Pola demikian pada umumnya hanya dapat terjadi pada wilayah dengan geografi yang datar atau topografi yang rintangannya sedikit. Keuntungan dari pola dengan sistem

ini ialah untuk wilayah dengan aktifitas kegiatan yang tersebar di berbagai tempat. Akan tetapi kerugian dari pola jaringan jalan grid adalah terdapat banyak perpotongan jalan yang menyebabkan banyak terdapat simpang. Jumlah simpang bersinyal yang terdapat di Kota Surakarta adalah 67 simpang. Kota Surakarta juga dilalui jaringan kereta api yang menjadi penghubung antar kota dan kabupaten sehingga terdapat 6 perlintasan sebidang. Terdapat 4 stasiun di Kota Surakarta yaitu Stasiun Purwosari, Stasiun Solo Balapan, Stasiun Solo Jebres.

Kota Surakarta dilalui oleh rute angkutan umum seperti bus AKAP, bus AKDP, Batik Solo Trans, Transjateng, dan feeder. Untuk angkutan umum dalam kota adalah Batik Solo Trans yang terdiri dari 6 koridor, serta feeder yang memiliki 6 koridor. Selain itu terdapat 1 terminal tipe A yaitu Terminal Tirtonadi, dan 3 terminal tipe C yaitu Terminal Semanggi, Terminal Pelangi, dan Terminal Ngipang.



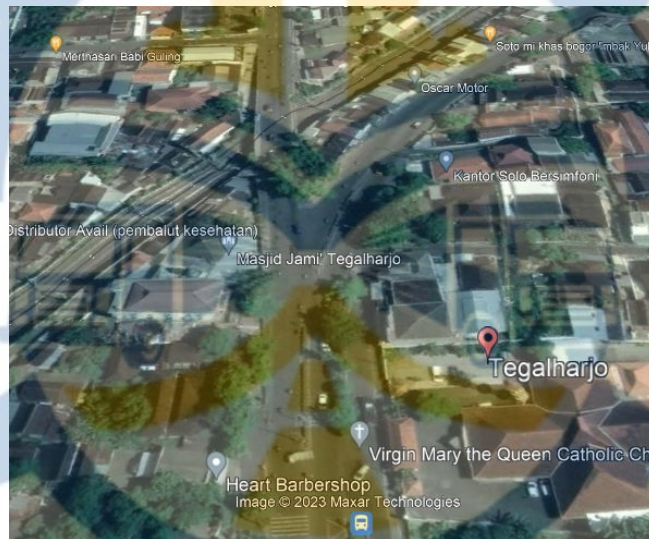
Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Surakarta 2023

Gambar 2 Rute Angkutan Umum Kota Surakarta

Kondisi lalu lintas setelah dilakukan analisis oleh Tim PKL Kota Surakarta terhadap kinerja ruas jalan adalah didapatkan hasil rata-rata V/C ratio jalan arteri adalah 0,7, rata-rata V/C ratio jalan kolektor adalah 0,72, dan rata-rata V/C ratio jalan lokal adalah 0,53. Sehingga rata-rata V/C ratio ruas jalan di kota Surakarta adalah 0,64. Dengan nilai tersebut, rata ruas jalan di Kota Surakarta memiliki tingkat pelayanan C, yaitu perlu dilakukan pengawasan.

2.6 Kondisi Objek

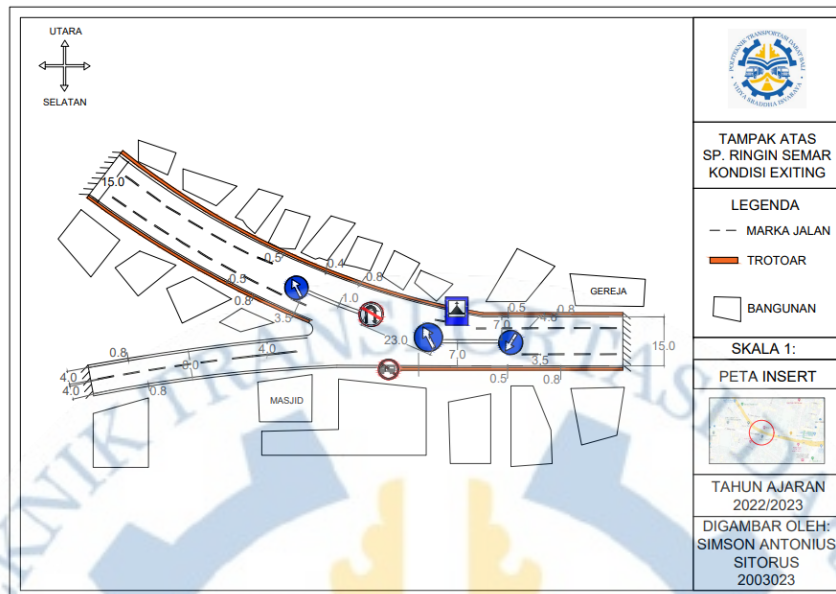
Simpang yang akan dijadikan wilayah studi adalah Simpang Tiga Ringin Semarang yang merupakan Simpang Tiga Tidak Bersinyal yang memiliki tata guna lahan komersial.



Sumber: Google Earth

Gambar 3. Tampak Atas Existing Simpang Ringin Semarang

Simpang Ringin Semarang yang terdiri dari 2 jalan yaitu di sebelah barat dan Timur merupakan Jl Ahmad Yani dengan Tipe 4/2 D dan diselatan dengan Jl Monginsidi dengan Tipe 2/2UD yang menjadikan Simpang Ringin Semarang memiliki Tipe 324M.



