

**PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL
KETITANGLOR DI KABUPATEN PEKALONGAN**

KERTAS KERJA WAJIB



DIAJUKAN OLEH:

LUTHFI ALFARIZTSI

NOTAR: 19.02.196

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
BEKASI
2022**

KERTAS KERJA WAJIB
PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL
KETITANGLOR DI KABUPATEN PEKALONGAN

Yang Diajukan dan Disusun Oleh :

LUTHFI ALFARIZTSI

Nomor Taruna : 19.02.196

Telah disetujui oleh :

PEMBIMBING I

DITA RAMA INSIYANDA, M.Si

Tanggal :

PEMBIMBING II

YUDI KARYANTO, M.Sc

Tanggal :

KERTAS KERJA WAJIB
PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL
KETITANGLOR DI KABUPATEN PEKALONGAN

LUTHEI ALFARIZTSI

NOMOR TARUNA : 19.02.196

TELAH BERHASIL DIPERTAHANKAN DI HAPADAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 9 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN LULUS DAN MEMENUHI SYARAT.

DOSEN PEMBIMBING

DITA RAMA INSIYANDA, M.Si

NIP. 19880405 201502 2 002

Tanggal :

DOSEN PEMBIMBING

YUDI KARYANTO, M.Sc

NIP. 19650505 198803 1 004

Tanggal :

JURUSAN MANAJEMEN TRANSPORTASI
JALAN POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT
INDONESIA-STTD BEKASI

2022

HALAMAN PENGESAHAN
KERTAS KERJA WAJIB
PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL
KETITANGLOR DI KABUPATEN PEKALONGAN

LUTHEI ALFARIZTSI

NOMOR TARUNA : 19.02.196

TELAH BERHASIL DIPERTAHANKAN DI HAPADAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 9 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN LULUS DAN MEMENUHI SYARAT.

DEWAN PENGUJI

SABRINA HANDAYANI, MT

NIP.19870929 201012 2 001

YUANDA PATRIA TAMA, MT

NIP.19871103 201012 1 005

MENGETAHUI,
KETUA PROGRAM STUDI
D.III MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN

RACHMAT SADILI, MT.

NIP. 19840208 200604 1 00

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas nikmat, karunia, dan rahmat Allah Swt. yang telah memberikan limpahan anugerah-Nya sehingga sehingga Kertas Kerja Wajib yang berjudul "Peningkatan Kinerja Simping Tidak Bersinyal Ketitanglor Di Kabupaten Pekalongan" dapat terselesaikan. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ahmad Yani, A.T.D,M.T., selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD.
2. Bu Dita Rama Insiyanda, M.Si selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dalam penulisan kertas kerja wajib ini.
3. Bapak Yudi Karyanto, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penulisan kertas kerja wajib ini.
4. Dosen-dosen program Diploma III Manajemen Transportasi Jalan yang telah memberikan bimbingan selama Pendidikan.
5. Orangtua dan keluarga yang selalu ada untuk mendukung dan mendoakan saya.
6. Rekan Taruna/i Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD Angkatan XLI

Penulis menyadari Kertas Kerja Wajib ini masih memerlukan perbaikan. Kritik beserta saran sangat diharapkan penulis untuk kesempurnaan penulisan. Diharapkan dapat dimanfaatkan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang transportasi darat. Selain itu, diharapkan dapat memberikan bantuan terhadap program-program pembangunan transportasi di Indonesia, terkhusus bagi Kabupaten Pekalongan.

Bekasi, 8 Agustus 2021

Penulis,

Luthfi Alfariztsi

NOTAR 19.02.196

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR RUMUS	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Maksud dan Tujuan	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II GAMBARAN UMUM.....	4
2.1. Kondisi Geografis	4
2.1.1. Batas Administratif	4
2.1.2. Letak Geografis	5
2.1.3. Jumlah Kecamatan & Kelurahan	5
2.2. Kondisi Demografi	6
2.2.1. Jumlah Penduduk	6
2.2.2. Pertumbuhan Penduduk	7
2.2.3. Kepadatan Penduduk	7
2.3. Kondisi Perekonomian	8
2.4. Kondisi Transportasi	8
2.4.1. Kondisi Jaringan Jalan	8
2.4.2. Kondisi Arus Lalu Lintas	9
2.5. Wilayah Studi	9
2.5.1. Persimpangan Ketitanglor	9
BAB III KAJIAN PUSTAKA	13
3.1. Landasan Teori	13
3.2. Pengertian Persimpangan	13
3.3. Jenis Simpang	14

3.3.1. Persimpangan sebidang (At Grade Intersection)	14
3.3.2. Persimpangan tak sebidang (Grade Separated Intersection).....	14
3.4. Penentuan Pengendalian Simpang dan Jenis Konflik pada Simpang	16
3.4.1. Simpang Bersinyal	19
3.4.2. Persimpangan Proritas	23
3.4.3. Bundaran.....	24
3.5. Teori Perhitungan Kinerja Simpang	28
3.5.1. Simpang tidak bersinyal	28
3.5.2. Simpang bersinyal	36
3.6. Tingkat Pelayanan Persimpangan.....	44
3.7. Standarisasi	45
BAB IV METODE PENELITIAN.....	46
4.1. Alur Pikir.....	46
4.2 Bagan Alir Penelitian.....	47
4.3. Teknik Pengumpulan Data	48
4.3.1 Metode pengumpulan data primer	48
4.3.2. Metode pengumpulan data Sekunder	48
4.4. Metode Pengolahan Data	50
4.5. Metode Analisis	51
4.6. Analisis Keputusan.....	51
4.7. Lokasi Penelitian	51
BAB V ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH.....	53
5.1. Perhitungan Kondisi Saat Ini (Eksisting) Simpang Ketitanglor	53
5.1.1. Perhitungan Kapasitas Simpang Eksisting	53
5.1.2. Perhitungan Peluang Antrian	55
5.1.3. Perhitungan tundaan	56
5.1.4. Kesimpulan kinerja simpang eksisting simpang Ketitanglor	57
5.2. Analisis Kinerja Simpang Ketitanglor Usulan I.....	59
5.2.1. Perhitungan Kapasitas Simpang Usulan 1	59
5.2.2. Perhitungan Peluang Antrian	61
5.2.3. Perhitungan tundaan	62
5.2.4. Kesimpulan kinerja simpang usulan 1 simpang Ketitanglor	63
5.3. Penentuan Tipe Kendali Simpang	65

5.4. Analisis Kinerja Simpang Ketitanglor Kondisi Usulan II	66
5.4.1. Perhitungan Arus Jenuh	66
5.4.2. Perhitungan Siklus.....	70
5.4.3. Perhitungan Antrian dan Tundaan.....	72
5.4.4. Kinerja Simpang Ketitanglor kondisi usulan II	76
5.4.5 Grafik Tundaan Rata-Rata 2 Fase.....	77
5.5. Analisis Kinerja Simpang Ketitanglor Kondisi Usulan III.....	79
5.5.1 Perhitungan Arus Jenuh	79
5.5.2. Perhitungan siklus	83
5.5.3. Perhitungan Antrian dan Tundaan.....	85
5.5.4. Kinerja Simpang Ketitanglor kondisi usulan III	89
5.5.5 Grafik Tundaan Rata-Rata 3 Fase	90
5.6. Perbandingan Kinerja Simpang Ketitanglor	92
5.6.1 Derajat kejenuhan.....	92
5.6.2. Perbandingan antrian simpang	93
5.6.3. Perbandingan Tundaan Simpang	93
BAB VI PENUTUP.....	95
6.1. Kesimpulan	95
6.2. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Administrasi Kabupaten Pekalongan	5
Tabel II. 2 Jumlah Penduduk dan Kepadatan Akhir Tahun 2020.....	7
Tabel III. 1 Hubungan LHR Dan Volume Jam Tersibuk.....	18
Tabel III. 2 Variasi Kecepatan Rencana Dan Radius Minimum Masuk Serta Keluar	25
Tabel III. 3 Jarak Pandang Henti Minimum	27
Tabel III. 4 Kode Simpang Berdasarkan Jumlah Kaki Simpang	29
Tabel III. 5 Faktor Penyesuaian Lebar Masuk Berdasarkan Tipe.....	30
Tabel III. 6 Faktor Penyesuaian Median.....	31
Tabel III. 7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk....	31
Tabel III. 8 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan Hambatan Sampung Dan Kendaraan Tidak Bermotor	32
Tabel III. 9 Rumus Penyesuaian Arus Minor	34
Tabel III. 10 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota	37
Tabel III. 11 Faktor Penyesuaian Hambatan Sampung	38
Tabel III. 12 Tingkat Pelayanan Persimpangan.....	44
Tabel III. 13 Penyesuaian SMP Kendaraan Pada Persimpangan	45
Tabel V. 1 Lebar Pendekat Simpang Ketitanglor.....	53
Tabel V. 2 Tabel Perhitungan Tundaan	57
Tabel V. 3 Lebar pendekat Simpang Ketitanglor (Pelebaran).....	59
Tabel V. 4 Tabel Perhitungan Tundaan	63
Tabel V. 5 Arus jenuh Dasar Simpang Ketitanglor	67
Tabel V. 6 Faktor Penyesuaian Hambatan Sampung.....	67
Tabel V. 7 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian	69
Tabel V. 8 Perhitungan Rasio Arus	69
Tabel V. 9 Perhitungan rasio fase.....	70
Tabel V. 10 Waktu Siklus Dan Hijau Simpang Ketitanglor	71
Tabel V. 11 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat	72

Tabel V. 12 Perhitungan Derajat Kejenuhan	72
Tabel V. 13 Perhitungan Jumlah SMP Yang Tersisa Pada Fase Sebelumnya	73
Tabel V. 14 Perhitungan Jumlah SMP Yang Datang Selama Fase Merah	73
Tabel V. 15 Tabel Perhitungan Jumlah Rata – Rata Antrian Pada Awal Sinyal Hijau	73
Tabel V. 16 Perhitungan Panjang Antrian Kendaraan	74
Tabel V. 17 Perhitungan Angka Henti	74
Tabel V. 18 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti	75
Tabel V. 19 Perhitungan Tundaan Rata - Rata Lalu Lintas	75
Tabel V. 20 Perhitungan Tundaan Geometrik	76
Tabel V. 21 Perhitungan Tundaan Rata - Rata	76
Tabel V. 22 Tundaan Skenario 2 Simpang Ketitanglor	76
Tabel V. 23 Kinerja Simpang Ketitanglor Skenario II	77
Tabel V. 24 Arus jenuh dasar Simpang Ketitanglor	80
Tabel V. 25 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	80
Tabel V. 26 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian	81
Tabel V. 27 Perhitungan Rasio Arus	82
Tabel V. 28 Perhitungan Rasio Fase	83
Tabel V. 29 Waktu siklus dan hijau Simpang Ketitanglor	84
Tabel V. 30 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat	84
Tabel V. 31 Perhitungan Derajat Kejenuhan	85
Tabel V. 32 Perhitungan Jumlah Smp Yang Tersisa Pada Fase Sebelumnya	85
Tabel V. 33 Perhitungan Jumlah Smp Yang Datang Selama Fase Merah	86
Tabel V. 34 Tabel Perhitungan Jumlah Rata – Rata Antrian Pada Awal Sinyal Hijau	86
Tabel V. 35 Perhitungan Panjang Antrian Kendaraan	87
Tabel V. 36 Perhitungan Angka Henti	87
Tabel V. 37 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti	88
Tabel V. 38 Perhitungan Tundaan Rata - Rata Lalu Lintas	88
Tabel V. 39 Perhitungan Tundaan Geometrik	89
Tabel V. 40 Perhitungan tundaan rata - rata	89
Tabel V. 41 Tundaan skenario 3 Simpang Ketitanglor	89

Tabel V. 42 Kinerja Simpang Ketitanglor Usulan III.....	90
Tabel V. 43 Perbandingan Derajat Kejenuhan Simpang Ketitanglor	92
Tabel V. 44 Perbandingan Antrian Simpang Ketitanglor	93
Tabel V. 45 Perbandingan Tundaan Simpang Ketitanglor.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Peta Administrasi Kabupaten Pekalongan	4
Gambar II. 2 Visualisasi Simpang Ketitanglor	10
Gambar II. 3 Visualisasi Simpang Ketitanglor	10
Gambar II. 4 Peta Lokasi Wilayah Kajian Simpang Ketitanglor	11
Gambar II. 5 Gambar Penampang Simpang 3 Ketitanglor.....	12
Gambar III. 1 Grafik Penentuan Pengendalian Persimpangan.....	17
Gambar III. 2 Jenis Dasar Alih Gerak Kendaraan	19
Gambar III. 3 Grafik Penentuan So Pada Kaki Simpang Tipe O Tanpa Lajur Kanan Terpisah dengan $W_e = 4 \text{ m}$	30
Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian.....	47
Gambar IV. 2 Tampak atas lokasi Simpang Ketitanglor.....	52
Gambar V. 1 Kondisi pada tahun 2022 Simpang 3 Ketitanglor tidak memiliki marka jalan dan rambu.....	58
Gambar V. 2 Kondisi Usulan 1 (setelah pelebaran).....	64
Gambar V. 3 Diagram Tipe Pengendalian Simpang	66
Gambar V. 4 Grafik Tundaan Rata-rata 2 Fase Tahun 2022 - 2025.....	77
Gambar V. 5 Kondisi Simpang Bersinyal 2 Fase	78
Gambar V. 6 Sketsa APILL 2 Fase	79
Gambar V. 7 Diagram fase Simpang Ketitanglor usulan II	79
Gambar V. 8 Grafik Tundaan Rata-rata 3 Fase Tahun 2022 - 2025.....	90
Gambar V. 9 Kondisi Simpang Ketitanglor Bersinyal 3 Fase.....	91
Gambar V. 10 Sketsa APILL 3 Fase.....	92
Gambar V. 11 Diagram fase Simpang Ketitanglor Usulan III	92

DAFTAR RUMUS

Rumus III. 1 LHR	17
Rumus III. 2 Persamaan Volume Radius Masuk dan Radius Keluar	25
Rumus III. 3 Jarak Pandang Lengan Bundaran	26
Rumus III. 4 Jarak Pandang Berhenti	27
Rumus III. 5 Rasio Kendaraan Belok Kanan	32
Rumus III. 6 Faktor Penyesuaian Belok Kanan	33
Rumus III. 7 Rasio Kendaraan Belok Kiri	33
Rumus III. 8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri	33
Rumus III. 9 Prosentase Arus Minor	34
Rumus III. 10 Derajat Kejenuhan	34
Rumus III. 11 Tundaan Lalu Lintas Simpang	35
Rumus III. 12 Tundaan Lalu Lintas Simpang	35
Rumus III. 13 Tundaan Lalu Lintas Mayor	35
Rumus III. 14 Tundaan Lalu Lintas Mayor	35
Rumus III. 15 Tundaan Lalu Lintas Minor	35
Rumus III. 16 Tundaan Geometrik Simpang	36
Rumus III. 17 Tundaan Simpangan	36
Rumus III. 18 Persentase Peluang Antrian Maksimum	36
Rumus III. 19 Persentase peluang antrian maksimum	36
Rumus III. 20 Kapasitas Total/Arus Jenuh Simpang Bersinyal	37
Rumus III. 21 Arus Jenuh	37
Rumus III. 22 Rasio Kendaraan Tak Bermotor	38
Rumus III. 23 Prosentase Belok Kanan	39
Rumus III. 24 Faktor Penyesuaian Belok Kanan	39
Rumus III. 25 Prosentase Belok Kiri	39
Rumus III. 26 Faktor Penyesuaian Belok Kiri	40
Rumus III. 27 Rasio Arus Lalu Lintas	40
Rumus III. 28 Jumlah Nilai FR Maksimal Setiap Fase	40
Rumus III. 29 Perbandingan Nilai FR Maksimum dengan IFR Setiap Fase	41
Rumus III. 30 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian	41
Rumus III. 31 Waktu Hijau	41

Rumus III. 32 Waktu Siklus Setelah Penyesuaian	41
Rumus III. 33 Kapasitas Simpang	41
Rumus III. 34 Derajat Kejenuhan.....	42
Rumus III. 35 Jumlah Kendaraan Yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya.....	42
Rumus III. 36 Jumlah Kendaraan Yang Datang Pada Selama Fase Merah	42
Rumus III. 37 Panjang Antrian.....	42
Rumus III. 38 Tundaan Lalu Lintas.....	43
Rumus III. 39 Tundaan Rata-Rata Lalu Lintas	43
Rumus III. 40 Tundaan Geometri.....	43
Rumus III. 41 Angka Henti	43
Rumus III. 42 Jumlah Kendaraan Berhenti.....	44
Rumus III. 43 Laju Henti Rata-Rata	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1 Formulir USIG I Simpang Ketitanglor Tahun 2022.....	98
Lampiran. 2 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Tahun 2022	99
Lampiran. 3 Formulir USIG I Simpang Ketitanglor Tahun 2023.....	100
Lampiran. 4 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Tahun 2023	101
Lampiran. 5 Formulir USIG I Simpang Ketitanglor Tahun 2024.....	102
Lampiran. 6 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Tahun 2024	103
Lampiran. 7 Formulir USIG I Simpang Ketitanglor Tahun 2025.....	104
Lampiran. 8 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Tahun 2025	105
Lampiran. 9 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Usulan 1	106
Lampiran. 10 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 2 Fase 2022	107
Lampiran. 11 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 2 Fase 2022.....	108
Lampiran. 12 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 3 Fase 2022	109
Lampiran. 13 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 3 Fase 2022.....	110
Lampiran. 14 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 2 Fase 2023	111
Lampiran. 15 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 2 Fase 2023.....	112
Lampiran. 16 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 3 Fase 2023	113
Lampiran. 17 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 3 Fase 2023.....	114
Lampiran. 18 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 2 Fase 2024	115
Lampiran. 19 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 2 Fase 2024.....	116
Lampiran. 20 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 3 Fase 2024	117
Lampiran. 21 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 3 Fase 2024.....	118
Lampiran. 22 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 2 Fase 2025	119
Lampiran. 23 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 2 Fase 2025.....	120
Lampiran. 24 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 3 Fase 2025	121
Lampiran. 25 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 3 Fase 2025.....	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transportasi dengan sarana dan prasarana yang baik pastinya sangat dibutuhkan oleh masyarakat sebagai penunjang keberlangsungan suatu kota yang menjadi tempat manusia berkegiatan. Kehadiran sarana dan prasarana transportasi sangat dibutuhkan dalam melaksanakan rutinitas setiap harinya. Adapun Pelayanan jasa transportasi yang diharapkan adalah pelayanan dengan tertib, bersih, tepat waktu, nyaman, dan teratur—sebagaimana yang tertulis pada isi 5 citra manusia perhubungan.