Sumber: Hasil Inventarisasi

Gambar 4. Tampak Atas Dengan Autocad

Berdasarkan gambar kondisi existing dengan menggunakan autocad diatas dapat dilihat mengenai bentuk geometrik simpang ringin semar, ukuran lebar pendekat, lebar ruas jalan, median, trotoar serta beberapa rambu yang ada pada kondisi existing.

Simpang Ringin Semar merupakan salah satu titik rawan kecelakaan yang ada di kota Surakarta, hal itu dapat dilihat dari data kecelakaan yang didapat melalui pihak Kepolisian Resort Kota Surakarta, berikut merupakan jumlah kecelakaan pada tahun 2019-2023 di Simpang Ringin Semar.

Tabel V. 1 Data Jumlah Kecelakaan

No	Tahun	Jumlah Kecelakaan
1	2019	5
2	2020	13
3	2021	10
4	2022	7

Sumber: Polresta Surakarta

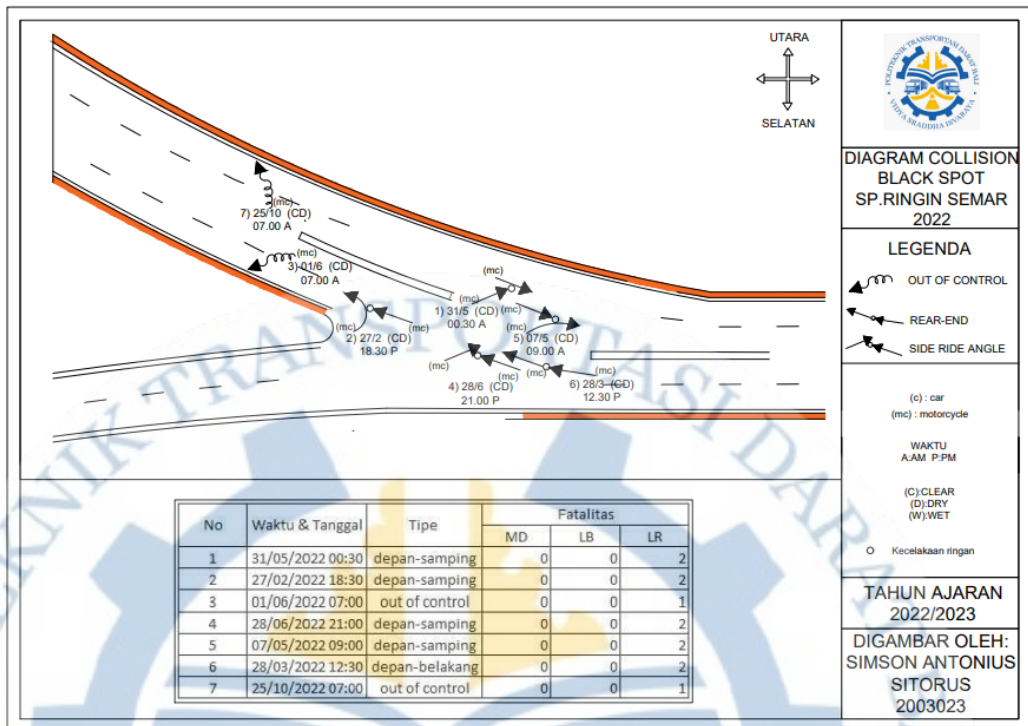
Untuk lebih lengkapnya lagi mengenai Data Kecelakaan diatas mengenai Kronologi, waktu kejadian dll dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel II. 5 Data Kecelakaan Pada Simpang Ringin Semarang

NO	Tanggal	Kronologi Singkat	Fatalitas		
			MD	LB	LR
1	20/03/2019 11:30	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kanan	0	0	2
2	11/08/2019 08:00	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	2
3	09/09/2019 12:30	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	1
4	18/10/2019 10:00	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kanan	0	0	2
5	28/12/2019 09:00	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	1
6	24/03/2020 09:00	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	1
7	08/04/2020 06:45	Tabrak sesama kendaraan belok kanan	0	0	1
8	10/04/2020 22:30	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	1
9	27/05/2020 08:30	Tabrakan depan - belakang	0	0	1
10	26/06/2020 09:00	Tabrakan kendaraan belok kanan dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan	0	0	1
11	23/06/2020 11:30	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	1
12	30/07/2020 16:00	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	1
13	24/08/2020 00:00	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kanan	0	0	2
14	20/09/2020 08:00	Kendaraan Out of Control keluar ke kanan jalan	0	0	1
15	04/10/2020 17:00	Tabrakan kendaraan belok kiri dengan kendaraan yang datang dari arah yang berlawanan	0	0	1
16	13/12/2020 01:30	Tabrakan depan - belakang	0	0	1
17	16/12/2020 19:30	Tabrakan kendaraan belok kanan dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan	0	0	1
18	27/12/2020 03:30	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	1
19	06/01/2021 19:30	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kanan	0	0	1
20	01/03/2021 17:30	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	1
21	18/03/2021 18:30	Tabrakan dengan Kendaraan menyebrang dari sisi kiri jalan	0	0	1
22	29/03/2021 07:45	Tabrakan kendaraan belok kiri dengan kendaraan yang jalan lurus	1	0	1
23	12/04/2021 07:00	Kendaraan Out of Control keluar ke kiri jalan	0	0	1
24	14/04/2021 09:30	Tabrakan saat menyalipl dari kanan	0	0	1
25	17/04/2021 09:45	Tabrakan dengan kendaraan menyebrang dari sisi kanan jalan	0	0	1
26	10/06/2021 06:30	Kendaraan Out of Control keluar ke kiri jalan	0	0	1
27	21/06/2021 07:10	Tabrakan kendaraan belok kiri dengan kendaraan dari arah kanan	0	0	1
28	12/12/2021 06:00	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	1
29	31/05/2022 00:30	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kanan	0	0	2
30	27/02/2022 18:30	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kanan	0	0	2
31	01/06/2022 07:00	Kendaraan Out of Control keluar ke kiri jalan	0	0	1
32	28/06/2022 21:00	Tabrakan saat menyalipl dari kanan	0	0	2
33	07/05/2022 09:00	Di simpang, tabrakan dengan Kendaraan B yang datang dari arah kiri	0	0	2
34	28/03/2022 12:30	Tabrakan depan - belakang	0	0	2
35	25/10/2022 07:00	Kendaraan Out of Control keluar ke kanan jalan	0	0	1