Pengendalian persimpangan disesuaikan dengan karakteristik persimpangan yang meliputi volume lalu lintas. Oleh karena itu dapat dipilih apakah persimpangan prioritas, persimpangan dengan menggunakan APIIL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas), bundaraan atau persimpangan dengan kanalisasi (kurniati, 2016). Perencanaan, pengaturan, pengendalian dan pengawasan pada persimpangan yang ada di Kabupaten Pekalongan masih kurang, karena masih ditemukan beberapa persimpangan yang belum dilengkapi dengan APIIL, akan tetapi persimpangan tersebut sudah seharusnya ditinjau kembali untuk menentukan pengendalian yang sesuai pada simpang tersebut, seperti pada persimpangan tiga Ketitanglor di Kabupaten Pekalongan.

Berdasar pada data hasil penelitian Tim PKL Kabupaten Pekalongan tahun 2022, Simpang Ketitanglor merupakan simpang tidak bersinyal dengan tipe simpang 322, Simpang Ketitanglor merupakan persimpangan yang terletak pada lokasi yang strategis yaitu pada arah utara menuju ke pasar Bojong dan exit tol serta Jalan Pantura, arah timur merupakan salah satu akses menuju salah satu pusat keramaian di Kabupaten Pekalongan, dan pada arah selatan merupakan jalan menuju pusat pemerintahan Kabupaten Pekalongan dan juga adanya tempat pendidikan yaitu Institut Agama Islam Negeri Pekalongan. Pada mulut simpang kaki bagian utara juga ada SDN Ketitanglor dan pada bagian Barat persimpangan ada jalan kecil untuk menuju ke perumahan. Simpang Ketitanglor yang memiliki tiga kaki simpang yakni Jalan Raya Bojong 3 pada kaki simpang utara dan Jalan Raya Bojong 4 pada kaki simpang selatan yang menjadi jalur

mayor dan Jalan Ketitanglor - Sedayu pada kaki timur sebagai jalur minor dengan derajat kejenuhan 0,75, tundaan 15,26 detik/smp dan peluang antrian minimum 23,00% dan maksimum 46,00% yang disebabkan oleh konflik yang terjadi di simpang ini terutama ketika waktu-waktu sibuk pagi dan sore hari pada saat jam keberangkatan atau kepulangan kerja.

Usaha yang perlu dilakukan setelah melihat kondisi di atas yaitu penerapan teknik rekayasa dan manajemen lalu lintas. Usaha tersebut diupayakan sebagai bentuk penanganan masalah yang telah ada sehingga lalu lintas yang lancar pun dapat dihadirkan. Sehubungan dengan hal tersebut di atas maka dalam pengajuan penyusunan kertas kerja wajib diambil judul "PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL KETITANGLOR DI KABUPATEN PEKALONGAN "

1.2. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diidentifikasi berdasarkan latar belakang ialah sebagai berikut.

1. Derajat kejenuhan, antrian dan tundaan yang tinggi pada Sim pang Ketitanglor menyebabkan kemacetan di simpang.
2. Sering terjadi konflik lalu lintas di mulut simpang pada jam sibuk terutama pada jam berangkat dan pulang kerja.
3. Tidak sesuai tipe pengendali simpang pada simpang Ketitanglor menyebabkan kemacetan.

1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang telah ditetapkan berdasarkan latar belakang ialah sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja eksisting simpang Ketitanglor saat ini?
2. Bagaimana menentukan tipe pengendali pada Sim pang Ketitanglor agar meningkatkan kinerja simpang tersebut?
3. Bagaimana perbandingan kinerja Sim pang Ketitanglor sebelum dan sesudah dilakukan peningkatan?

1.4. Maksud dan Tujuan

1.4.1 Maksud

Maksud dari penulisan kertas kerja wajib ini adalah untuk mengetahui tingkat kinerja simpang dan merumuskan usulan jenis pengendalian simpang yang terbaik Ketitanglor di Kabupaten Pekalongan.

1.4.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan kertas kerja wajib ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan evaluasi kinerja persimpangan berdasarkan volume arus lalu lintas saat ini (eksisting)
2. Untuk memberikan usulan pemecahan permasalahan pada persimpangan Ketitanglor.

1.5. Batasan Masalah

Pembatasan masalah perlu ditetapkan supaya penelitian yang dilakukan dapat berjalan dengan efektif hingga tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai. Batasan masalahnya ialah sebagai berikut.

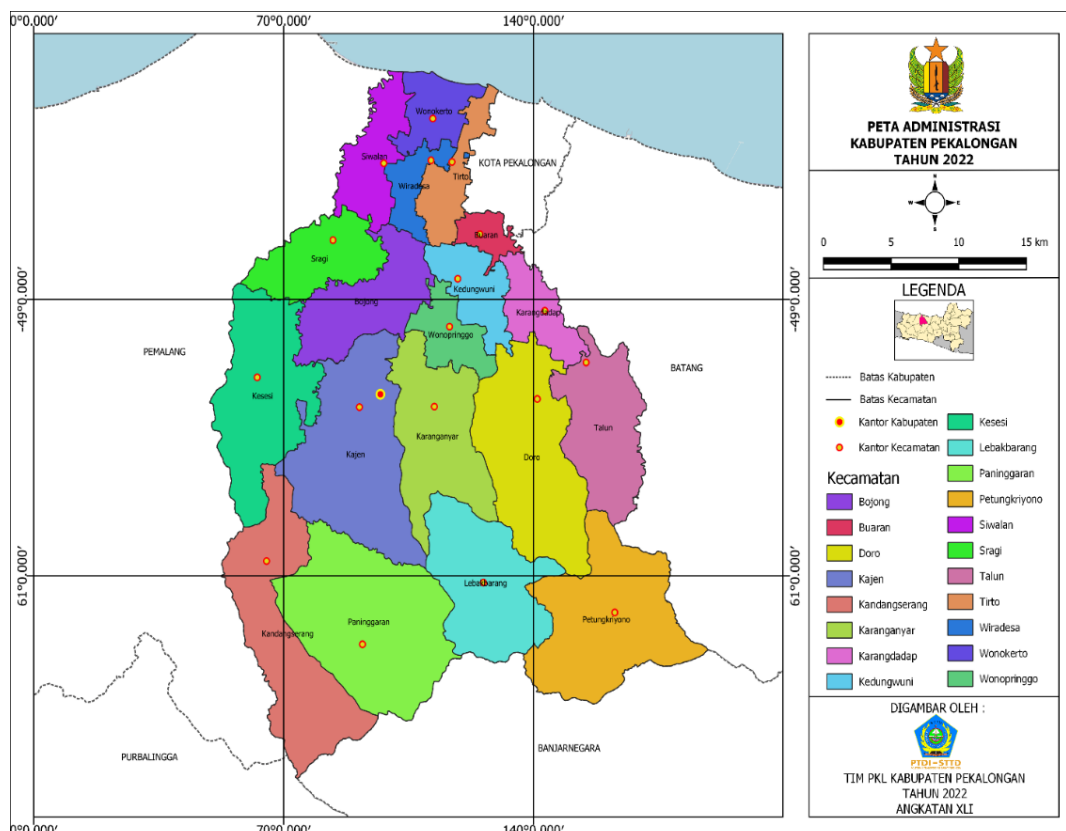
1. Lingkup pembahasan hanya difokuskan pada analisa kinerja di Simpang Ketitanglor.
2. Data didapatkan dari proses survei dengan terjun langsung di tempat penelitian. Dilakukan ketika hari kerja normal, yaitu hari senin sampai Kamis ketika lalu lintas dalam kondisi sibuk.
3. Pendekatan yang digunakan dalam menganalisis data untuk proses evaluasi kinerja simpang yaitu pendekatan MKJI.

BAB II GAMBARAN UMUM

2.1. Kondisi Geografis

2.1.1. Batas Administratif

Kabupaten Pekalongan berada di wilayah Utara Provinsi Jawa Tengah yang memiliki batasan secara langsung dengan Laut Utara Pulau Jawa. Batas Wilayah Kabupaten Pekalongan di sisi Utara ialah dengan Laut Jawa; di sisi timur berbatasan dengan Kabupaten Batang dan Kota Pekalongan; di sisi selatan dengan Kabupaten Banjarnegara; di sisi barat dengan Kabupaten Pemalang; serta di sisi tenggara dengan Kabupaten Purbalingga.



Sumber : Hasil Survei Inventarisasi Tim PKL Kabupaten Pekalongan 2022

Gambar II. 1 Peta Administrasi Kabupaten Pekalongan

2.1.2. Letak Geografis

Kabupaten Pekalongan terletak di Provinsi Jawa Tengah, tepatnya terletak di posisi 6° - 7° 23' Lintang Selatan dan 109° - 109° 78' Bujur Timur. Di sisi timur memiliki batasan geografis dengan Kota Pekalongan dan Kabupaten Batang. Adapun di sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Pemalang. Kabupaten Pekalongan menempati area seluas 836,13 km². Kecamatan Paninggaran sebagai kecamatan terluas (92,99 km²) sedangkan Kecamatan Buaran sebagai kecamatan terkecil (9,54 dari total).

2.1.3. Jumlah Kecamatan & Kelurahan

Kabupaten Pekalongan terdiri atas 19 Kecamatan yang memiliki luas total Kabupaten Pekalongan adalah 836,13 km². Kecamatan Paninggaran menjadi kecamatan terluas dengan luas total sejumlah 92,99 km². Adapun kecamatan terkecil ditempat oleh Kecamatan Buaran dengan luas 9,54 km². Di Kabupaten Pekalongan juga terdiri dari 285 desa/kelurahan. Jumlah desa yang terbanyak terdapat di Kecamatan Kajen yaitu 25 desa dengan luas wilayah keseluruhan 75,15 km². Untuk melihat lebih jelas luas masing-masing kecamatan serta penyebaran wilayah di Kabupaten Pekalongan, dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel II. 1 Administrasi Kabupaten Pekalongan

No	Kecamatan	Jumlah Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (Km²)
1	Kandangserang	14	60,55
2	Paninggaran	15	92,99
3	Lebakbarang	11	58,20
4	Petungkriyono	9	73,59
5	Talun	10	58,57

No	Kecamatan	Jumlah Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (Km²)
6	Doro	14	68,45
7	Karanganyar	15	63,48
8	Kajen	25	75,15
9	Kesesi	23	68,51
10	Sragi	17	32,40
11	Siwalan	13	25,91
12	Bojong	22	40,06
13	Wonopringgo	14	18,8
14	Kedungwuni	19	22,93
15	Karangdadap	11	21,00
16	Buaran	10	9,54
17	Tirto	16	17,39
18	Wiradesa	16	12,70
19	Wonokerto	11	15,91

Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan tahun 2022

2.2. Kondisi Demografi

2.2.1. Jumlah Penduduk

Proyeksi penduduk tahun 2020 menetapkan jumlah penduduk di Kabupaten Pekalongan yaitu sebanyak 968.821. Sejumlah 491.607 jiwa merupakan penduduk pria dan 477.214 jiwa penduduk wanita.

2.2.2. Pertumbuhan Penduduk

Proyeksi penduduk tahun 2018 menghasilkan data jumlah penduduk Kabupaten Pekalongan sejumlah 891,892 jiwa. Jika dikaitkan dengan jumlah penduduk tahun 2019 yang sejumlah 897,711 jiwa maka terdapat peningkatan sejumlah 5.819 jiwa. Dengan kata lain laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Pekalongan pada tahun 2018 adalah sebesar 0,64 %.

2.2.3. Kepadatan Penduduk

Pada tahun 2020, Kabupaten Pekalongan memiliki tingkat kepadatan penduduk hingga 1,159 jiwa/km². Adapun kepadatan penduduk dari 19 kecamatan yang ada memiliki keragaman. Kecamatan Buaran menempati posisi tertinggi kepadatan penduduknya, yaitu hingga 4.929 jiwa/km². Sementara itu, posisi paling rendah ditempati Kecamatan Petungkriyono dengan kepadatan 179 jiwa/km².

Tabel II. 2 Jumlah Penduduk dan Kepadatan Akhir Tahun 2020

No	Kecamatan	Luas (Km²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan per Km²
1	Kandangserang	60,55	35.745	590
2	Paninggaran	92,99	41.837	450
3	Lebakbarang	58,20	11.116	191
4	Petungkriono	73,59	13.179	179
5	Talun	58,57	30.667	524
6	Doro	68,45	45.207	660
7	Karanganyar	63,48	45.088	710
8	Kajen	75,15	73.067	972
9	Kesesi	68,51	71.708	1.047

No	Kecamatan	Luas (Km ²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan per Km ²
10	Sragi	32,40	65.451	2.020
11	Siwalan	25,91	41.447	1.600
12	Bojong	40,06	74.681	1.864
13	Wonopringgo	18,8	47.656	2.535
14	Kedungwuni	22,93	100.796	4.396
15	Karangdadap	21,00	41.255	1.965
16	Buaran	9,54	47.022	4.929
17	Tirto	17,39	74.687	4.295
18	Wiradesa	12,70	62.139	4.893
19	Wonokerto	15,91	46.073	2.896
	Jumlah	836,13	968.821	1.159

Sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan tahun 2021

2.3. Kondisi Perekonomian

Setiap kategori dalam struktur ekonomi yang didasarkan pada lapangan usaha telah berkontribusi dalam pembentukan PDRB. Sepertiga PDRB Kabupaten Pekalongan 2020 disumbang oleh sektor industri. Sektor industri mencatat hingga 30,75 % kontribusi pembentukan nilai tambah bruto Kabupaten Pekalongan. Tahun 2020 industri menjadi penyokong utama perekonomian Kabupaten Pekalongan.

2.4. Kondisi Transportasi

2.4.1. Kondisi Jaringan Jalan

Merupakan seperangkat jaringan jalan bersifat primer maupun sekunder yang secara hierarkis memiliki keterikatan. Jaringan jalan yang terdapat di

Kabupaten Pekalongan berupa Jalan Arteri yang terdapat di 3 kecamatan yaitu Kecamatan Tirto, Kecamatan Siwalan, dan Kecamatan Wiradesa, untuk jalan kolektor terdapat pada 11 kecamatan dan untuk jalan lokal yang terdapat di seluruh kecamatan di Kabupaten Pekalongan.

2.4.2. Kondisi Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas di Kabupaten Pekalongan dapat dikatakan sedang dengan jumlah per hari dengan rata-rata normal, sebagian besar diisi oleh kendaraan roda dua. Tetapi di beberapa jalan yang menuju Kota Pekalongan pada saat jam peak terdapat peningkatan volume kendaraan, hal ini disebabkan karena banyak pengguna kendaraan pergi atau pulang kerja dari arah Kota Pekalongan.

2.5. Wilayah Studi

2.5.1. Persimpangan Ketitanglor

Persimpangan Ketitanglor merupakan salah satu akses untuk mencapai CBD (pusat kota). Persimpangan ini mempunyai 3 (tiga) kaki simpang dengan 3 (tiga) arah Selatan, Utara, Timur. Tipe Simpang ini adalah 322, yaitu terdiri 3 kaki simpang, 2 lajur pada pendekat mayor, dan 2 lajur pada pendekat minor dengan semua kaki simpang merupakan arus dua arah. Pada simpang Ketitanglor tidak terdapat sistem pengendali simpang berupa APILL. Pada kaki simpang bagian utara terdapat SDN Ketitanglor dan pada daerah sekitar persimpangan merupakan daerah pertokoan. Kaki simpang Utara merupakan Jalan Raya Bojong 3 dengan jenis 2/2 UD, pada kaki simpang Selatan merupakan Jalan Raya Bojong 4 dengan jenis 2/2 UD, dan pada kaki simpang Timur merupakan Jalan Ketitanglor - Sedayu. Simpang Ketitanglor memiliki tipe lingkungan komersial atau pertokoan. Karakteristik simpang Ketitanglor memiliki lebar pendekat kaki utara (Jalan Raya Bojong 3) 4 m, pada kaki simpang Selatan (Jalan Raya Bojong 4) 4 m, dan lebar kaki pendekat timur (Jalan Ketitanglor - Sedayu) 3,75 m. Pada simpang Ketitanglor ini mempunyai derajat kejenuhan (DS) mencapai sebesar 0,75, peluang antrian minimum mencapai 23%, peluang antrian maksimum mencapai 46% dan tundaan mencapai 15,26 det/smp. Di bawah ini kondisi saat ini (eksisting) persimpangan Ketitanglor :

Gambar II. 2 Visualisasi Simpang Ketitanglor



Sumber: analisis,2022

Gambar II. 3 Visualisasi Simpang Ketitanglor



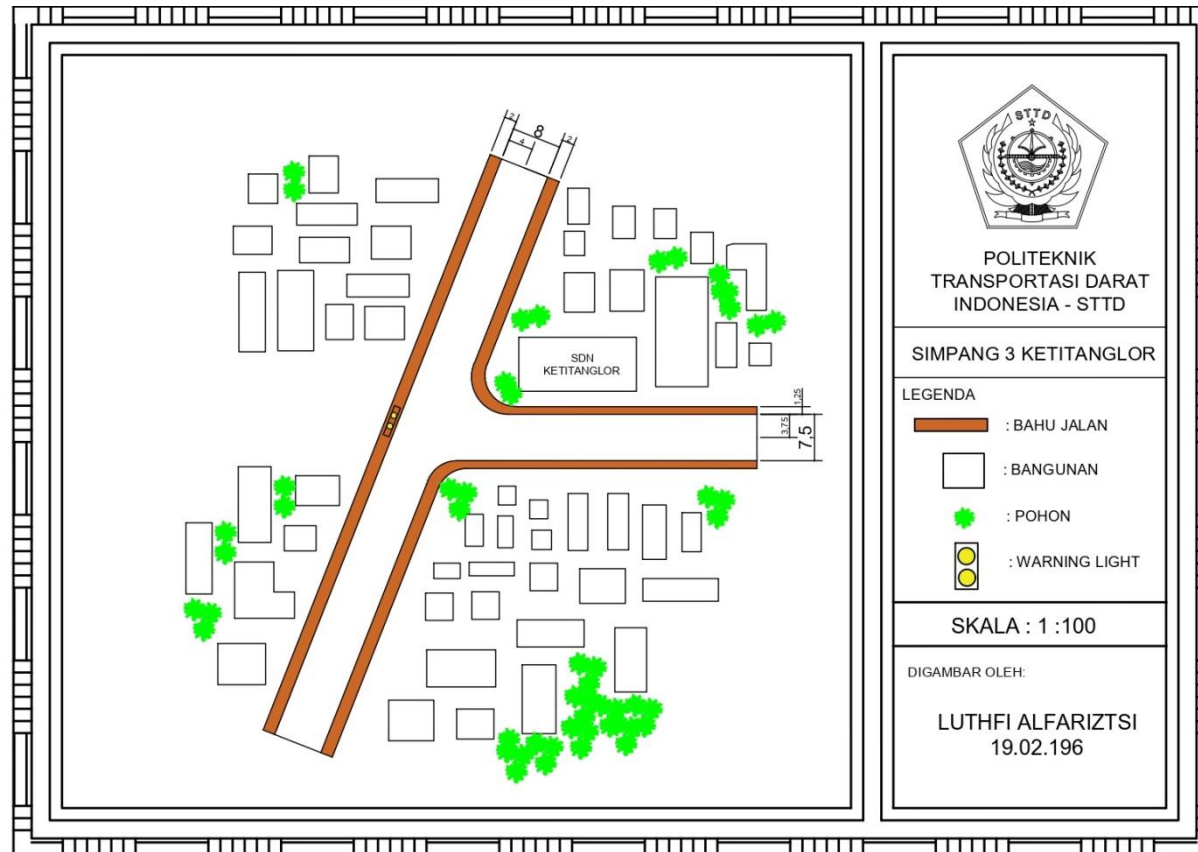
Sumber: analisis,2022

Gambar II. 4 Peta Lokasi Wilayah Kajian Simpang Ketitanglor



Sumber : Google Earth

Gambar II. 5 Gambar Penampang Simpang 3 Ketitanglor



Sumber: analisis, 2022

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1. Landasan Teori

Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dihadirkan sebagai salah satu bentuk pemberian layanan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang aman dan terpadu dengan segala jenis angkutan yang beroperasi. Penyelenggaraan tersebut bertujuan menjadi ekonomi nasional menjadi semakin maju, serta diikuti dengan tingkat kesejahteraan umum yang menjadi maju pula.

Selain itu, juga bertujuan dalam memperkuat rasa nasionalisme, serta meninggikan martabat Indonesia sebagai suatu bangsa. Akan berdampak pula terhadap penerapan etika dalam etika lalu lintas, budaya bangsa, sekaligus dalam hal penegakan hukum bagi masyarakat Indonesia. Salah satu peraturan yang berkaitan yaitu Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal 3.

Tujuan yang telah disebutkan di atas dapat tercapai dengan diimplementasikannya Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas sebagai tercantum dalam Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 pasal 93. Penerapan ini juga bertujuan sebagai usaha pengoptimalan dalam pemanfaatan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas dalam hal penjaminan keselamatan, keamanan, kelancaran, serta ketertiban Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

Adapun kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas terdiri dari Perencanaan, Pengaturan, Perekayasa, Pemberdayaan, dan Pengawasan. Selanjutnya, diterangkan secara rinci maksud dari kegiatan-kegiatan tersebut dalam Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 pasal 94.

3.2. Pengertian Persimpangan

Transportasi jalan memiliki karakteristik, yaitu setiap pengendara memiliki kebebasan dalam menentukan rute perjalanannya dalam jaringan transportasi yang telah disediakan. Lain halnya bagi angkutan umum dalam trayek yang telah disediakan rute atau trayek sendiri. Dengan demikian, kehadiran persimpangan

sangat diperlukan sebagai penjamin tingkat keamanan dan keefisienan dari arus lalu lintas yang akan berjalan dari satu sisi jalan ke sisi jalan lainnya (Irlinawati,2008).

Hoobs (1995) mengartikan persimpangan jalan sebagai sebuah simpul transportasi yang dibentuk dari berbagai pendekatan sehingga arus kendaraan dari setiap pendekatan dapat berjumpa, kemudian berpisah/berpencar dengan ditinggalkannya persimpangan.

Persimpangan diartikan sebagai sebuah simpul dalam jaringan yang ada di jalan tempat bertemunya jalan-jalan dengan lintasan kendaraan berpotongan. Pada setiap kaki persimpangan, setiap lalu lintas akan bersama-sama lalu lintas lainnya. Dalam hal ini, persimpangan memiliki faktor terpenting sebagai penentu kapasitas dan waktu perjalanan dalam jaringan jalan yang ada, terkhusus dalam wilayah perkotaan (Abubakar, dkk., 1995)

3.3. Jenis Simpang

Menurut Morlok (1991), jenis dari persimpangan dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu sebagai berikut.

3.3.1. Persimpangan sebidang (At Grade Intersection)

Jenis persimpangan yang menyebabkan dua atau lebih jalan raya yang berada dalam bidang dan elevasi sama dapat bertemu. Persimpangan jenis ini memiliki desain dengan bentuk huruf Y, huruf T, persimpangan berkaki banyak, dan persimpangan empat kaki.

3.3.2. Persimpangan tak sebidang (Grade Separated Intersection)

Jenis persimpangan yang menyebabkan suatu jalan dengan jalan lainnya tidak mengalami pertemuan dalam suatu bidang, serta tinggi antara keduanya juga berbeda.

Adapun Direktorat Jendral Bina Marga dalam manual kapasitas jalan Indonesia (1997) menjelaskan mengenai tips memilih jenis simpang yang akan digunakan di suatu tempat atau daerah. Pemilihan tersebut setidaknya didasarkan pada pertimbangan keselamatan lalu lintas, pertimbangan ekonomi,

serta pertimbangan lingkungan. Menurut Morlok (1991), jenis persimpangan yang didasarkan pada cara pengaturannya dapat dibedakan menjadi dua jenis.

- a. Simpang jalan tanpa sinyal, merupakan jenis persimpangan yang tidak menggunakan sinyal dari lalu lintas. Dalam jenis simpang ini, pengendara atau pengguna jalan diharuskan untuk memperhatikan keamanan keadaan sekitar sebelum melalui persimpangan. Artinya, mereka diharuskan menghentikan jalannya terlebih dahulu ketika akan melewati simpang tersebut.
- b. Simpang jalan dengan sinyal, merupakan jenis persimpangan yang menggunakan sinyal lalu lintas. Pengendara atau pengguna jalan dapat memperhatikan sinyal lalu lintas yang dioperasikan sebelum melalui persimpangan tersebut. Artinya, mereka harus melewati persimpangan hanya ketika sinyal lalu lintas menampilkan warna hijau. Menurut Ditjen Perhub Darat (1998), terdapat syarat-syarat yang perlu diperhatikan dalam penggunaan sinyal lalu lintas, yaitu sebagai berikut.
 - 1) Arus minimal lalu lintas dari pengguna persimpangan harus di atas 750 kendaraan/jam. Arus tersebut terjadi selama delapa jam dalam satu hari secara kontinu.
 - 2) Hambatan rata-rata atau waktu tunggu dari kendaraan yang berada di persimpangan melebihi 30 detik.
 - 3) Dalam waktu delapan jam per hari secara kontinu, persimpangan dimanfaatkan oleh lebih dari 176 pengguna yang berjalan kaki.
 - 4) Di persimpangan tersebut sering terjadi peristiwa kecelakaan.
 - 5) Dipasanginya *Area Traffic Contro*/ATC (pengendalian lalu lintas terpadu) di daerah sekitar sehingga persimpangan yang ada dapat dikontrol melalui alat yang memberikan isyarat lalu lintas.

Walaupun demikian, syarat-syarat di atas tidak terlalu paten dalam hal penerapannya. Artinya, dapat dilakukan penyesuaian terhadap kondisi sekitar.

Jenis persimpangan yang memiliki sinyal lalu lintas digunakan dengan alasan-alasan berikut.

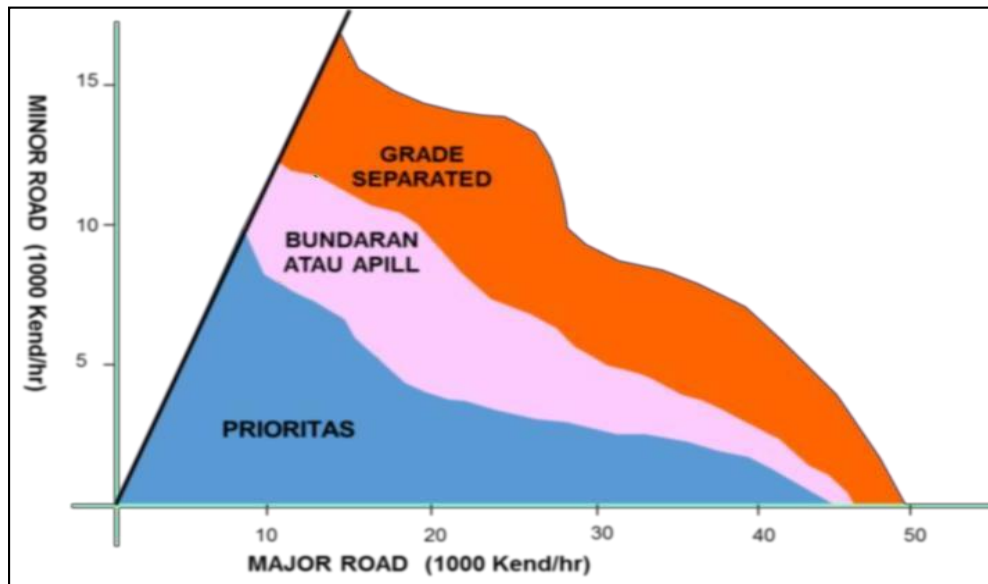
- 1) Menjaga agar di persimpangan tidak terjadi kemacetan. Adanya sinyal lalu lintas akan meminimalkan kecelakaan yang diprediksi dapat terjadi karena adanya konflik arus lalu lintas berlawanan. Dengan demikian, jumlah kendaraan atau pengguna jalan dapat dikendalikan, bahkan ketika lalu lintas berada dalam kondisi puncak.
- 2) Menjadikan pejalan kaki mendapatkan kesempatan untuk menyeberang jalan dengan keamanan tinggi.

3.4. Penentuan Pengendalian Simpang dan Jenis Konflik pada Simpang

Isyarat lampu dapat digunakan sebagai pengendali konflik arus lalu lintas di persimpangan. Sistem tersebut dilakukan dengan menjalankan satu arus lalu lintas. Namun, akan menjadikan hambatan bagi arus persimpangan lainnya sehingga dapat menurunkan keefisienan dari penggunaan persimpangan tersebut.

Dengan demikian, penggunaan sistem dengan menjalankan lebih dari satu arus sekaligus perlu dipertimbangkan. Dengan catatan tidak mengabaikan aspek keselamatan (Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 1996).

Sistem pengendalian persimpangan dapat diimplementasikan dengan berpacu pada gambar berikut. Penentuannya mengacu sejumlah banyaknya pengguna lalu lintas pada setiap persimpangan.



Sumber: Austrian Road Research Broad (ARRB)

Gambar III. 1 Grafik Penentuan Pengendalian Persimpangan

Perhitungan yang dapat diterapkan yaitu dengan menggunakan waktu/jam sebagai penanda satu periode atau lebih. Apabila penyebaran pergerakan belok tidak dapat diprediksi, maka penetapan 15 persen berbelok kanan dan 15 persen lagi berbelok kiri dapat diterapkan. Lain halnya apabila terdapat pembelokan yang tidak dianjurkan.

$$\text{LHR} = \text{VJP} / K$$

.....III.1

Rumus III. 1 LHR

Sumber : MKJI 1997

Keterangan:

LHR = Lalu Lintas Harian Rata-rata

VJP = Volume Jam Perencanaan

Apabila tidak diketahui penyebaran lalu lintas dalam periode waktu setiap jam-artinya hanya diketahui LHR nya saja, maka persentase dari LHR dapat dilihat dalam tabel berikut.

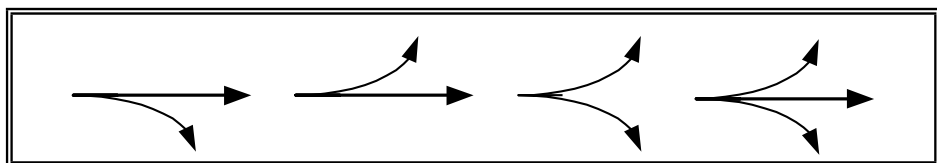
Tabel III. 1 Hubungan LHR Dan Volume Jam Tersibuk

Tipe kota dan jalan	Faktor persen K ($K \times LHR = VJP$)
Kota-kota > 1 juta penduduk	
• Jalan-jalan daerah komersial dan jalan arteri	• 7 – 8 %
• Jalan-jalan daerah pemukiman	• 8 – 9 %
Kota-kota < 1 juta penduduk	
• Jalan-jalan daerah komersial dan jalan arteri	• 8 – 10 %
• Jalan-jalan daerah pemukiman	• 9 – 12 %

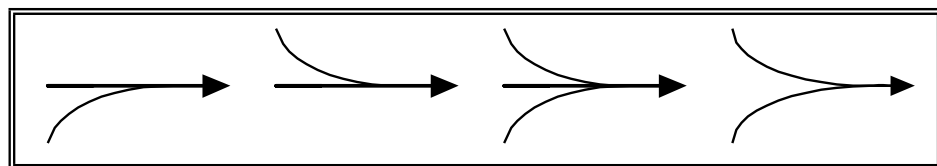
Sumber : MKJI 1997

Tujuan dari dibuatnya persimpangan yaitu sebagai pengurang potensi konflik yang akan terjadi antarkendaraan–termasuk pejalan kaki. Menurut Christy (2003), tujuan lainnya yaitu untuk memberikan rasa aman yang maksimal serta kemudahan pergerakan kendaraan. Selain itu, persimpangan diartikan pula sebagai suatu kawasan umum yang di dalamnya terjadi penggabungan atau bersimpangan dua jalan atau lebih. Termasuk jalan serta fasilitas di pinggir jalan yang digunakan sebagai pergerakan fasilitas yang ada (AASHTO, 2001). Adapun pergerakan kendaraan yang ada di persimpangan dapat dibagi menjadi empat macam berdasarkan alih gerak kendaraan, yaitu sebagai berikut.

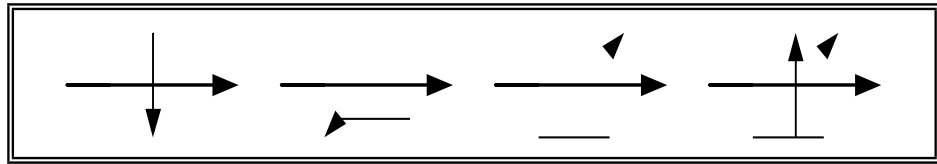
1. Berpencar (diverging)



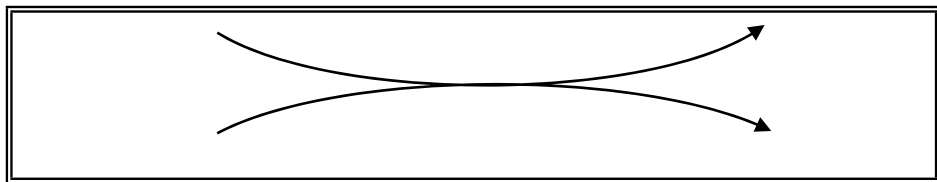
2. Menggabung (merging)



3. Menyilang/berpotongan (crossing)



4. Menggabung lalu berpencar (weaving)



Sumber : ASSHTO, 2011

Gambar III. 2 Jenis Dasar Alih Gerak Kendaraan

Dari keempat alih gerak tersebut, alih gerak yang berpotongan memiliki tingkat bahaya yang lebih tinggi daripada alih gerak lainnya. Hal ini karena pada alih gerak yang berpotongan terjadi konflik.

Adapun jumlah konflik pada suatu persimpangan adalah tergantung pada:

- a. Jumlah kaki persimpangan
- b. Jumlah arah pergerakan
- c. Jumlah lajur dari setiap kaki persimpangan

3.4.1. Simpang Bersinyal

a. Langkah dan dampak

Menurut MKJI (1997), analisis dan prosedur kapasitas simpang bersinyal dan simpang APILL dapat dilakukan dengan langkah berikut.

- 1) Langkah A, dilakukan dengan memasukkan data.
- 2) Langkah B, dilakukan dengan digunakannya isyarat.
- 3) Langkah C, dilakukan dengan penerapan waktu isyarat.
- 4) Langkah D, dilakukan dengan kapasitas.
- 5) Langkah E, dilakukan dengan memastikan kinerja lalu lintas.

Menurut Oglesby (1999), setiap lalu lintas yang dipasang memiliki tujuan dan fungsi-fungsi berikut.