Sumber: Polresta Surakarta

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui mengenai kronologi singkat pada tiap kecelakaan yang terjadi disertai dengan fatalitas korban kecelakaan dengan MD (Meninggal Dunia), LB (Luka Berat) dan LR (Luka Ringan), yang dimana dari kronologi singkat tersebut dapat diketahui mengenai tipe kecelakaan yang terjadi pada tiap kasus kecelakaan, pada data di atas juga dapat diketahui kapan kecelakaan tersebut terjadi disertai dengan waktu yang spesifik.



Sumber: Hasil Analisis

Gambar 6. Diagram Collision Sp. Ringin Semarang Tahun 2022

Berdasarkan diagram collision diatas yaitu merupakan diagram collision black spot pada Simpang Ringin Semarang pada Tahun 2022 yaitu terdapat 7 kecelakaan, dapat dilihat juga berdasakan diagram diatas bahwa tipe kecelakaan yang paling banyak terjadi adalah tipe kecelakaan depan-samping dengan fatalitas yang terjadi paling banyak adalah luka ringan, diagram tersebut menunjukkan bahwa Simpang Ringin Semarang merupakan titik rawan kecelakaan. Oleh sebab itu perlu dilakukannya penanganan untuk meningkatkan keselamatan pada simpang Ringin Semarang.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 Persimpangan

Berdasarkan tujuan dari diselenggarakannya Lalu Lintas dan Angkutan Jalan guna mewujudkan pelayanan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang aman, selamat, tertib, lancar, dan terpadu dengan moda angkutan lain untuk mendorong perekonomian nasional, memajukan kesejahteraan umum, memperkuat persatuan dan kesatuan bangsa, serta mampu menjunjung tinggi martabat bangsa dan mampu mewujudkan etika berlalu lintas dan budaya bangsa juga penegakan hukum dan kepastian hukum bagi masyarakat yang berdasarkan Undang-Undang No 22 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan, 2009.

Persimpangan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari semua system jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya

Simpang merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang. Persimpangan juga dapat disebut sebagai pertemuan antara dua jalan atau lebih, baik sebidang maupun tidak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan jalan saling berpotongan (Santosa, 2011).

3.2 Jenis Simpang

Jenis persimpangan menurut (Direktorat Jalan Bina Marga, 2023) Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalu lintas, dan pertimbangan lingkungan. Berdasarkan cara pengaturannya jenis persimpangan dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis (Morlok, 1991) yaitu:

- a. Simpang bersinyal, dimana persimpangan itu diatur sesuai sistem dengan tiga aspek lampu yaitu merah, kuning, dan hijau .yang dijadikan kriteria bahwa

suatu persimpangan sudah harus dipasang alat pemberi isyarat lalu lintas. Menurut (Ditjen Perhubungan Darat, 1998) adalah:

- 1) Arus minimal lalu lintas yang menggunakan persimpangan rata-rata diatas 750 kendaraan/jam, secara kontinu 8 jam sehari
 - 2) Waktu tunggu atau hambatan rata-rata kendaraan di persimpangan melampaui 30 detik
 - 3) Persimpangan digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki/jam terjadi secara kontinu 8 jam sehari
 - 4) Sering terjadi kecelakaan pada persimpangan yang bersangkutan
 - 5) Pada daerah yang bersangkutan dipasang suatu system pengendalian lalu lintas terpadu (Area traffic Control/ ATC), sehingga setiap persimpangan yang termasuk di dalam daerah yang bersangkutan harus dikendalikan dengan alat pemberi isyarat lalu lintas.
- b. Simpang tanpa sinyal, dimana pengemudi kendaraan sendiri yang harus memutuskan apakah aman untuk memasuki persimpangan itu.

Syarat-syarat dapat disesuaikan dengan situasi dan kondisi setempat. Persimpangan bersinyal pada umumnya digunakan dengan beberapa alasan antara lain:

- 1) Menghindari kemacetan simpang, mengurangi jumlah kecelakaan akibat adanya konflik arus lalu lintas yang saling berlawanan, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak
- 2) Untuk memberi kesempatan kepada para pejalan kaki untuk dapat menyeberang dengan aman.

3.3 Perhitungan Analisis Simpang Tidak Bersinyal

Adapun Rumus-rumus yang digunakan dalam menganalisis kinerja existing Simpang Ringin Semar yang merupakan Simpang Tiga Tidak Bersinyal menggunakan Panduan Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)(Direktorat Jalan Bina Marga, 2023) adalah sebagai Berikut:

1. Kapasitas simpang

Kapasitas Simpang (C) dihitung untuk total arus yang masuk dari seluruh lengan simpang dan didefinisikan sebagai perkalian antara Kapasitas dasar dengan faktor-faktor koreksi yang memperhitungkan perbedaan kondisi lingkungan terhadap kondisi idealnya. Adapaun persamaan untuk menghitung kapasitas simpang yaitu:

$$C = C_o \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKI} \times F_{BKA} \times F_{Rmi}$$

Keterangan:

- C adalah kapasitas simpang, dalam SMP/jam
- C_o adalah kapasitas dasar simpang, dalam SMP/jam
- F_{LP} adalah faktor koreksi lebar rata-rata pendekat
- F_M adalah faktor koreksi tipe median
- F_{UK} adalah faktor koreksi ukuran kota
- F_{HS} adalah faktor koreksi hambatan samping
- F_{BKI} adalah faktor koreksi rasio arus belok kiri
- F_{BKA} adalah faktor koreksi rasio arus belok kanan
- F_{Rmi} adalah faktor koreksi rasio arus dari jalan minor

a. Kapasitas Dasar

Kapasitas Dasar (C_o) adalah arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan, ditentukan berdasarkan Tipe Simpang yang terdiri dari jumlah lengan simpang, jumlah lajur pada jalan minor dan jumlah lajur pada jalan Mayor.