- 1) Menghasilkan pergerakan lalu lintas yang teratur.
- 2) Memperoleh peningkatan kapasitas lalu lintas di perempatan jalan.
- 3) Menurunkan jumlah kecelakaan tertentu.
- 4) Menkoordinasikan agar lalu lintas tetap berlangsung dengan segala kecepatan. Dilakukan dengan menjaga agar kondisi jarak sinyal tetap baik.
- 5) Memutus arus lalu lintas yang tinggi sehingga memberikan kesempatan bagi penyeberangan kendaraan lainnya ataupun penyeberangan pejalan kaki.
- 6) Memberikan arahan terhadap penggunaan jalur lalu lintas.
- 7) Menjadi pengendali ramp pada jalan masuk menuju jalan bebas hambatan (*entrancefreeway*).
- 8) Memutus arus lalu lintas agar kendaraan darurat dapat lewat.

Di sisi lain, penggunaan lampu lalu lintas juga mendatangkan hal yang kurang menguntungkan, antara lain sebagai berikut.

- 1) Pengemudi atau pejalan kaki akan kehilangan waktu yang cukup berlebih.
- 2) Akan adanya pelanggaran mengenai indikasi sinyal umum seperti yang terjadi pada pemasangan khusus.
- 3) Adanya pengalihan lalu lintas di rute yang kurang menguntungkan.
- 4) Frekuensi kecelakaan dapat dikurangi, khususnya adanya benturan di bagian belakang kendaraan dengan pejalan kaki.

Persimpangan bersinyal memiliki beberapa kinerja, di antaranya kapasitas, jumlah antrean, kejenuhan, serta laju henti. Dapat kita lakukan untuk penghitungan simpang bersinyal menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

b. Prinsip-Prinsip Waktu siklus dan Fase

Pemencaran arus lalu lintas yang berbelok serta di sekitar persimpangan dilakukan dengan perencanaan waktu signal. Dengan demikian, rencana periode waktu yang khusus dapat teridentifikasi.

1) Rencana Signal

Sekumpulan rencana yang ditetapkan berdasarkan peristiwa yang dirancang. Bertujuan sebagai pemisah dan pengatur arus lalu lintas dalam waktu tertentu.

2) Waktu siklus

Waktu siklus diartikan sebagai rangkaian tahap terjadinya pergerakan lalu lintas. Dapat diartikan sebagai akumulasi waktu dari semua tahapan.

3) Tahap

Tahap merupakan salah satu unsur dari siklus jika keadaan konstan tetap dirasakan dari kombinasi perintah signal tertentu. Keadaan tersebut terjadi dimuali dari waktu kuning awal, sertiing akan diakhiri pada peiode hijau setelahnya. Adapun siklus merupakan sekumpulan waktu dari tahap-tahap. Tahap diatur menuju serangkaian persimpangan akan diatur.

4) Fase

Fase diartikan sebagai keadaan APILL pada satu siklus yang memberi hak jalan terhadap satu/lebih dari pergerakan lalu lintas.

5) Periode Hijau Antara

Merupakan waktu yang terjadi di antara salah satu tahap yang menyalan warna kuning, sedangkan di persimpangan lainnya lampu yang menyala adalah hijau.

Penentuan waktu tersebut didasarkan pada waktu perkiraan keselamatan yang dibutuhkan pengemudi untuk melewati persimpangan, sebelum adanya pergerakan dari persimpangan lainnya.

Periode waktu hijau antara = waktu menyeberang + waktu

pengosongan + waktu masuk biasanya 3 detik kuning + 1 detik merah (merah dan kuning).

6) Waktu hijau efektif dan waktu hilang

Ketika waktu hijau berlangsung, pengendara masih membutuhkan beberapa detik atau menit untuk melanjutkan perjalanannya lagi dan menjadikan kecepatannya kembali ke normal seperti sebelumnya. Setelah itu, dilanjutkan dengan waktu kuning. Pada waktu ini, pengendara memiliki kesempatan sepersekian detik untuk melintasi jalan, tetapi kendaraan yang lain juga dapat memilih untuk memelankan kendaraannya hingga akhirnya berhenti.

Ketika waktu hijau berlangsung, akan terjadi arus jenuh. Artinya, pengendara yang antri untuk jalan akan mencapai tingkat kecepatan jalannya. Selain itu, kapasitas kendaraan di persimpangan tersebut akan berada pada posisi yang konstan.

Berdasarkan keadaan tersebut akan dijumpai istilah waktu hilang, yaitu waktu yang terjadi di antara waktu percepatan dan perlambatan. Waktu hijau efektif dihitung sebagai berikut.

Waktu Hijau Efektif = Waktu hijau + waktu kuning – waktu merah.
Waktu hilang diperkirakan 2 detik per fase, waktu kuning biasanya diambil 3 detik.

7) Arus Jenuh

Arus jenuh diartikan sebagai arus maksimal yang terjadi di suatu gerbang persimpangan ketika lampu isyarat lalu lintas berwarna hijau secara terus-menerus. Perkiraan arus jenuh dapat dilakukan berdasarkan kelebaran jalan beserta faktor koreksi terhadap segala hal yang menghalangi kelancaran arus ideal. Yang dapat diubah-ubah untuk meningkatkan penampilan seperti misalnya:

- a) Kelandaian
- b) Komposisi kendaraan
- c) Lalu lintas yang membelok
- d) Penyeberang jalan

e) Kendaraan yang diparkir

Cara yang akan diterapkan sebagai alat perkiraan terhadap arus jenuh ialah dapat melalui suatu survei. Survei dilakukan ketika keadaan lalu lintas yang akan diteliti sedang padat sehingga akan dijumpai formasi antrean.

8) Lalu lintas belok kiri

Ketika persimpangan di sebuah jalan memiliki APILL, maka langsung membelokkan kendaraan ke arah kiri dilarang dilakukan pengemudi. Lain halnya jika ada ketentuan lain yang disematkan oleh rambu lalu lintas atau APILL.

9) Lalu lintas belok kanan

Lalu lintas belok kanan merupakan yang utama pada persimpangan-persimpangan, khususnya yang di lengkapi dengan lampu lalu lintas.

10) Penentuan Tahap / Fase

Dalam buku berjudul "Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997", dijelaskan bahwa pengaturan fase diterapkan sebagai uji coba kejadian dasar. Hal tersebut dilakukan karena akan memperoleh hasil dengan kapasitas lebih besar serta tundaan rata-ratanya menjadi lebih rendah dibandingkan tipe fase sinyal lain yang pengaturan fasenya dilakukan secara konvensional.

Lajur terpisah diperlukan ketika pemberangkatan arus belok kanan pada fase berbeda dari gerakan lurus langsung. Jika arus melebihi 200 smp/jam, maka menjadi pertimbangan kapasitas dalam menghadirkan pengaturan terpisah gerakan belok kanan.

3.4.2. Persimpangan Prioritas

Ada beberapa unjuk kinerja simpang prioritas yaitu kapasitas, tundaan lalu lintas simpang, derajat kejenuhan, tundaan lalu lintas jalan mayor dan minor, peluang antrean, serta tundaan geometrik simpang. Metode Manual Kapasitas Jalan 1997 dapat digunakan sebagai teori perhitungan simpang prioritas.

3.4.3. Bundaran

Karena penelitian ini didasarkan dari desain geometrik di lokasi studi, maka perencanaan ulang desain geometrik bundaran berdasarkan Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang memiliki ketentuan dalam konstruksi bundaran.

a. Ketentuan operasional

Pedoman perencanaan bundaran harus memperhatikan aspek sebagai berikut:

- 1) Kelancaran lalu lintas
- 2) Keamanan lalu lintas
- 3) Kemampuan menyediakan lahan yang cukup
- 4) Efisiensi
- 5) Adanya akses yang mudah untuk pejalan kaki dan penyandang cacat
- 6) Sosialisasi peraturan berlalu lintas di bundaran kepada pengguna jalan.

b. Ketentuan perencanaan

1) Pulau bundaran

- a) Bentuk lingkaran menjadi bentuk geometri yang sering digunakan dalam pulau bundaran. Adapun bentuk oval dianjurkan untuk tidak digunakan.
- b) Untuk dapat mengantisipasi kedatangan kendaraan dari arah lengan pendekat lain, maka pulau bundaran dianjurkan untuk memberi pandangan yang memadai untuk pengemudi. Dengan demikian, obyek yang ada dalam pulau bundaran harus ditempatkan dengan memerhatikan jarak pandang antara jalur lingkaran dengan jarak pandang henti jalur lingkaran.

2) Radius masuk dan radius keluar

Persamaan yang menentukan radius masuk dan radius keluar bundaran ialah sebagai berikut.

$$V = \sqrt{127 (e + f)} \dots \dots \dots \text{III.2}$$

Rumus III. 2 Persamaan Volume Radius Masuk dan Radius Keluar

Keterangan :

V = kecepatan rencana pada lengan pendekat (km/h)

R = radius masuk/keluar (m)

e = superelevasi (0,02 – 0,03) (m/m)

f = koefisien gesek (friksi) permukaan jalan.

Penentuan koefisien gerak dilakukan dengan memperhatikan fungsi dari kecepatan rencana, serta mengacu pada standar yang dikeluarkan oleh AASHTO.

Tabel III. 2 Variasi Kecepatan Rencana Dan Radius Minimum Masuk Serta Keluar

No.	Kecepatan rencana pendekat (km/h)	Radius minimum masuk dan keluar (m)
1.	20	9
2.	25	15
3.	30	24
4.	35	36
5.	40	51
6.	45	70
7.	50	94

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaraan untuk Persimpangan Sebidang

3) Kelandaian dan superelevasi lengan pendekat

Pada persimpangan sebidang, kelandaian maksimum lengan pendekat dan daerah persimpangan bundaran ialah 4%.

4) Pulau Pemisah (splitter island)

- Di setiap lengan bundaran harus disediakan pulau pemisah. Pulau pemisah dapat digunakan sebagai pembimbing kendaraan ketika akan memasuki jalur lingkaran. Selain itu, pulau pemisah memiliki

fungsi lain sebagai “tempat pemberhentian (*refuge*)” bagi yang akan menyeberang jalan, serta membantu sebagai pengendali kecepatan.

- b) Panjang minimum dari pulau pemisah setidaknya 15 m.
 - c) Frekuensi kecelakaan di jalur lingkaran biasanya akan bertambah ketika terjadi peningkatan lebar dari pulau pemisah secara signifikan.
- 5) Kebebasan pandang pada bundaran dan wilayah pendekat bundaran
- a) Pengemudi harus mendapatkan kebebasan pandangan ketika berada di bundaran. Hal tersebut dilakukan sebagai bentuk antisipasi terhadap adanya gerakan kendaraan di jalur lingkaran serta dari kendaraan yang masuk ke daerah persimpangan bundaran. Dengan demikian, tidak boleh ada obyek yang dapat menghalangi kebebasan pandang pengemudi.
 - b) Pengukuran wilayah kebebasan pandang dapat dilakukan dari titik A di 15 m sebelum garis prioritas. Pengemudi dalam jarak tersebut harus dapat menghadirkan antisipasi terhadap kendaraan yang melakukan pergerakan di jalur lingkaran (d_2), ataupun terhadap kendaraan pada lengan pendekat yang akan memasuki jalur lingkaran dari arah kanan (d_1).
 - c) Untuk menghadirkan kebebasan pandang samping, maka dapat dilakukan dengan tarikan garis sepanjang b m ke arah tepi lengan pendekat sebelah kanan. Panjang garis b dihitung dengan rumus:

$$b = 0,278 (V_{\text{konflik}})(t_c) \dots\dots\dots \text{III.3}$$

Rumus III. 3 Jarak Pandang Lengan Bundaran

Sumber : Pedoman Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang

Keterangan:

b = Jarak pandang lengan bundaran (m)

v = Konflik adalah 70% kecepatan rencana lengan pendekat(km/jam)

T_c = Selisih waktu kritis saat masuk pada jalan utama (s)

- d) Pengasumsian mata pengendara setinggi 1.080 mm dan tinggi obyek (kendaraan lain) setinggi 600 mm merupakan cara yang dapat digunakan dalam penentuan jarak pandang bundaran.

6) Jarak pandang henti

- a) Jarak pandang henti dihitung dengan persamaan:

$$d = (0,278) (t)(v) + 0,39 \frac{v^2}{a} \dots \dots \dots \text{III.4}$$

Rumus III. 4 Jarak Pandang Berhenti

Sumber : Pedoman Perencanaa Bundaraan untuk Persimpangan Sebidang

Keterangan :

d = jarak pandang berhenti (m)

t = waktu reaksi, diasumsikan 2,5 s

V = kecepatan (km/h)

α = deselerasi pengemudi, diasumsikan $3,4 \text{ m/s}^2$

- b) Untuk kecepatan yang telah ditentukan, jarak pandang harus minimum pada bundaran dapat dilihat Tabel III.3

Tabel III. 3 Jarak Pandang Henti Minimum

No	Kecepatan (km/h)	Jarak pandang henti minimum (m)
1	10	8
2	20	19
3	30	31
4	40	46
5	50	63

Sumber : Pedoman Perencanaa Bundaraan untuk Persimpangan Sebidang

- c) Terdapat tiga jarak pandang henti yang harus dihitung sebagai penyusunan rencana persimpangan dengan bundaran, yaitu:

(1) Jarak pandang henti pendekat

Merupakan jarak aman yang harus dimiliki pengemudi agar pemberhentian kendaraannya sebagai antisipasi terhadap

obyek atau penyeberang jalan pada lengan pendekat dapat dilakukan.

(2) Jarak pandang henti jalur lingkar

Merupakan jarak aman yang harus dimiliki pengemudi agar pemberhentian kendaraannya sebagai antisipasi obyek di jalur lingkar dapat dilakukan.

(3) Jarak pandang henti jalur penyeberang jalan pada jalan keluar

Merupakan jarak aman yang harus dimiliki pengemudi agar pemberhentiannya sebagai antisipasi terhadap obyek atau penyeberan jalan pada lajur keluar dapat dilakukan.

3.5. Teori Perhitungan Kinerja Simpang

MKJI (1997) dapat dijadikan sebagai acuan pengukuran kinerja lalu lintas dalam kkw ini. Persimpangan di pilih sebagai tempat pengukuran kinerja lalu lintas. Adapun analisisnya dilakukan dengan pengendalian dan pengukuran persimpangan tanpa lampu lalu lintas.

3.5.1. Simpang tidak bersinyal

a. Kapasitas total Simpang Tak Bersinyal (C)

Kapasitas total bagi semua bagian simpang merupakan pengkalian antara kapasitas dasar (Co) untuk kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor koreksi (F), dengan memperhatikan kondisi sesungguhnya terhadap kapasitas.

Pada simpang tidak bersinyal perhitungan kapasitas dapat menggunakan rumus berikut ini:

$$C = Co \times Fw \times Fm \times Fcs \times Frsu \times Flt \times Frt \times Fmi$$

Keterangan :

Co = Kapasitas dasar (smp/jam)

Fw = Faktor penyesuaian lebar masuk

Fm = Faktor penyesuaian ukuran kota

- Fcs = Faktor koreksi ukuran kota
- Frsu = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan hambatan samping dan kendaraan tak bermotor
- Flt = Faktor koreksi prosentase belok kiri
- Frt = Faktor koreksi prosentase belok kanan
- Fmi = Faktor Penyesuaian Arus Minor

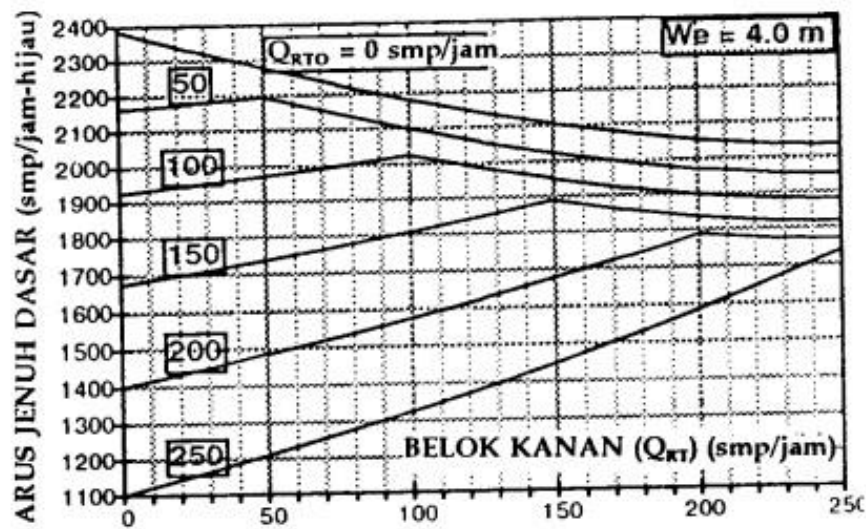
Langkah awal yang dapat dilakukan yaitu menghitung jumlah kaki simpang dan lajur yang ada di jalan utama. Selain itu juga menandai jalan simpang yang ada di persimpangan dengan tiga angka sebagai kodenya.

Adapun cara mengetahui tipe dari setiap simpang dan arus jenuh dapat dilakukan dengan berpacu pada tabel di bawah.

Tabel III. 4 Kode Simpang Berdasarkan Jumlah Kaki Simpang

Kode IT	Jumlah kaki simpang	Jumlah lajur jalansimpang	Jumlah lajur jalan utama	Arus jenuh dasar (smp/jam)
322	3	2	2	2.700
324	3	2	4	2.900
342	3	4	2	3.200
422	4	2	2	2.900
424	4	2	4	3.400

Untuk tipe terlawan arus jenuh dasar dapat dilihat pada grafik penentuan So dengan melihat besarnya Qrt dan Qrto pada buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997).



Sumber : MKJI 1997

Gambar III. 3 Grafik Penentuan S_o Pada Kaki Simpang Tipe O Tanpa Lajur Kanan Terpisah dengan $W_B = 4 \text{ m}$

b. F_w (Faktor Penyesuaian Lebar Masuk)

F_w merupakan faktor penyesuaian yang menjadi kapasitas dasar yang berhubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan. Dalam penentuan lebar pendekatan setiap simpang dapat dilakukan dengan penggunaan rumus dalam tabel berikut.