Tabel III. 1 Tipe Persimpangan

Tipe Persimpangan	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
324	3200
344	3200
422	2900
424	3400

b. Faktor Koreksi Pendekat Rata-Rata

Faktor koreksi pendekat rata-rata yang diperlukan untuk perhitungan didapat dari lebar rata-rata semua pendekat dan tipe simpang. Karena Simpang Ringin Semar merupakan Simpang dengan tipe 324M yaitu 3 kaki, 2 lajur minor dan 4 lajur mayor dan memiliki median maka menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$FLP = 0.62 + 0.0646 LRP$$

c. Faktor Koreksi Median Pada Jalan Mayor

Median disebut lebar jika mobil penumpang dapat berlindung dalam daerah median tanpa mengganggu arus lalu lintas, sehingga lebar median lebih besar atau sama dengan 3,0 m Berikut faktor koreksi median pada jalan mayor diperoleh pada tabel dibawah, koreksi median hanya digunakan untuk jalan mayor dengan empat lajur

Tabel III. 2 Faktor Koreksi Median

Kondisi Simpang	Tipe Median	Faktor Koreksi Median
Tidak ada median	Tidak ada	1.00
Ada Median di jalan mayor dengan lebar <3 m	Median sempit	1.05
Ada median di jalan mayor dengan Lebar $\geq 3m$	Median Lebar	1.20

d. Faktor Koreksi Ukuran Kota

Semakin besar kota semakin agresif pengemudi menjalankan mobilnya sehingga dianggap menaikkan kapasitas.

F_{UK} dibedakan berdasarkan besarnya populasi penduduk, yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel III. 3 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

Ukuran Kota	Penduduk (Juta)	Faktor Koreksi Ukuran Kota
Sangat Besar	>3.0	1.05

e. Faktor Koreksi Hambatan Samping

Nilai koreksi hambatan samping dapat diperoleh melalui tabel dibawah

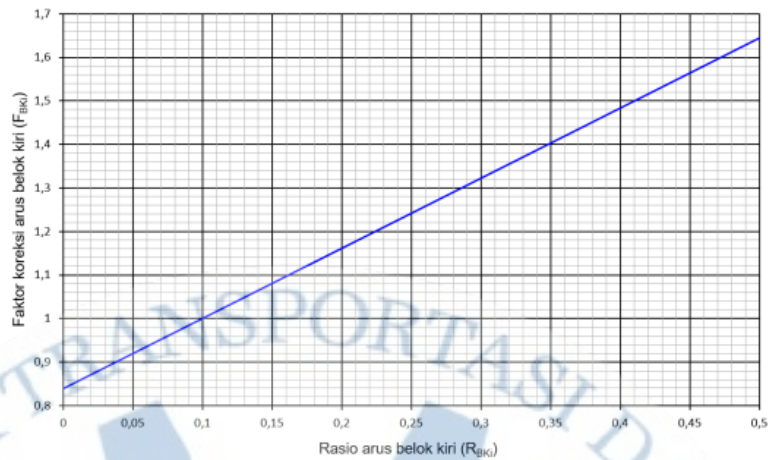
Tabel III. 4 Faktor Koreksi Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	FHS untuk nilai RKTB					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/ Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

f. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri

Faktor rasio arus belok kiri (F_{BKI}) adalah faktor koreksi yang mempengaruhi kapasitas simpang pada suatu kondisi dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah atau menggunakan grafik. R_{bki} adalah rasio arus belok kiri atau perbandingan arus kendaraan yang berbelok ke kiri dengan arus total pada simpang.

$$F_{bki} = 0.84 + 1.61 R_{bki}$$

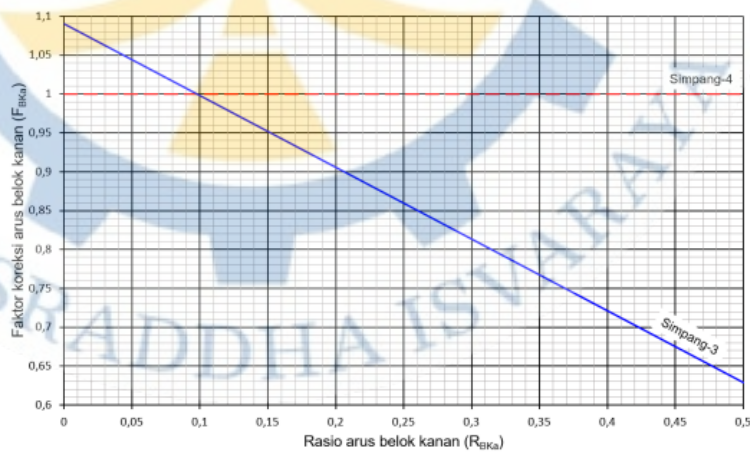


Gambar 5. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri

g. Faktor Koreksi Rasio Belok Kanan

Faktor rasio arus belok kanan (F_{BKk}) adalah faktor koreksi yang mempengaruhi kapasitas simpang pada suatu kondisi dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah atau menggunakan grafik. R_{Bka} adalah rasio arus belok kanan atau perbandingan arus kendaraan yang berbelok ke kanan dengan arus total pada simpang.