Tabel III. 5 Faktor Penyesuaian Lebar Masuk Berdasarkan Tipe

No	Tipe Simpang	Rumus
1	422	$F_w = 0,70 + 0,0866 W_e$
2	422 atau 444	$F_w = 0,61 + 0,0740 W_e$
3	322	$F_w = 0,73 + 0,0760 W_e$
4	324 atau 344	$F_w = 0,62 + 0,0646 W_e$
5	342	$F_w = 0,67 + 0,0698 W_e$

Sumber : MKJI, 1997

c. F_m (Faktor Penyesuaian Median)

F_m merupakan faktor penyesuaian sebagai kapasitas dasar yang berkaitan dengan ukuran median. Adapun penyesuaiannya tersebut dapat digunakan menggunakan rumus berikut.

Tabel III. 6 Faktor Penyesuaian Median

Uraian	Tipe M	Faktor penyesuaian median, (F_M)
Tidak ada median jalan utama	Tidak ada	1,00
Ada median jalan utama, lebar < 3 m	Sempit	1,05
Ada median jalan utama, lebar $\geq$ 3 m	Lebar	1,20

Sumber : MKJI, 1997

d. Fcs (Faktor Penyesuaian Ukuran Kota)

Fcs merupakan penyesuaian kapasitas dasar yang berkaitan dengan ukuran kota. Adapun penyesuaian tersebut dapat dilakukan sesuai dengan tabel berikut.

Tabel III. 7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk

Kelompok Kota	Penduduk (juta jiwa)	Fcs
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

Sumber : MKJI, 1997

e. Frsu (Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan Hambatan Samping Dan Kendaraan Tak Bermotor)

Frsu merupakan faktor penyesuaian kapasitas dasar sebagai akibat dari rasio kendaran tidak bermotor, jenis lingkungan jalan, serta kendala samping. Adapun penyesuaian faktor ini dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel III. 8 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan Hambatan Samping Dan Kendaraan Tidak Bermotor

Kelas Tipe Lingkungan Jalan	Kelas Hambatan samping	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
		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	Tinggi/Sedang /Renda	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Sumber : MKJI, 1997

f. Frt (Faktor Penyesuaian Belok Kanan)

Frt merupakan faktor penyesuaian kapasitas dasar sebagai dampak dari berbelok kanan. Frt dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$Prt = \frac{Q_{rt}}{Q_{tot}} \dots \dots \dots \text{III.5}$$

Rumus III. 5 Rasio Kendaraan Belok Kanan

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

Prt = Rasio kendaraan belok kanan

Qrt = Jumlah kendaraan belok kanan (smp/jam)

Qtot = Jumlah total arus kendaraan pada kakipersimpangan tersebut (smp/jam).

Setelah diketahui Prt, kemudian dihitung Frt dengan melihat pada tabel atau dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Lengan:

$$Frt = 1,09 - (0,922 \times Prt) \dots \dots \dots \text{III.6}$$

Rumus III. 6 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

2. Lengan:

$$Frt = 1,00$$

Sumber : MKJI, 1997

g. Flt (Faktor Penyesuain Belok Kiri)

Flt dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$Plt = \frac{Qlt}{Qtot} \dots \dots \dots \text{III.7}$$

Rumus III. 7 Rasio Kendaraan Belok Kiri

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan

Plt = Rasio kendaraan belok kiri

Qlt = Jumlah kendaraan belok kiri (smp/jam)

Qtot = Jumlah total arus kendaraan pada kakipersimpangan tersebut (smp/jam) .

Setelah Plt diketahui, maka dapat diketahui Flt dengan mengacu pada tabel atau dapat menerapkan rumus berikut.

$$Flt = 0,84 + (0,0161 \times plt) \dots \dots \dots \text{III.8}$$

Rumus III. 8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Sumber : MKJI, 1997

h. Fmi (Faktor Penyesuaian Arus Minor)

Prosentase arus minor ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_{mi} = \frac{Q_{mi}}{Q_{tot}} \dots \dots \dots \text{III.9}$$

Rumus III. 9 Prosentase Arus Minor

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

Plt = Rasio kendaraan arus minor

Qlt = Jumlah kendaraan arus minor (smp/jam)

Qtot = Jumlah total arus kendaraan pada kaki persimpangan tersebut (smp/jam) .

Setelah Fmi diketahui, maka dapat diketahui Fmi dengan melihat pada tabel atau dengan menggunakan rumus:

Tabel III. 9 Rumus Penyesuaian Arus Minor

IT	F _{MI}	P _{MI}
422	$1,19 \times p_{mi}^2 + 1,19 \times p_{mi} + 1,19$	0,1-0,9
424	$16,6 \times p_{mi}^4 + 33,3 \times p_{mi}^3 + 25,3 \times p_{mi}^2 + 8,6 \times p_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
444	$1,11 \times p_{mi}^2 + 1,11 \times p_{mi} + 1,11$	0,3-0,9
322	$1,19 \times p_{mi}^2 + 1,19 \times p_{mi} + 1,19$	0,1-0,5
	$-0,595 \times p_{mi}^2 + 0,595 \times p_{mi}^3 + 0,74$	0,5-0,9
342	$1,19 \times p_{mi}^2 + 1,19 \times p_{mi} + 1,19$	0,1-0,5
	$2,38 \times p_{mi}^2 + 2,38 \times p_{mi} + 1,49$	0,5-0,9
324	$16,6 \times p_{mi}^4 + 33,3 \times p_{mi}^3 + 25,3 \times p_{mi}^2 + 8,6 \times p_{mi} + 1,95$	0,1-0,3
344	$1,11 \times p_{mi}^2 + 1,11 \times p_{mi} + 1,11$	0,3-0,5
	$-0,555 \times p_{mi}^2 + 0,555 \times p_{mi} + 0,69$	0,5-0,9

Sumber : MKJI, 1997

i. Derajat Kejenuhan (Ds)

Ds merupakan hubungan arus lalu lintas dan kapasitas untuk suatu pendekatan. Ds dapat ditentukan dengan menerapkan rumus berikut.

$$DS = \frac{Q_{tot}}{c} \dots \dots \dots \text{III.10}$$

Rumus III. 10 Derajat Kejenuhan

Sumber : MKJI, 1997

- j. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT1) Jika $DS < 0,6$

$$DT1 = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1-DS) \times 1,8 \dots \dots \dots \text{III.11}$$

Rumus III. 11 Tundaan Lalu Lintas Simpang

Jika $DS > 0,6$

$$DT1 = \frac{1,0504 - (1-DS)}{(0,346 - 0,246 \times DS)} \times 1,8 \dots \dots \dots \text{III.12}$$

Rumus III. 12 Tundaan Lalu Lintas Simpang

Sumber : MKJI, 1997

- k. Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor (DTma) Jika $DS < 0,6$

$$DT1 = 2 + 8,2078 \times DS - (1-DS)^2 \dots \dots \dots \text{III.13}$$

Rumus III. 13 Tundaan Lalu Lintas Mayor

Jika $DS > 0,6$

$$DT1 = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042) \times DS} - (1 - DS)^2 \dots \dots \dots \text{III.14}$$

Rumus III. 14 Tundaan Lalu Lintas Mayor

Sumber : MKJI, 1997

- l. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTmi)

$$DTmi = \frac{Q_{tot} \times DT1 - Q_{ma}}{Q_{mi}} \times DTma \dots \dots \dots \text{III.15}$$

Rumus III. 15 Tundaan Lalu Lintas Minor

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

Q_{tot} = Jumlah arus kendaraan total (smp/jam)

Q_{ma} = Jumlah arus kendaraan total jalan mayor

(smp/jam) Q_{mi} = Jumlah arus kendaraan total jalan minor
(smp/jam)

m. Tundaan Geometrik Simpang (DG)

$$DG = (1 - DS) \times (Pt \times 6 + (1 - Pt) \times 3) + DS \times 4 \dots \dots \text{III.16}$$

Rumus III. 16 Tundaan Geometrik Simpang

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

Pt = Rasio belok total

n. Tundaan Simpang (D)

$$D = DT + DG \dots \dots \dots \text{III.17}$$

Rumus III. 17 Tundaan Simpangan

Sumber : MKJI, 1997

o. Peluang Antrian (QP)

$$QP_{max} \% = 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 64,47 \times D \dots \dots \text{III.18}$$

Rumus III. 18 Persentase Peluang Antrian Maksimum

$$QP \% = 0,92 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \dots \dots \text{III.19}$$

Rumus III. 19 Persentase peluang antrian maksimum

Sumber : MKJI, 1997

3.5.2. Simpang bersinyal

a. Kapasitas total / Arus Jenuh Simpang Bersinyal (S)

Kapasitas total merupakan hasil proses pengalihan antara kapasitas dasar (So) untuk kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor koreksi (F). Dilakukan dengan memperhatikan kondisi sesungguhnya terhadap kapasitas. Pada simpang bersinyal dapat ditentukan menggunakan rumus berikut.

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times Fp \times Flt \times Frt \dots \dots \dots \text{III.20}$$

Rumus III. 20 Kapasitas Total/Arus Jenuh Simping Bersinyal

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

So	=	Arus jenuh dasar (smp/jam)
Fcs	=	Faktor koreksi ukuran kota
Fsf	=	Faktor penyesuaian hambatan sampling
Fg	=	Faktor penyesuaian kelandaian
Fp	=	Faktor penyesuaian parkir
Flt	=	Faktor koreksi prosentase belok kanan
Frt	=	Faktor koreksi prosentase belok kanan

Dalam menentukan nilai arus jenuh dapat digunakan sebagai berikut.

$$So = We \times 600 \dots\dots\dots \text{III.21}$$

Rumus III. 21 Arus Jenuh

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

We = Lebar Efektif Jalan (m)

- b. FCcs (faktor penyesuaian ukuran kota)

Faktor penyesuaian ukuran kota adalah faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar yang berkaitan dengan ukuran kota. Penentuan faktor ini dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel III. 10 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
> 3,0	1,05
1,0 - 3,0	1,00
0,5 - 1,0	0,94

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
0,1 - 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber : MKJI, 1997

c. Fsf (faktor penyesuaian hambatan sampling)

Sebelum penentuan fsf dapat dilakukan dengan mengetahui P_{um} (rasio kendaraan tidak bermotor. Faktor ini dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$P_{um} = \frac{Q_{um}}{Q_{tot}} \dots \dots \dots \text{III.22}$$

Rumus III. 22 Rasio Kendaraan Tak Bermotor

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

Q_{um} : Jumlah Kendaraan tak Bermotor (kend/jam)

Q_{tot} : Jumlah Kendaraan total (kend/jam)

Tabel III. 11 Faktor Penyesuaian Hambatan Sampling

Lingkungan Jalan	Hambatan sampling	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,1	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber : MKJI, 1997

- d. Fg (Faktor penyesuaian kelandaian)
- e. Fp (Faktor penyesuaian parkir)
- f. Frt

Faktor penyesuaian belok kanan adalah faktor penyesuaian kapasitas dasar akibat belok kanan. Prosentase belok kanan ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Prt = \frac{Q_{rt}}{Q_{tot}} \dots\dots\dots \text{III.23}$$

Rumus III. 23 Prosentase Belok Kanan

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

Prt = Rasio kendaraan belok kanan

Qrt = Jumlah kendaraan belok kanan (smp/jam)

Qtot = Jumlah total arus kendaraan pada kakipersimpangan tersebut (smp/jam)

Setelah diketahui Prt, kemudian dihitung Frt dengan melihat pada tabel atau dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Frt = 1,0 + Prt \times 0,26 \dots\dots\dots \text{III.24}$$

Rumus III. 24 Faktor Penyesuaian Belok Kanan

Sumber : MKJI, 1997

- g. Flt (Faktor penyesuain belok kiri)

Prosentase belok kiri ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Plt = \frac{Q_{lt}}{Q_{tot}} \dots\dots\dots \text{III.25}$$

Rumus III. 25 Prosentase Belok Kiri

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

Plt = Rasio kendaraan belok kiri

Qlt = Jumlah kendaraan belok kiri (smp/jam)

Qtot = Jumlah total arus kendaraan pada kaki persimpangan tersebut (smp/jam)

Setelah Plt diketahui, maka dapat diketahui Flt dengan melihat pada tabel atau dengan menggunakan rumus:

$$Flt = 1,0 - Plt \times 0,16 \dots \dots \dots \text{III.26}$$

Rumus III. 26 Faktor Penyesuaian Belok Kiri

Sumber : MKJI, 1997

h. FR

Rasio arus lalu lintas dengan arus jenuh.

$$FR = \frac{Q}{S} \dots \dots \dots \text{III.27}$$

Rumus III. 27 Rasio Arus Lalu Lintas

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

S = Arus Jenuh (smp/jam)

i. IFR

Jumlah nilai FR paling tinggi dari setiap fase. Rumus:

$$IFR = \Sigma FR_{crit} \dots \dots \dots \text{III.28}$$

Rumus III. 28 Jumlah Nilai FR Maksimal Setiap Fase

Sumber : MKJI, 1997

j. PR

Perbandingan antara nilai FR paling tinggi dengan IFR dari setiap fase.

$$PR = \frac{FR_{crit}}{IFR} \dots \dots \dots \text{III.29}$$

Rumus III. 29 Perbandingan Nilai FR Maksimum dengan IFR Setiap Fase

Sumber : MKJI, 1997

k. Cua

Waktu siklus sebelum penyesuaian, untuk hitungan rinci terkait All Red terdapat pada pedoman (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 2 – 44). Selanjutnya, Cua dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$Cua = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR} \dots \dots \dots \text{III.30}$$

Rumus III. 30 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Sumber : MKJI, 1997

l. gi

Waktu hijau.

$$gi = (Cua - LTI) \times PR \dots \dots \dots \text{III.31}$$

Rumus III. 31 Waktu Hijau

Sumber : MKJI, 1997

m. c

Waktu siklus setelah penyesuaian .

$$c = \Sigma g + LTI \dots \dots \dots \text{III.32}$$

Rumus III. 32 Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Sumber : MKJI, 1997

n. C

Kapasitas simpang (smp/jam).

$$C = S \times \frac{gi}{c} \dots \dots \dots \text{III.33}$$

Rumus III. 33 Kapasitas Simpang

Sumber : MKJI, 1997

o. Derajat Kejenuhan (Ds)

Ds merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekatan. Ds dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C} \dots \dots \dots \text{III.34}$$

Rumus III. 34 Derajat Kejenuhan

Sumber : MKJI, 1997

p. Panjang Antrian (QL)

Dalam penentuan QL harus ditentukan terlebih dahulu jumlah kendaraan yang tertinggal dari periode hijau sebelumnya (NQ1) serta jumlah kendaraan yang akan datang setelah periode merah (NQ2). Penentuan tersebut dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$NQ1 = C \times ((DS - 1) + \sqrt{((DS - 1)^2 + (8 \times (DS - 0,5)) / C)}) \dots \text{III. 35}$$

Rumus III. 35 Jumlah Kendaraan Yang Tersisa Dari Fase Hijau Sebelumnya

$$NQ2 = c \times \frac{1 - (\frac{g^i}{c})}{1 - (\frac{g^i}{c}) \times 0,5} \times \frac{Q}{3600} \dots \dots \dots \text{III. 36}$$

Rumus III. 36 Jumlah Kendaraan Yang Datang Pada Selama Fase Merah

Sumber : MKJI, 1997

Selanjutnya NQ1 dan NQ2 dijumlahkan sehingga didapatkan NQ, baru kemudian panjang antrian dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$QL = NQ_{max} \times \frac{20}{w_e} \dots \dots \dots \text{III.37}$$

Rumus III. 37 Panjang Antrian

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan:

Nqmax = NQ maksimal setiap fase

We = lebar pendekat

- q. Tundaan Lalu Lintas (*Delay*)

Delay merupakan tundaan rata-rata untuk semua kendaraan yang memasuki persimpangan. Dapat ditentukan keterkaitan empiris antara *D* (*Delay*) dan *DS* (derajat kejenuhan) dengan rumus berikut.

$$D_j = DT_j + DG_j \dots \dots \dots \text{III.38}$$

Rumus III. 38 Tundaan Lalu Lintas

Sumber : MKJI, 1997

- r. Tundaan rata-rata lalu lintas.

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ \times 3.600}{c} \dots \dots \dots \text{III. 39}$$

Rumus III. 39 Tundaan Rata-Rata Lalu Lintas

- s. Tundaan Geometri

Merupakan geometris rata-rata dari semua kendaraan bermotor yang memasuki persimpangan.

$$DG_j = (1 - p_{sv})^6 + (P_{sv} \times 4) \dots \dots \dots \text{III. 40}$$

Rumus III. 40 Tundaan Geometri

Sumber : MKJI, 1997

- t. Angka Henti (NS)

Setiap pendekatan merupakan jumlah rata-rata kendaraan yang berhenti per smp. Termasuk kendaraan yang melakukan henti berulang sebelum melalui garis stop simpang. Nilai angka henti dapat diperoleh dengan perhitungan dengan persamaan berikut.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q_{xc}} \times 3600 \dots \dots \dots \text{III.41}$$

Rumus III. 41 Angka Henti

Sumber : MKJI, 1997

Dimana:

- NS = Angka henti
- NQ = Jumlah antrian
- C = Waktu siklus (detik)
- Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

Perhitungan jumlah kendaraan terhenti (NSV) untuk tiap pendekat dapat diitung dengan menggunakan persamaan:

$$Nsv = Q \times NS \dots \dots \dots \text{III.42}$$

Rumus III. 42 Jumlah Kendaraan Berhenti

Dimana:

- Nsv = Jumlah kendaraan berhenti
- Q = Arus lalu lintas (smp/ja)
- NS = Angka henti

Laju henti rata-rata seluruh simpah dihitung dengan melakukan pembagian jumlah kendaraan berhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kendaraan/jam. Laju henti rata-rata dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$NStot = \frac{\sum Nsv}{Qtot} \dots \dots \dots \text{III.43}$$

Rumus III. 43 Laju Henti Rata-Rata

Dimana:

- Nstot = Laju henti rata – rata
- $\sum Nsv$ = Jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat
- Q tot = Arus simpang total (kendaraan/jam)

3.6. Tingkat Pelayanan Persimpangan

Tingkat pelayanan pada persimpangan mempertimbangkan faktor tundaan dan kapasitas persimpangan. Terkait dengan tingkat pelayanan pada persimpangan dapat dilihat pada Tabel.