$$F_{bka} = 1.09 - 0.922 R_{bka}$$



Gambar 6. Faktor Koreksi Rasio Belok Kanan

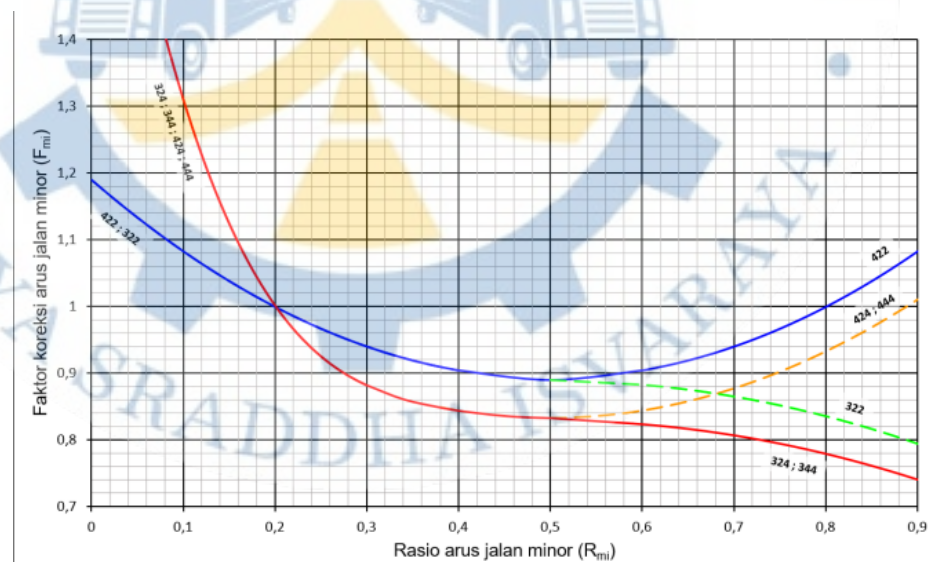
h. Faktor Koreksi Rasio Arus dari Jalan Minor

Faktor koreksi rasio arus pada jalan minor adalah faktor yang mempengaruhi kapasitas simpang pada suatu kondisi, dimana

semakin besar atau semakin kecil arus yang ada pada jalan minor maka mempengaruhi kapasitas pada suatu simpang. Dapat ditentukan menggunakan persamaan-persamaan yang ditabekan atau diperoleh secara grafis menggunakan grafik dalam gambar tergantung dari Rmi dan Tipe Simpang, Rmi adalah perbandingan arus pada jalan minor dengan arus total pada suatu simpang.

Tabel III. 5 Faktor Koreksi Arus Dari Jalan Minor

Tipe Simpang	Fmi	Rmi
422	$1,19 \times Rmi^2 - 1,19 \times Pmi + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,6 \times Pmi^4 - 33,3 \times Rmi^3 + 25,3 \times Rmi^2 - 8,6 \times Rmi + 1,95$	0,1-0,3
444	$1,11 \times Rmi^2 - 1,11 \times Rmi + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times Rmi^2 - 1,19 \times Rmi + 1,19$	0,1-0,5
	$(-0,595) \times Rmi^2 + 0,595 \times Rmi^3 + 0,74$	0,5-0,9
324 344	$16,6 \times Rmi^2 - 33,3 \times Rmi^3 + 25,3 \times Rmi^2 - 8,6 \times Rmi + 1,95$	0,1-0,3
	$1,11 \times Rmi^2 - 1,11 \times Rmi + 1,11$	0,3-0,5
	$(-0,555) \times Rmi^2 + 0,555 \times Rmi + 0,69$	0,5-0,9



Gambar 7. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor

2. Kinerja Simpang
 - a. Ekuivalensi Mobil Penumpang

Ekuivalensi mobil penumpang adalah nilai yang berfungsi menyamakan semua jenis kendaraan menjadi satuan mobil penumpang. Semua nilai arus lalu lintas yang masuk ke simpang dan masih dinyatakan dalam satuan kend/jam perlu dikonversikan menjadi SMP/jam menggunakan EMP pada tabel dibawah ini

Tabel III. 6 Nilai EMP

Jenis	EMP	
	qTOTAL > 1000	qTOT < 1000
Kendaraan	kend/jam	kend/jam
MP	1,0	1,0
KS	1,8	1,3
SM	0,2	0,5

b. Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan (D_j) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas. D_j merupakan suatu indikator yang menentukan tingkat kinerja suatu simpang. D_j yang dianjurkan yaitu harus dibawah batas 0,8-0,9. Derajat Kejenuhan dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini

$$D_j = \frac{q}{C}$$

Keterangan:

D_j adalah derajat kejenuhan

C adalah kapasitas simpang, dalam SMP/jam

q adalah semua arus lalu lintas kendaraan bermotor dari semua lengan simpang yang masuk ke dalam simpang dengan satuan SMP/jam

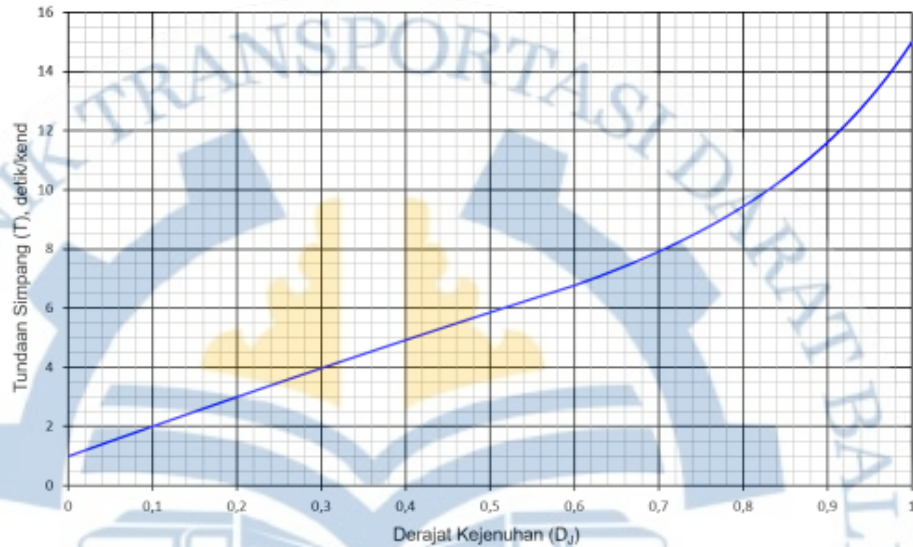
c. Tundaan

Tundaan (T) terjadi karena 2 (dua) hal, yaitu tundaan lalu lintas (TLL) dan tundaan geometri (TG). TLL adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari

semua arah, dapat dihitung menggunakan dibawah ini atau diperoleh menggunakan gambar x berdasarkan nilai Derajat Kejenuhan

$$\text{Untuk } D_j \leq 0.60 : T_{LL} = 2 + 8.2078D_j - (1 - D_j)^2$$

$$\text{Untuk } D_j \geq 0.60 : T_{LL} = \frac{1.0504}{(0.2742 - 0.2042D_j)} - (1 - D_j)^2$$



Gambar 8. Nilai Tundaan

- 1) Tundaan lalu lintas jalan mayor (T_{LLma}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor, dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini atau diperoleh emnggunakan gambar berdasarkan nilai Derajat Kejenuhan

$$\text{Untuk } D_j \leq 0.60 : T_{LLma} = 1.800 + 5.8243D_j - (1 - D_j)^{1.8}$$

$$\text{Untuk } D_j \geq 0.60 : T_{LLma} = \frac{1.0503}{(0.3460 - 0.2460D_j)} - (1 - D_j)^{1.8}$$

- 2) Tundaan lalu lintas untuk jalan minor (T_{LLmi}) adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan minor, dihitung menggunakan persamaan dibawah ini

$$T_{LLmi} = \frac{q_{KB} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}}$$

Keterangan:

q_{KB} adalah arus total kendaraan bermotor yang masuk simpang, dalam SMP/jam

q_{ma} adalah arus kendaraan bermotor yang masuk simpang dari jalan mayor, dalam SMP/jam

T_G adalah tundaan geometri rata-rata seluruh simpang, dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini

Untuk $D_J < 1$: $T_G = (1 - D_J) \times (6R_B + 3(1 - R_B) + 4D_J)$ (detik/SMP)

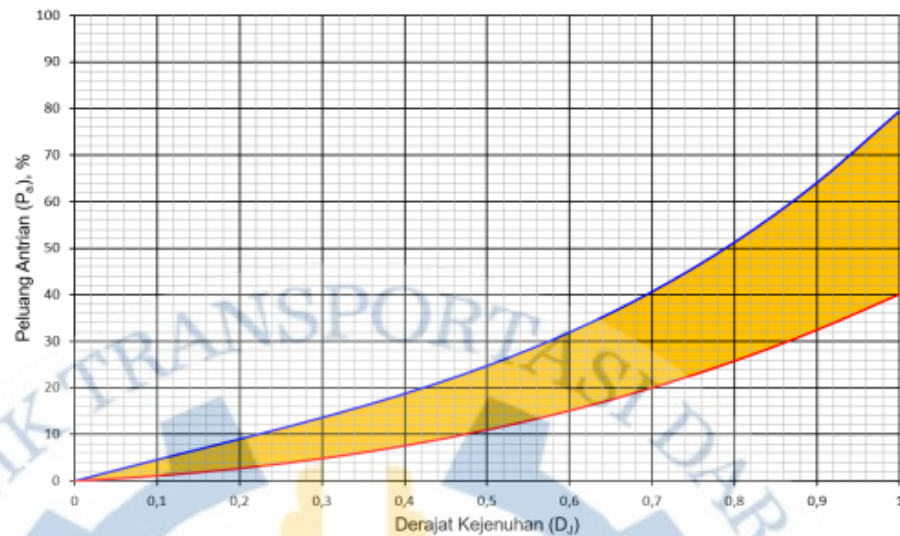
Untuk $D_J \geq 1$: $T_G = 4 \text{ detik/SMP}$

Keterangan: R_B adalah rasio arus belok terhadap arus kendaraan bermotor total simpang

- 3) Peluang antrian (P_a) dinyatakan dalam rentang kemungkinan (%) dan dapat dapat ditentukan menggunakan persamaan x dan y atau ditentukan menggunakan gambar x. P_a tergantung dari derajat kejenuhan dan digunakan sebagai salah satu dasar penilaian kinerja lalu lintas simpang.