Tabel III. 12 Tingkat Pelayanan Persimpangan

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)
A	< 5
B	5 – 15
C	15 – 25
D	25 – 45
E	45 – 60
F	> 60

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015

3.7. Standarisasi

Penyesuaian kendaraan dalam Satuan Mobil Penumpang terdapat pada tabel dibawah ini:

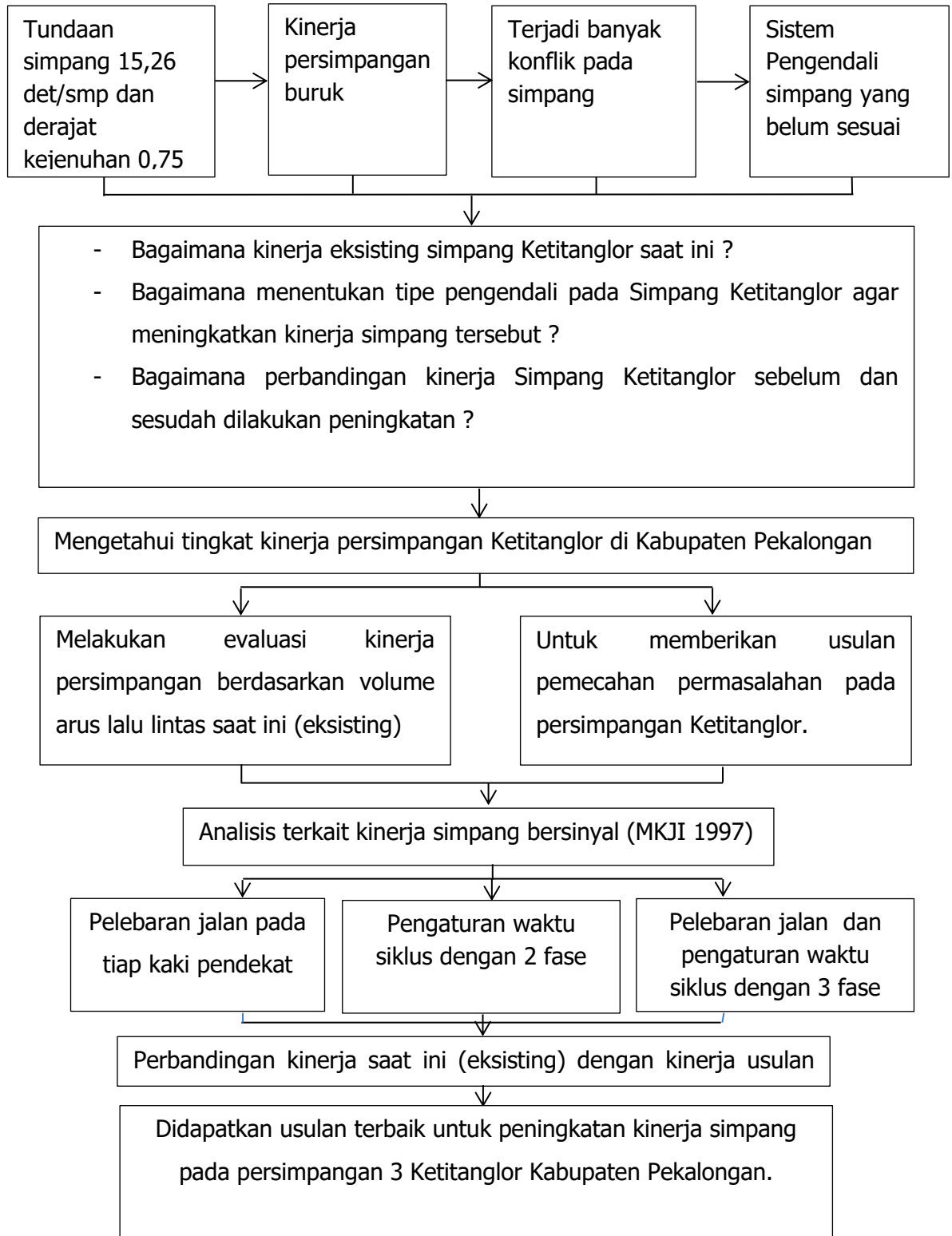
Tabel III. 13 Penyesuaian SMP Kendaraan Pada Persimpangan

Tipe Kendaraan	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
Kendaraan Ringan	1	1
Kendaraan Berat	1,3	1,3
Sepeda Motor	0,2	0,4
Kend. Tak Bermotor	0,5	1

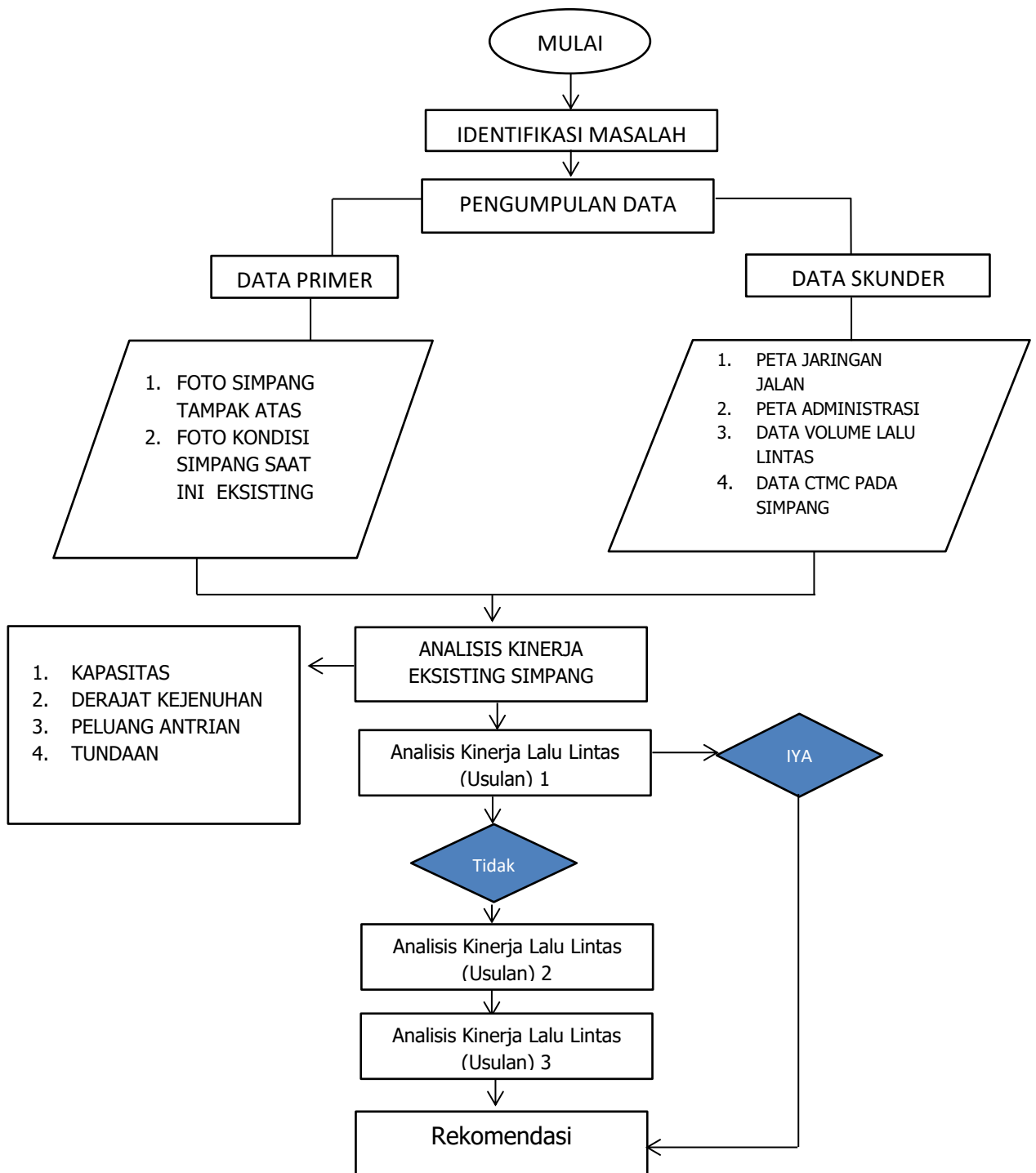
Sumber : MKJI, 1997

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Alur Pikir



4.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian

4.3. Teknik Pengumpulan Data

4.3.1 Metode pengumpulan data primer

Data primer diperoleh dari kegiatan survei secara langsung di lapangan untuk memperoleh data persimpangan, yaitu:

- a. Visualisasi berupa foto tampak atas, yang didapat dari google maps atau google earth.
- b. Visualisasi berupa foto kondisi, yang didapat dari lapangan.

4.3.2. Metode pengumpulan data Sekunder

Metode yang diterapkan bertujuan untuk memperoleh data sekunder. Dilakukan dengan datang langsung ke lembaga terkait seperti kantor Dinas Perhubungan Kabupaten Pekalongan, Kantor Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Pekalongan dan Bappeda Kabupaten Pekalongan. Berikut ini adalah target data sekunder:

- a. Peta jaringan jalan, didapat dari Dinas Perhubungan dan Dinas PUPR.
- b. Kantor BPS Kabupaten Pekalongan untuk mendapatkan data tentang jumlah penduduk Kabupaten Pekalongan dan Kabupaten Pekalongan dalam angka.

1) Survei Inventarisasi Persimpangan

Survei dilakukan untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan. Dilakukan dengan kegiatan pendataan kondisi sarana, prasarana, serta lingkungan sekitar persimpangan.

a) Peralatan survei yang dibutuhkan yaitu:

- (1) Walking Measure;
- (2) Roll Meter;
- (3) Clip board;
- (4) Alat tulis.

b) Pelaksanaan Survei

Survei inventarisasi persimpangan ini dilaksanakan dengan cara mengamati, mengukur dan mencatat data ke dalam formulir survei,

sesuai dengan target data yang akan diambil. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan survei ini adalah pengukuran langsung terhadap semua perlengkapan yang terdapat pada persimpangan.

c) Target data :

- (1) Panjang dan lebar jalan;
- (2) Jumlah dan jenis rambu;
- (3) Kondisi tata guna lahan;
- (4) Prasarana jalan lainnya.

2) Survei Gerakan Membelok Terklasifikasi

Survei gerakan membelok terklasifikasi atau survei pencacahan lalu lintas terklasifikasi di persimpangan bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai tingkat kepadatan lalu lintas di suatu persimpangan. Informasi tersebut didasarkan pada volume lalu lintas terklasifikasi yang meliputi jenis kendaraan dan arah gerak kendaraan. Dilakukan dengan mengamati dan mencacah langsung pada setiap kaki persimpangan pada periode waktu tertentu.

Pelaksanaan survei gerakan membelok yaitu sebagai desain geometrik persimpangan, melakukan analisis terhadap sistem pengendalian persimpangan serta kapasitas berdasarkan referensi khusus terhadap lalu lintas berbelok kanan beserta studi-studi hambatan. Survei ini menjadi penting karena hambatan yang ada di jalan sering terjadi di persimpangan yang menjadi lokasi pembagian ruang. Artinya, ketika satu kendaraan mendapatkan prioritas, maka kendaraan lainnya akan mengalami hambatan. Prioritas dibutuhkan untuk mengecilkan dan sebagai pengendali terjadinya konflik. Terutama antara lalu lintas dengan gerak lurus dan lalu lintas berbelok kanan dari arah berlawanan.

a) Peralatan survei yang dibutuhkan yaitu:

- (1) Counter;
- (2) Alat tulis;
- (3) Clipboard.

b) Tata cara survei :

- (1) Surveyor berada di titik survei di kaki persimpangan, serta diharuskan bisa melakukan pengamatan terhadap pergerakan arus lalu lintas.
- (2) Surveyor setidaknya terdiri dari tiga orang dengan tugas mencatat jumlah kendaraan berbelok kiri, kanan, dan lurus.
- (3) Penghitungan kendaraan dihitung dilakukan setiap interval waktu 15 menit dalam 1 jam selama *peak hours* (pagi, siang dan sore hari).

c) Target data :

- (1) Jumlah kendaraan yang melakukan gerakan membelok di persimpangan;
- (2) Derajat kejenuhan persimpangan;
- (3) Konflik yang terjadi di persimpangan.

4.4. Metode Pengolahan Data

1. Evaluasi Tipe Kendali Simpang, Metode pengolahan data yang digunakan adalah dengan melakukan perbandingan antara jumlah arus lalu lintas yang melintasi simpang dengan ketentuan tipe kendali simpang yang terdapat pada gambar III.1, yang kemudian dilakukan evaluasi apakah tipe kendali simpang saat ini sudah sesuai dengan ketentuan ataukah perlu dilakukan penggantian tipe kendali simpang dari tipe kendali simpang eksisting.
2. Evaluasi Kinerja Simpang Eksisting, Evaluasi kinerja simpang eksisting digunakan untuk melihat kinerja simpang eksisting sebelum dilakukan optimalisasi. Dalam tahap ini perhitungan yang dilakukan adalah perhitungan derajat kejenuhan, peluang antrian, lama tundaan pada lengan mayor dan lengan minor simpang yang merupakan kriteria untuk melakukan penilaian kinerja simpang penentuan tipe kendali.
3. Penentuan Tipe Kendali, penentuan yang dilakukan untuk jenis kendali simpang yang akan digunakan adalah berdasarkan jumlah kendaraan yang melintas pada lengan mayor dan lengan minor dalam 1 hari. Besar arus tersebut kemudian dimasukkan kedalam grafik pada gambar III.1 yang merupakan ketentuan untuk penentuan kendali simpang berdasarkan arus lalu lintas yang melintas.

4. Analisis Optimalisasi Simpang dilakukan dengan membuat beberapa skenario yang akan dilakukan untuk melakukan optimalisasi. Beberapa skenario tersebut kemudian dilakukan perbandingan antara kinerja eksisting dengan kinerja setelah beberapa skenario tersebut dijalankan. Setelah dilakukan perbandingan, kemudian skenario dengan peningkatan kinerja terbaik yang akan dipilih dan akan dijadikan usulan untuk melakukan optimalisasi simpang.

4.5. Metode Analisis

Dalam melakukan analisis pada kajian optimalisasi simpang di Kabupaten Pekalongan menggunakan analisis dengan metode dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Manual Kapasitas Jalan Indonesia merupakan pedoman untuk melakukan perhitungan simpang bersinyal, tidak bersinyal, jalan perkotaan dan jalan luar kota berdasarkan kondisi di Indonesia, sehingga dalam kajian ini perhitungan yang dilakukan menggunakan metode dari MKJI.

4.6. Analisis Keputusan

Setelah dilakukan analisis optimalisasi Simpang Ketitanglor di Kabupaten Pekalongan akan menghasilkan usulan yang tepat sehingga simpang tersebut menjadi optimal kinerjanya dengan memperhatikan Antrian (Q), Derajat Kejenuhan (DS) dan Tundaan (D) simpang.

4.7. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dikerjakan bersamaan dengan pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Kabupaten Pekalongan yang dikerjakan mulai bulan Februari - bulan Juni 2022. Penelitian ini dilaksanakan di satu simpang, yaitu :

4.7.1 Simpang Ketitanglor

Simpang Ketitanglor adalah simpang tiga tidak bersinyal dengan tipe simpang 322. Simpang ketitanglor merupakan pertemuan antara Jalan Raya Bojong 3 pada lengan simpang Utara, Jalan Raya Bojong 4 pada lengan simpang Selatan, dan Jalan Ketitanglor – Sedayu pada lengan simpang Timur.



Sumber : Google Earth

Gambar IV. 2 Tampak atas lokasi Simpang Ketitanglor

BAB V

ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

5.1. Perhitungan Kondisi Saat Ini (Eksisting) Simpang Ketitanglor

Perhitungan kondisi eksisting dilakukan dengan melakukan perhitungan simpang tidak bersinyal karena pada kondisi saat ini, Simpang Ketitanglor merupakan simpang tidak bersinyal sehingga perhitungan yang dilakukan adalah perhitungan simpang tidak bersinyal.

5.1.1. Perhitungan Kapasitas Simpang Eksisting

Dalam perhitungan kapasitas simpang tidak bersinyal terdapat beberapa ketentuan dan faktor koreksi yang harus diperhatikan diantaranya adalah kapasitas dasar (C_0), Lebar pendekat rata-rata (F_w), median jalan (F_m), ukuran kota (FC_s), hambatan samping (F_{rsu}), faktor penyesuaian belok kanan (F_{rt}), faktor penyesuaian belok kiri (F_{lt}), dan faktor penyesuaian arus minor (F_{mi}). Berikut adalah perhitungan kapasitas Simpang Ketitanglor.

a. Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas simpang berdasarkan jenis simpang. Dikarenakan tipe simpang Ketitanglor merupakan simpang dengan tipe 322 sehingga berdasarkan tabel III.5 kapasitas dasar simpang tersebut adalah 2700 smp/jam.

b. Lebar pendekat rata-rata (F_w)

Berikut merupakan data perhitungan lebar pendekat pada Simpang Ketitanglor.

Tabel V. 1 Lebar Pendekat Simpang Ketitanglor

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Lebar Pendekat (m)	Status
1	U	Jalan Raya Bojong 3	4	Jalan Mayor
2	T	Ketitanglor - Sedayu	3,75	Jalan Minor
3	S	Jalan Raya Bojong 4	4	Jalan Mayor

Lebar pendekat rata-rata dari simpang tersebut adalah 3,92 m sehingga faktor penyesuaian untuk lebar pendekat rata-rata (F_w) menurut tabel III.6 adalah sebagai berikut:

$$F_w = 0,73 + 0,0760(W_1) = 0,73 + 0,0760(3,92) = 1,03$$

- c. Faktor penyesuaian median (F_m)

Pada simpang tersebut tidak terdapat median, sehingga faktor penyesuaian untuk median jalan (F_m) menurut tabel III.7 adalah 1,00.

- d. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{ccs})

Jumlah penduduk Kabupaten Pekalongan adalah 968.821 jiwa sehingga untuk faktor penyesuaian ukuran kota menurut tabel III.8 memiliki nilai 0,94.

- e. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{rsu})

Tata guna lahan di sekitar simpang merupakan komersial tapi dengan hambatan samping sedang maka nilai faktor penyesuaian hambatan samping (F_{rsu}) menurut tabel III.9 adalah 0,94.

- f. Faktor penyesuaian belok kiri (F_{lt})

Faktor Penyesuaian rasio belok kiri berdasarkan rumus III.7 didapatkan dari perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} F_{LT} &= 0,84 + 1,61P_{LT} \\ &= 0,84 + 1,61 \frac{\text{Volume kendaraan belok kiri}}{\text{Volume kendaraan yang melintas}} \\ &= 0,84 + 1,61 \left(\frac{365}{2051} \right) \\ F_{LT} &= 1,13 \end{aligned}$$

- g. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{rt})

Faktor Penyesuaian rasio belok kanan didapatkan dari ketentuan MKJI jika 3 lengan maka $FRT = 0,98$.

- h. Faktor penyesuaian arus minor (F_{mi})

Faktor penyesuaian arus minor didapatkan dari hasil berikut:

$$\text{Rasio arus minor} = \frac{\text{Volume arus minor}}{\text{Volume arus minor} + \text{volume arus mayor}}$$

$$= \frac{571}{571+3139}$$

$$= 0,182$$

Karena rasio arus minor adalah 0.182 maka sesuai rumus pada Rumus III.9 untuk simpang dengan tipe 322 yang memiliki rasio arus minor diantara 0,1 sampai 0,5 nilai faktor penyesuaian arus minornya adalah sebagai berikut:

$$F_{mi} = 1,19 \times P_{mi}^2 - 1,19 \times P_{mi} + 1,19$$

$$= 1,19 \times 0,20^2 - 1,19 \times 0,20 + 1,19$$

$$F_{mi} = 1,01$$

i. Kapasitas (C)

Setelah semua faktor penyesuaian didapatkan, maka perhitungan kapasitasnya adalah sebagai berikut :

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi}$$

$$= 2700 \times 1,03 \times 1,00 \times 0,94 \times 0,94 \times 1,13 \times 0,98 \times 1,01$$

$$C = 2.741 \text{ smp/jam.}$$

j. Total arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan hasil survey adalah 2.050,59 smp/jam.

k. Perhitungan derajat kejenuhan

Merupakan hasil dari jumlah arus dibagi dengan kapasitas. Total arus hasil survey adalah 2.052,11 smp/jam dan kapasitasnya adalah 2.753 smp/jam sehingga perhitungan derajat kejenuhannya adalah sebagai berikut.

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{2050,59}{2741}$$

$$= 0,75$$

5.1.2. Perhitungan Peluang Antrian

Peluang antrian dapat dihitung menggunakan rumus III.17 pada bab III

$$Q_{Pmin\%} = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3$$

$$= 9,02 \times 0,75 + 20,66 \times 0,75^2 + 10,49 \times 0,75^3$$

$$= 23 \%$$

$$\begin{aligned} QP_{\max\%} &= 47,71 \times DS - 24,68 DS^2 + 56,47 \times DS^3 \\ &= 47,71 \times 0,75 - 24,68 \times 0,75^2 + 56,47 \times 0,75^3 \\ &= 46 \% \end{aligned}$$

5.1.3. Perhitungan tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk menilai kinerja simpang. Perhitungan tundaan menggunakan rumus III.11 karena DS dari Simpang Ketitanglor adalah 0,75.

a. Tundaan lalu-lintas

Berikut merupakan perhitungan tundaan lalu lintas

$$\begin{aligned} DT &= 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 DS) - (1 - DS) \times 2 \\ &= 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 \times 0,75) - (1 - 0,75) \times 2 \\ &= 11,29 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

b. Tundaan geometrik

Berikut merupakan perhitungan tundaan geometrik

$$\begin{aligned} DG &= (1-DS) \times (Pt \times 6 + (1-Pt) \times 3) + DS \times 4 \\ &= 3,97 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

c. Tundaan jalan mayor

Berikut merupakan perhitungan tundaan jalan mayor

$$\begin{aligned} D_{ma} &= 1.05034 / (0.346 - 0.246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 \\ &= 1.05034 / (0.346 - 0.246 \times 0,75) - (1 - 0,75) \times 1,8 \\ &= 6,40 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

d. Tundaan jalan minor

Berikut merupakan perhitungan tundaan jalan minor

$$\begin{aligned} D_{mi} &= (Q_{tot} \times DT - Q_{ma} \times D_{ma}) / Q_{mi} \\ &= 40,69 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

e. Tundaan simpang

Tundaan simpang merupakan jumlah tundaan geometrik dengan tundaan lalu lintas.

$$D = DT + DG = 11,29 + 3,97 = 15,26 \text{ detik/smp}$$

Tabel V. 2 Tabel Perhitungan Tundaan

No	Tundaan Lalu lintas	Tundaan geometrik	Tundaan Jalan Mayor	Tundaan Jalan Minor	Tundaan Simpang
1	11,26	3,97	6,40	40,69	15,26

5.1.4. Kesimpulan kinerja simpang eksisting simpang Ketitanglor

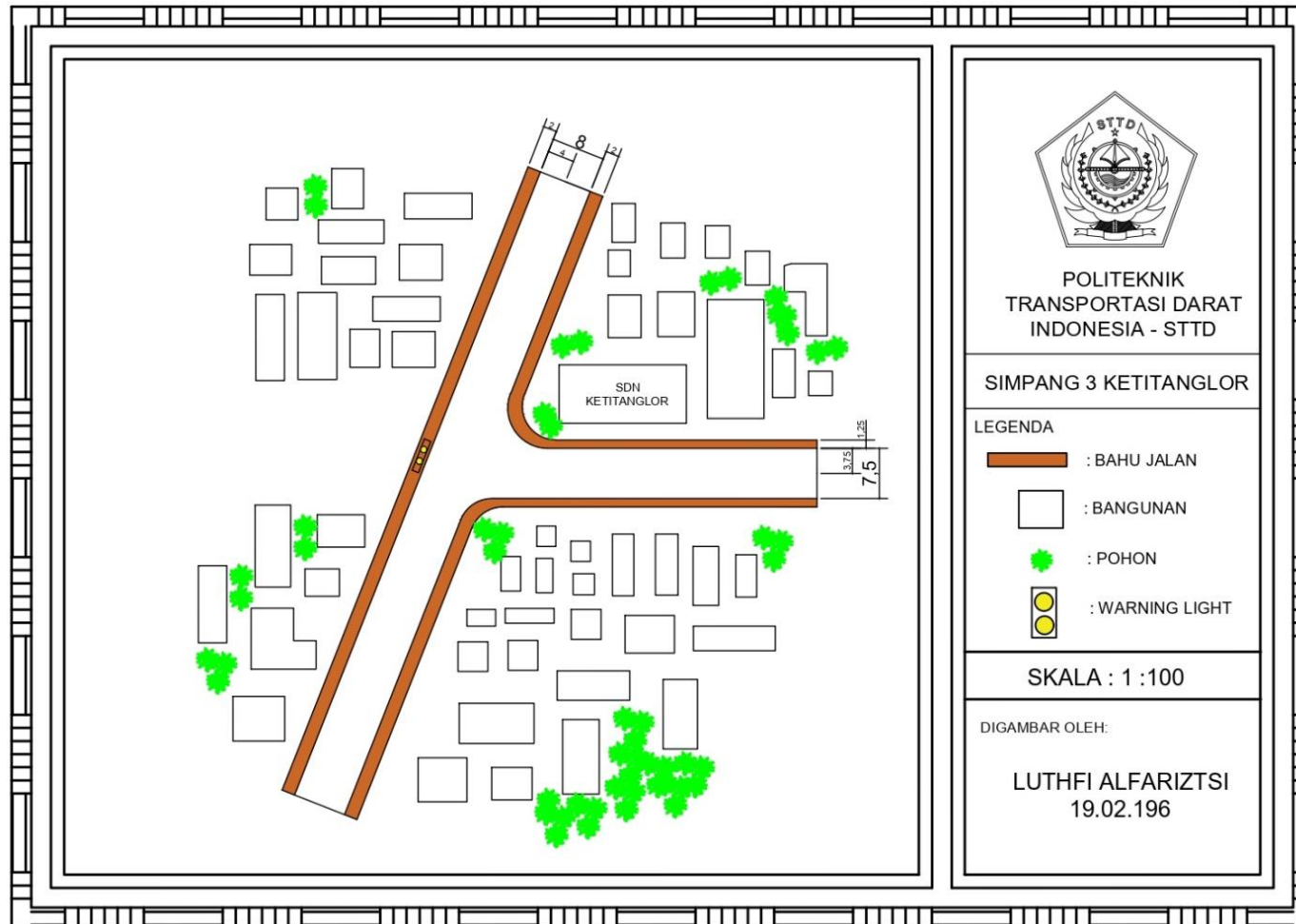
Kondisi saat ini simpang Ketitanglor memiliki kinerja sebagai berikut.

Derajat Kejenuhan (DS) = 0,75

Peluang Antrian (QP) = Min 23%, Max 46%

Tundaan Simpang (D) = 15,26 detik/smp

Jadi Tingkat pelayanan simpang Ketitanglor kondisi eksisting adalah C.



Gambar V. 1 Kondisi pada tahun 2022 Simpang 3 Ketitanglor tidak memiliki marka jalan dan rambu.

5.2. Analisis Kinerja Simpang Ketitanglor Usulan I

Setelah angka kondisi eksisting didapatkan, maka pada tahap ini dilakukan perhitungan usulan pertama yaitu perubahan geometrik jalan dengan penambahan lebar pada tiap kaki simpang guna meningkatkan kapasitas simpang pada simpang Ketitanglor. Berikut adalah perhitungan untuk usulan 1 Simpang Ketitanglor.

5.2.1. Perhitungan Kapasitas Simpang Usulan 1

a. Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar merupakan kapasitas simpang berdasarkan jenis simpang. Dikarenakan tipe simpang Ketitanglor merupakan simpang dengan tipe 322 sehingga berdasarkan tabel III.5 maka kapasitas dasar simpang tersebut adalah 2700 smp/jam.

b. Lebar pendekat rata-rata (Fw)

Berikut data lebar pendekat pada simpang Ketitanglor dengan adanya usulan 1 yaitu pelebaran jalan pada tiap kaki simpang.

Tabel V. 3 Lebar pendekat Simpang Ketitanglor (Pelebaran)

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Lebar Pendekat (m)	Status
1	U	Jalan Raya Bojong 3	5	Jalan Mayor
2	T	Ketitanglor - Sedayu	4,75	Jalan Minor
3	S	Jalan Raya Bojong 4	5	Jalan Mayor

Sumber : Hasil Survey

Lebar pendekat rata – rata dari simpang tersebut adalah 4,92 m sehingga faktor penyesuaian untuk lebar pendekat rata rata (Fw) menurut rumus pada tabel III.6 adalah sebagai berikut:

$$Fw = 0,73 + 0,0760(W1) = 0,73 + 0,0760(4,92) = 1,10$$

c. Faktor penyesuaian median (Fm)

Pada simpang ini tidak memiliki median, maka faktor penyesuaian untuk median jalan (Fm) menurut tabel III.7 adalah 1,00.

d. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fccs)

Jumlah penduduk Kabupaten Pekalongan adalah 968.821 juta jiwa sehingga untuk faktor penyesuaian ukuran kota menurut tabel III.8 memiliki nilai 0,94.

e. Faktor penyesuaian hambatan samping (Frsu)

Tata guna lahan di sekitar simpang merupakan komersial tapi dengan hambatan samping sedang maka nilai faktor penyesuaian hambatan samping (Frsu) menurut tabel III.9 adalah 0,94.

f. Faktor penyesuaian belok kiri (Flt)

Faktor Penyesuaian rasio belok kiri berdasarkan rumus III.7 didapatkan dari perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}F_{LT} &= 0,84 + 1,61P_{LT} \\&= 0,84 + 1,61\left(\frac{\text{Volume Kendaraan Belok Kiri}}{\text{Volume Kendaraan yang Melintas}}\right) \\&= 0,84 + 1,61\left(\frac{365}{2051}\right) \\F_{LT} &= 1,13\end{aligned}$$

g. Faktor penyesuaian belok kanan (Frt)

Faktor Penyesuaian rasio belok kanan didapatkan dari ketentuan MKJI jika 3 lengan maka FRT= 0,98.

h. Faktor penyesuaian arus minor (Fmi)

Faktor penyesuaian arus minor didapatkan dari hasil berikut:

$$\begin{aligned}\text{Rasio arus minor} &= \frac{\text{Volume arus minor}}{\text{Volume arus minor} + \text{volume arus mayor}} \\&= \frac{571}{571 + 2569} \\&= 0,182\end{aligned}$$

Karena rasio arus minor adalah 0.20 maka sesuai rumus pada Rumus III.9 untuk simpang dengan tipe 322 yang memiliki rasio arus minor diantara 0,1 sampai 0,5 nilai faktor penyesuaian arus minornya adalah sebagai berikut:

$$F_{mi} = 1,19 \times P_{mi}^2 - 1,19 \times P_{mi} + 1,19$$

$$= 1,19 \times 0,20^2 - 1,19 \times 0,20 + 1,19$$

$$F_{mi} = 1,01$$

i. Kapasitas (C)

Setelah semua faktor penyesuaian didapatkan, maka perhitungan kapasitasnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi} \\ &= 2700 \times 1,10 \times 1,00 \times 0,94 \times 0,94 \times 1,13 \times 0,98 \times 1,01 \\ C &= 2.944 \text{ smp/jam.} \end{aligned}$$

j. Total arus lalu lintas (Q)

Berdasarkan hasil survey adalah 2.050,59 smp/jam Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

k. Perhitungan derajat kejenuhan

Merupakan hasil dari jumlah arus dibagi dengan kapasitas. Total arus hasil survey adalah 2.050,59 smp/jam dan kapasitasnya adalah 2.944 smp/jam sehingga perhitungan derajat kejenuhannya adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} DS &= \frac{Q}{C} \\ &= \frac{2050,59}{2944} \\ &= 0,70 \end{aligned}$$

5.2.2. Perhitungan Peluang Antrian

Peluang antrian dapat dihitung menggunakan rumus III.17 pada bab III

$$\begin{aligned} QP_{min\%} &= 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \\ &= 9,02 \times 0,70 + 20,66 \times 0,70^2 + 10,49 \times 0,70^3 \\ &= 20 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} QP_{max\%} &= 47,71 \times DS - 24,68 DS^2 + 56,47 \times DS^3 \\ &= 47,71 \times 0,70 - 24,68 \times 0,70^2 + 56,47 \times 0,70^3 \\ &= 40 \% \end{aligned}$$

5.2.3. Perhitungan tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk menilai kinerja simpang. Perhitungan tundaan menggunakan rumus III.11 karena DS dari Simpang Ketitanglor adalah 0,70.

a. Tundaan lalu-lintas

Berikut merupakan perhitungan tundaan lalu lintas

$$\begin{aligned}DT &= 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 DS) - (1 - DS) \times 2 \\&= 1.0504 / (0.2742 - 0.2042 \cdot 0,70) - (1 - 0,70) \times 2 \\&= 7,87 \text{ det/smp}\end{aligned}$$

b. Tundaan geometrik

Berikut merupakan perhitungan tundaan geometrik

$$\begin{aligned}DG &= (1-DS) \times (Pt \times 6 + (1-Pt) \times 3) + DS \times 4 \\&= 3,97 \text{ detik/smp}\end{aligned}$$

c. Tundaan jalan mayor

Berikut merupakan perhitungan tundaan jalan mayor

$$\begin{aligned}Dma &= 1.05034 / (0.346 - 0.246 \times DS) - (1 - DS) \cdot 1,8 \\&= 1.05034 / (0.346 - 0.246 \times 0,70) - (1 - 0,70) \cdot 1,8 \\&= 5,90 \text{ det/smp}\end{aligned}$$

d. Tundaan jalan minor

Berikut merupakan perhitungan tundaan jalan minor

$$\begin{aligned}Dmi &= (Q_{tot} \times DT - Q_{ma} \times Dma) / Q_{mi} \\&= 19,72 \text{ detik/smp}\end{aligned}$$

e. Tundaan simpang

Tundaan simpang merupakan jumlah tundaan geometrik dengan tundaan lalu lintas.

$$D = DT + DG = 7,93 + 4,01 = 11,94 \text{ detik/smp}$$

Tabel V. 4 Tabel Perhitungan Tundaan

No	Tundaan Lalu lintas	Tundaan geometric	Tundaan Jalan Mayor	Tundaan Jalan Minor	Tundaan Simpang
1	7,87	3,97	5,90	19,72	11,84

5.2.4. Kesimpulan kinerja simpang usulan 1 simpang Ketitanglor

Kondisi simpang Ketitanglor usulan 1 memiliki kinerja sebagai berikut.