Batas atas peluang : $P_a = 47.71D_J - 24,68D_J^2 + 56.47D_J^3$

Batas bawah peluang : $P_a = 9.02D_J - 20,66D_J^2 + 10.49D_J^3$



Gambar 9. Peluang Antrian

3.4 Perhitungan Analisis Simpang Bersinyal

Adapun rumus-rumus dasar yang digunakan dalam penelitian serta analisis data pada Kertas Kerja Wajib (KKW) ini menggunakan Panduan Kapasitas Jalan Indoensia (PKJI) 2023 adalah sebagai berikut:

1. Simpang Bersinyal

a. Arus jenuh

Perhitungan arus jenuh disimpang bersinyal menggunakan rumus:

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

Keterangan :

J = arus jenuh

J_0 = arus jenuh dasar

F_{UK} = faktor koreksi ukuran kota

F_{HS} = faktor koreksi hambatan samping

F_G = faktor koreksi geometri

F_P = faktor koreksi parkir

F_{BK_a} = faktor koreksi kendaraan belok kanan

F_{BK_i} = faktor koreksi kendaraan belok kiri

1) Arus jenuh dasar

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

$$J_0 = 600 \times L_E$$

Keterangan:

L_E = lebar masuk suatu pendekat (m)

2) Faktor penyesuaian ukuran kota

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

Tabel III. 7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

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

3) Faktor penyesuaian hambatan samping

Faktor penyesuaian hambatan samping dapat diperoleh dari table berikut :

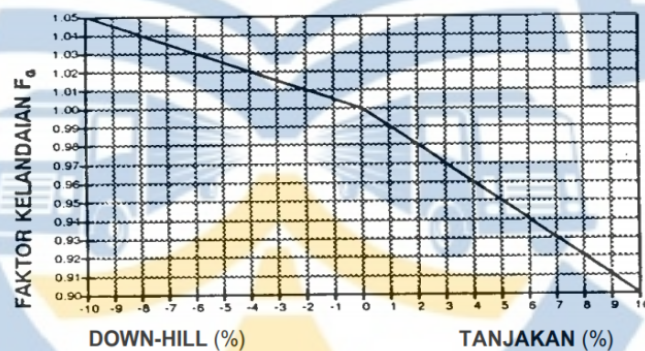
Tabel III. 8 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,85	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,75	0,75	0,71
		Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,76	0,76
	Terlindung		0,95	0,93	0,90	0,87	0,87	0,83

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,78	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,86	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,79	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,87	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,80	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,88	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/ Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,80	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,90	0,90	0,88

4) Faktor Penyesuaian Kelandaian

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



Gambar 10. Faktor Penyesuaian Kelandaian

5) Faktor Penyesuaian Parkir

Faktor penyesuaian parkir (F_p) adalah sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai ke kendaraan yang diparkir pertama pada laju rpendekat. Faktor penyesuaian parkir dihitung dengan perhitungan menggunakan rumus:

$$F_p = \frac{\left[\frac{L_p}{3} - (W_A - 2) \times \left(\frac{L_p}{3 - g} \right) \right] / W_A}{g}$$

Keterangan :

L_p = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) atau Panjang dari lajur pendek.

W_A = Lebar pendekat (m)

g = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det)

6) Faktor penyesuaian belok kanan

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

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

Keterangan :

F_{BKA} = Rasio kendaraan berbelok kanan pada pendekat yang ditinjau

7) Faktor penyesuaian belok kiri

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

$$F_{BKI} = 1 - (R_{BKI} \times 0.16)$$

Keterangan :

F_{BKI} = Rasio kendaraan berbelok kiri pada pendekat yang ditinjau

8) Rasio arus

Rasio arus (FR) adalah perbandingan total arus lalu lintas dengan total waktu siklus Untuk menghitung rasio arus (FR) sebagai berikut :

$$FR = \frac{Q}{S}$$

9) Rasio arus simpang

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

$$IFR = \Sigma(FR_{crit})$$

10) Rasio fase

Rasio Fase adalah perbandingan rasio arus simpang pada tiap fase dengan total rasio arus simpang. Untuk menghitung rasio fase (PR) masing-masing fase sebagai rasio antara FR_{crit} dan IFR dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$PR = FR_{crit}/IFR$$

11) Waktu siklus

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

$$S = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR)$$

Keterangan :

- S = waktu siklus (detik)
 - IFR = Rasio arus simpang (ΣFR_{crit} terbesar)
 - LTI = waktu hilang total per siklus (detik)
 - PR = Rasio Fase
 - FR = Rasio Arus
 - Q = Arus lalu lintas
- Atau dengan

Tabel III. 9 Penentuan Waktu Siklus

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

12) Waktu hijau

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

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i$$

Keterangan :

g_i = waktu hijau efektif untuk fase i

PR = Rasio fase

L = Waktu hilang total per siklus (detik)

b. Kapasitas

Perhitungan kapasitas pada persimpangan bersinyal berlandaskan Manual Kapasitas Jalan Indonesia menggunakan rumus berikut :

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

Keterangan :

C = kapasitas (smp/jam)

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

g = waktu hijau (det)

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

c. Derajat kejenuhan

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

$$DS = \frac{Q_{total}}{C}$$

d. Jumlah antrian

Banyaknya Rata-rata antrian SMP (NQ) pada awal lampu hijau merupakan hasil dari jumlah siswa SMP dan SMA yang tersisa dari periode hijau sebelumnya (NQ1). Tiba saat fase merah (NQ2).

$$NQ_1 = 0,25 \times (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + 8 \times \frac{DS - 0,5}{C}}$$

Jika $DS > 0,5$; selain dari itu $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{(1 - GR) \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Sehingga jumlah antrian dapat dirumuskan :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggi dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam) = $S \times GR$

Q = arus lalu-lintas pada pendekatan tersebut (smp/det)

e. Panjang antrian

Panjang antrian merupakan Panjang antrian smp yang dirumuskan dengan :

$$QL = \frac{(NQ_{max} \times 20)}{W_{masuk}}$$

f. Angka henti

Angka henti merupakan jumlah henti rata-rata kendaraan sebelum melewati suatu simpang yang dihitung dengan:

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600$$

Setelah menghitung angka henti, maka perlu dilakukan perhitungan rasio kendaraan terhenti

$$Nsv = Q \times NS$$

g. Tundaan ialah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang yang terdiri dari tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DG). Tundaan rata-rata untuk suatu pendekatan dihitung dengan :

$$Dj = DTj + DGj$$

Dimana:

D_j = tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DT_j = tundaan lalu-lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DG_j = tundaan geometri rata-rata untuk pendekat (det/smp)

Untuk tundaan lalu lintas rata-rata diperoleh dengan perhitungan :

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

Dimana:

DT_j = tundaan lalu-lintas rata-rata pada pendekat j (det/smp)

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

$NQ1$ = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya untuk tundaan geometri rata-rata diperoleh dengan rumus berikut:

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times P_t \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

Dimana:

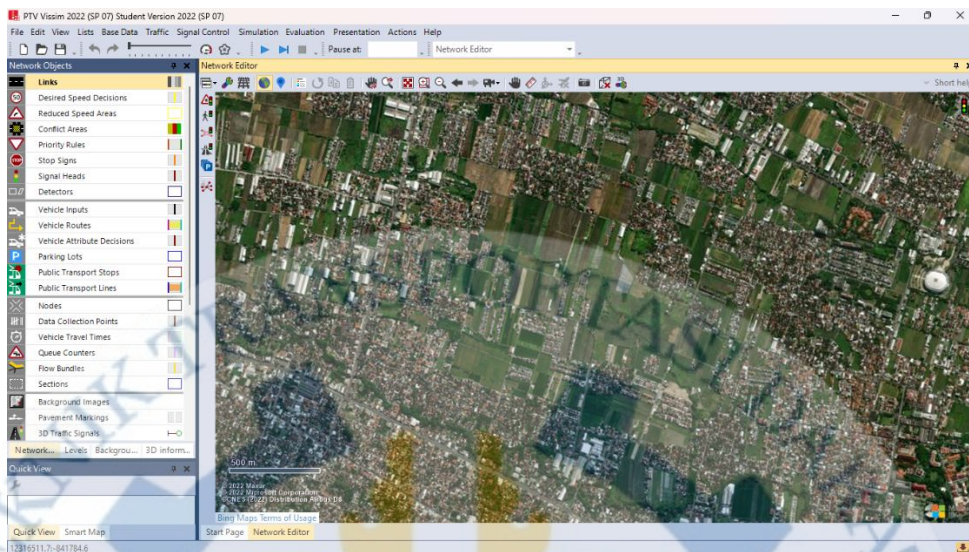
DG_j = tundaan geometri rata-rata pada pendekat j (det/smp)

P_{sv} = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

P_t = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

3.5 Perangkat Lunak Vissim

Vissim adalah perangkat lunak multi moda simulasi lalulintas aliran mikroskopis . Vissim dikembangkan oleh PTV (Planning Transportasi Verkehr AG) di Karlsruhe, Jerman. Vissim berasal dari Jerman yang mempunyai nama “Verkehr Stadten – SIMulations modell” yang ber artikan model simulasi lalu lintas perkotaan. Vissim diluncurkan pada tahun 1992 dan berkembang sangat baik hingga saat ini.



Sumber: PTV Vissim Student Version 2022

Gambar 2 Tampilan Lembar Kerja PTV Vissim Student Version 2022

1. Kemampuan Vissim

Vissim menyediakan kemampuan animasi dengan perangkat tambahan besar dalam 3-D. Simulasi jenis kendaraan, selain itu klip video dapat direkam dalam program dengan kemampuan untuk secara dinamis mengubah pandangan dan perspektif. Elemen visual lainnya. Seperti pohon, bangunan, fasilitas transit dan rambu lalu lintas dapat dimasukkan ke dalam animasi.

2. Kebutuhan Data

Dalam proses penggunaan Vissim untuk melakukan simulasi, lalu lintas, dibutuhkan beberapa data masukan (input) yang akan digunakan dan diolah menjadi suatu model simulasi dan akan dianalisis melalui program Vissim. Data-data yang dibutuhkan diantara lain: data geometrik, data lalu lintas dan data karakteristik kendaraan.

3.6 Keaslian Penelitian

Tabel III. 10 Rekapitulasi Dari Penelitian Sebelumnya

No	PENGARANG	LOKASI PENELITIAN	METODE PENELITIAN	PENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK
1	Prasetyo (2012)	Simpang Mojosongo dan Sipang Ring Road kota Surakarta	Metode yang digunakan MKJI 1997	Tidak menggunakan Perangkat Lunak
2	Saputri (2010)	Simpang bersinyal Jl. Pahlawan Seribu -Jl. Kapten Soebianti Djoyohadikusuma Serpong	Metode yang digunakan MKJI 1997	Tidak menggunakan Perangkat Lunak
3	Triniko Lutfi (2018)	Simpang Tiga Tidak Bersinyal Kariangau, Balikpapan	Metode yang digunakan MKJI 1997	Menggunakan Perangkat Lunak Vissim
4	Untoro (2020)	Simpang sompok, Semarang	Menggunakan Metode yang ada pada perangkat	Menggunakan Perangkat Lunak Vissim

Dari Tabel diatas dapat terlihat bahwa penelitian yang penulis lakukan berbeda dari penelitian sebelumnya dalam aspek lokasi dan metode penelitian yang digunakan, namun memiliki kesamaan pada aspek perangkat lunak yang digunakan. Metode yang digunakan penulis yaitu PKJI 2023 yang berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo (2012), Saputri (2010), Trimiko (2018). Sedangkan dalam penggunaan perangkat lunak Vissim yang sama digunakan oleh Trimiko (2018), Untoro (2020). Sehingga penelitian yang dilakukan penulis dapat dikatakan berbeda dari penelitian sebelumnya.