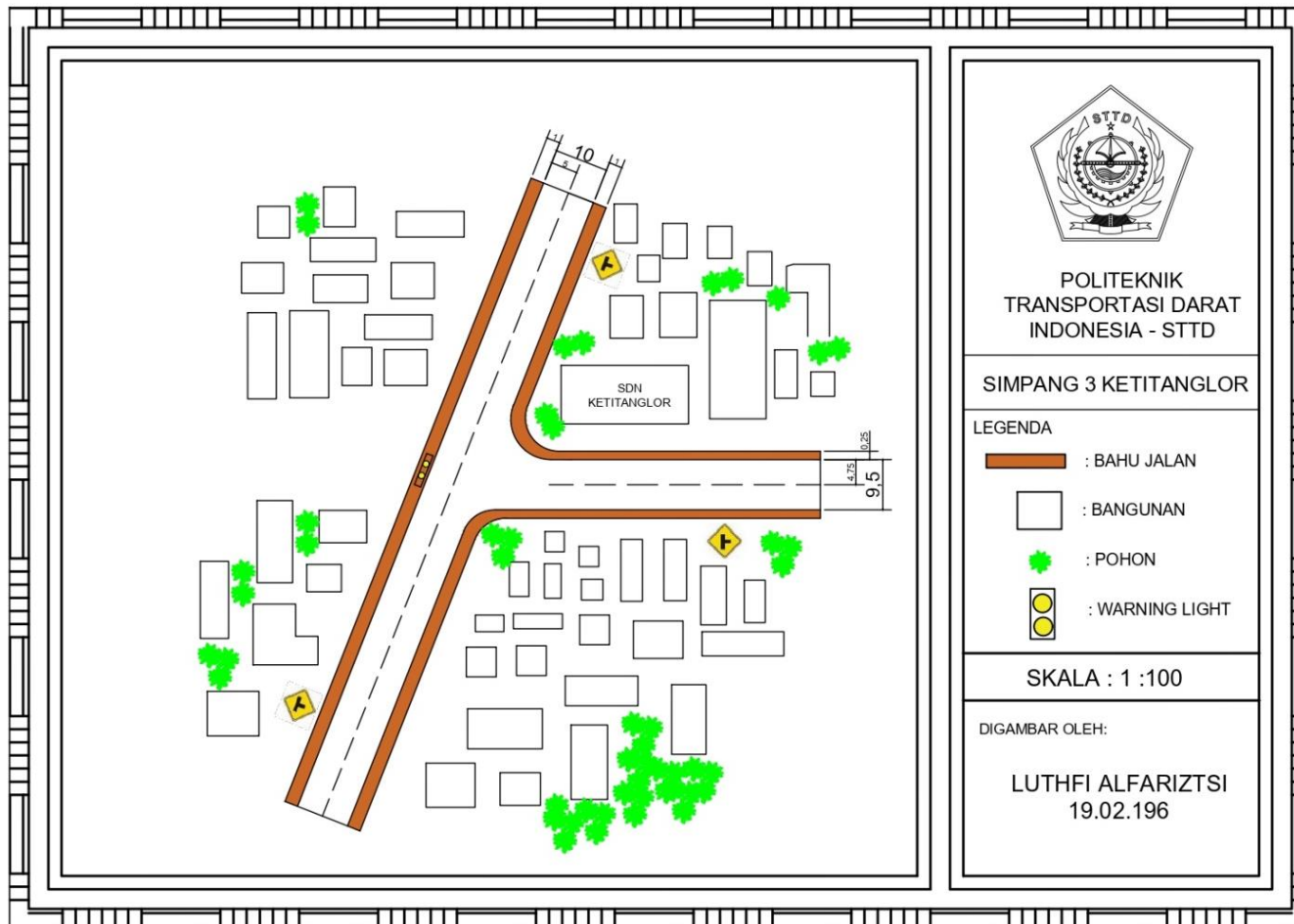
Derajat Kejenuhan (DS) = 0,70

Peluang Antrian (QP) = Min 20%, Max 40%

Tundaan Simpang (D) = 11,84 detik/smp

Jadi Tingkat pelayanan simpang Ketitanglor usulan 1 yaitu dengan pelebaran jalan adalah B.

Pada kondisi usulan 1 ini mengalami peningkatan yang baik dilihat dari penurunan angka derajat kejenuhan, peluang antrian, dan tundaan simpang. Usulan 1 ini secara keseluruhan baik namun masih memiliki kekurangan yaitu membutuhkan biaya yang cukup besar untuk melakukan pelebaran jalan ini.



Gambar V. 2 Kondisi Usulan 1 (setelah pelebaran)

5.3. Penentuan Tipe Kendali Simpang

Simpang Ketitanglor pada saat ini merupakan simpang tiga tidak bersinyal, namun seiring berjalannya waktu pertumbuhan kendaraan tentunya terus meningkat maka tipe pengendalian pada simpang ketitanglor saat ini perlu ditinjau kembali. Gambar penentuan pengendali persimpangan berdasarkan volume lalu lintas setiap kaki simpang dapat dijadikan sebagai pedoman dalam menentukan tipe pengendali persimpangan. Dapat dilakukan penghitungan dengan persatuan waktu (jam) untuk waktu lebih periode, misalkan pada arus lalu lintas jam sibuk pagi, siang, sore. Volume jam perencanaan diperoleh dari jam sibuk yang merupakan hasil perjumlahan dari kendaraan yang telah dibagi menjadi masing masing golongan kendaraan, kemudian dibagi dengan faktor K. faktor K adalah nilai yang didapat berdasarkan tipe kota dan jalan. Sehingga untuk simpang tiga Ketitanglor sebagai berikut.

- Untuk arus pada jalan mayor VJP = 1758 smp/jam

Sehingga

$$LHR = VJP/K = 1758 / 0,08 = 21.975$$

Dengan K = Karena jumlah penduduk Kabupaten Pekalongan di bawah 1 juta penduduk dan lokasi simpang yang merupakan jalan – jalan pada daerah komersial maka nilainya 8%

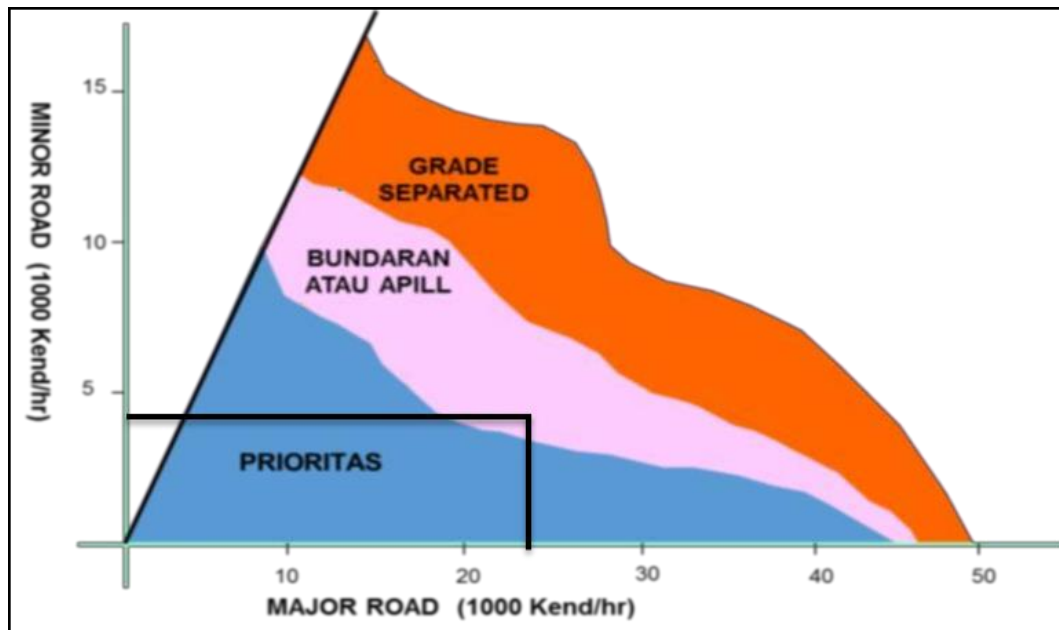
- Untuk jalan minor VJP = 321 smp/jam

Sehingga

$$LHR = VJP/K = 292 / 0,08 = 3.650$$

Dengan K = Karena jumlah penduduk Kabupaten Pekalongan di bawah 1 juta penduduk dan lokasi simpang yang merupakan jalan – jalan pada daerah komersial maka nilainya 8%

Dari hasil perhitungan kendaraan yang melintas pada simpang Ketitanglor maka kemudian disesuaikan pada grafik tipe kendali simpang, maka didapatkan hasil sebagai berikut.



Sumber MKJI

Gambar V. 3 Diagram Tipe Pengendalian Simpang

5.4. Analisis Kinerja Simpang Ketitanglor Kondisi Usulan II

Setelah kondisi simpang saat ini (eksisting) diketahui dan penentuan tipe pengendali simpang telah didapatkan, maka selanjutnya ialah melakukan perhitungan dan penentuan fase guna melakukan optimalisasi.

Berikut adalah perhitungan simpang Ketitanglor dengan usulan kedua.

5.4.1. Perhitungan Arus Jenuh

Optimalisasi Simpang Ketitanglor dengan skenario usulan kedua ini dilakukan dengan cara membuat Simpang Ketitanglor menjadi simpang bersinyal dengan 2 fase. Perhitungan kinerja Simpang Ketitanglor pada skenario usulan 2 dapat dilihat dibawah ini.

a. Arus Jenuh (S_o)

Faktor-faktor yang memengaruhi nilai kapasitas tersebut (P) dapat dihitung terlebih dahulu sebelum perhitungan arus jenuh.

Pada ruas kaki jalan Ketitang – Sedayu (Terlindung) :

$$S_o = 600 \times W_e = 600 \times 3.75 = 2.250 \text{ smp/jam}$$

Perhitungan arus jenuh dasar pada pendekat tipe (O) dapat dilihat pada grafik penentuan S_o dengan melihat Q_{rt} dan Q_{rto} . Pada Simpang Ketitanglor terdapat dua kaki simpang yang merupakan tipe terlawan yaitu pada kaki simpang Utara dan Selatan. Untuk kaki simpang Utara memiliki Q_{rt} sebesar 118 smp/jam dan Q_{rto} sebesar 0 smp/jam dengan lebar pendekat 4 meter, maka arus jenuh pada kaki Utara sesuai dengan Gambar III.3 didapatkan nilai sebesar 2.190 smp/jam. Pada kaki simpang Selatan memiliki Q_{rt} sebesar 0 smp/jam dan Q_{rto} sebesar 118 smp/jam dengan lebar pendekat 4 meter didapatkan arus jenuh dengan nilai sebesar 1.980 smp/jam.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel perhitungan arus jenuh dasar dibawah ini:

Tabel V. 5 Arus jenuh Dasar Simpang Ketitanglor

NO	Kode Pendekat	Lebar efektif (W_e) (m)	Arus Jenuh Dasar (S_o) (smp/jam)
1	T	3.75	2250
2	U	4	2190
3	S	4	1980

Sumber : Hasil Analisis

- b. Faktor penyesuaian hambatan samping (F_{rsu})

F_{rsu} dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel V. 6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Hambatan Samping	Lingkungan jalan	F_{sf}
1	T	P	Rendah	Komersial	0,95
2	U	O	Rendah	Komersial	0,95
3	S	O	Rendah	Komersial	0,95

Sumber : Hasil Analisis

- c. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs)
Ukuran faktor penyesuaian ukuran kota, Kabupaten Pekalongan memiliki jumlah 968.821 jiwa sehingga FCcs = 0,94
- d. Faktor penyesuaian kelandaian (Fg)
Kelandaian persimpangan untuk masing – masing kaki simpang adalah datar (0%), oleh karena itu Fg = 1,00
- e. Faktor penyesuaian parkir (Fp)
Disekitar Simpang Ketitanglor tidak terdapat ruang untuk parkir, sehingga untuk faktor penyesuaian parkir Fp = 1,00
- f. Faktor penyesuaian rasio belok kanan berdasarkan rumus III.24
Berikut adalah contoh perhitungan Rasio arus belok kanan dengan kode pendekat S.

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$$

$$FRT = 1,0 + 0,14 \times 0,26$$

$$FRT = 1,04$$

- g. Faktor penyesuaian rasio belok kiri berdasarkan rumus III.26
Berikut adalah contoh perhitungan Rasio arus belok kiri dengan kode pendekat U.

$$FLT = 1,0 - PLT \times 0,16$$

$$FLT = 1,0 - 0,23 \times 0,16$$

$$FLT = 0,96$$

- h. Setelah faktor-faktor penyesuaian diketahui, maka arus jenuh masing-masingkaki simpang dapat dihitung dengan rumus III.20 yang tercantum pada bab III.

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times Fp \times FRT \times FLT$$

Untuk perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 7 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

No	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (So)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S (smp/jam)
1	T	2250	0,94	0,95	1	1	1,12	0,92	2065
2	U	2190	0,94	0,95	1	1	1,00	0,96	1884,5
3	S	1980	0,94	0,95	1	1	1,04	1,00	1830,3

Sumber : Hasil Analisis

i. Rasio arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing – masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian menggunakan rumus III.27.

Berikut adalah contoh perhitungan arus kaki simpang dengan kode pendekat S.

$$FR = Q/S = 871/1830,3 = 0,48$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 8 Perhitungan Rasio Arus

No	Kode Pendekat	Arus	Kapasitas disesuaikan	Rasio Arus
1	T	274	2065	0,12
2	U	1001	1884,5	0,54
3	S	866	1830,3	0,48

Sumber : Hasil Analisis

j. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio simpang dapat dilakukan menggunakan rumus III.28 sebagai berikut.

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

$$IFR = (0,54 + 0,12)$$

$$IFR = 0,66$$

k. Rasio fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Frcrit dan IFR menggunakan rumus III.29. Berikut adalah contoh perhitungan PR simpang dengan kode pendekat S.

$$PR = Frcrit / IFR$$

$$PR = 0,54 / 0,66$$

$$PR = 0,82$$

Perhitungan lebih lengkapnya pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 9 Perhitungan rasio fase

No	Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
1	T	0,12	0,18
2	U	0,54	0,82
3	S	0,48	0,82

Sumber : Hasil Analisis

5.4.2. Perhitungan Siklus

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari MKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase.

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu siklus dapat dicari dengan rumus III.30 seperti yang tercantum pada bab III.

$$Cua = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR}$$

$$= \frac{1,5 \times 8 + 5}{1 - 0,66}$$

$$Cua = 50 \text{ detik}$$

b. Waktu Hijau

Untuk mencari waktu hijau pada masing – masing fase, menggunakan rumus III.31 pada bab III. Berikut adalah contoh perhitungan dari pendekat simpang dengan kode U.

$$gi = (Cua - LTI) \times PR = (50 - 8) \times 0,82 = 34 \text{ detik}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 10 Waktu Siklus Dan Hijau Simpang Ketitanglor

No	Lengan	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	T	0,18	8
2	U	0,82	34
3	S	0,82	34

Sumber : Hasil Analisis

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus III.32. Karena pada skenario ini menggunakan 2 fase, maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar untuk kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$\Sigma c = g + LTI = (8+34) + 8 = 50 \text{ detik.}$$

d. Kapasitas

Kapasitas dapat dihitung menggunakan rumus III. 33 yang terletak pada bab III.

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas pendekat dengan kode S.

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

$$C = 1830,3 \times \frac{34}{50}$$

$$C = 1255 \text{ smp/jam}$$

Untuk perhitungan kapasitas masing – masing pendekat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 11 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (detik)	Waktu siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	T	2065	8	50	319
2	U	1884,5	34	50	1292
3	S	1830,3	34	50	1255

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus III.34 dapat dilihat pada bab III. Berikut merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan menggunakan pendekat dengan kode U.

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$DS = \frac{1016}{1292}$$

$$DS = 0,79$$

Perhitungan lebih jelasnya terdapat pada tabel berikut:

Tabel V. 12 Perhitungan Derajat Kejenuhan

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	T	251	319	0,79
2	U	1016	1292	0,79
3	S	871	1255	0,69

Sumber : Hasil Analisis

5.4.3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Jumlah panjang antrian total adalah

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Dimana NQ1 menggunakan rumus III.35

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

Untuk hasil perhitungan NQ1 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel V. 13 Perhitungan Jumlah SMP Yang Tersisa Pada Fase Sebelumnya

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C)	DS	NQ1 (m)
1	T	319	0,79	1,29
2	U	1292	0,79	1,33
3	S	1255	0,69	0,63

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung menggunakan rumus III.36

$$NQ2 = C \times \frac{Q}{3600} \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS}$$

Untuk hasil perhitungan NQ2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 14 Perhitungan Jumlah SMP Yang Datang Selama Fase Merah

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (g/c)	Waktu siklus (c)	DS	Q	NQ2
1	T	0,15	50	0,79	251	3,36
2	U	0,69	50	0,79	1016	9,64
3	S	0,69	50	0,69	871	7,27

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian dapat dihitung jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau menggunakan rumus. Berikut merupakan contoh perhitungan pendekat dengan kode S.

$$\begin{aligned} NQ &= NQ1 + NQ2 \\ &= 0,63 + 7,27 \\ &= 7,90 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan NQ dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 15 Tabel Perhitungan Jumlah Rata – Rata Antrian Pada Awal Sinyal Hijau

No	Pendekat	NQ1	NQ2	NQtot
1	T	1,29	3,36	4,65
2	U	1,33	9,64	10,97
3	S	0,63	7,27	7,90

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian panjang antrian dapat dihitung menggunakan rumus III.37. Berikut merupakan contoh perhitungan panjang pada kaki simpang dengan kode pendekat S.

$$QL = NQtot \times \frac{20}{Wmasuk}$$

$$QL = 7,90 \times \frac{20}{4}$$

$$QL = 39,52 \text{ m}$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut :

Tabel V. 16 Perhitungan Panjang Antrian Kendaraan

No	Kode Pendekat	NQtot	Lebar Masuk	Panjang Antrian
1	T	4,65	3,75	24,82
2	U	10,97	4	54,84
3	S	7,27	4	39,52

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Angka henti dapat dihitung menggunakan rumus III.41 yang terdapat pada bab III. Berikut merupakan contoh perhitungan dengan menggunakan kaki simpang dengan kode pendekat S.

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

$$NS = 0,9 \times \frac{7,27}{871 \times 50} \times 3600$$

$$NS = 0,59 \text{ stop/smp}$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel V. 17 Perhitungan Angka Henti

No	Kode Pendekat	Nqtot (smp)	Arus (Q) (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (smp)
1	T	4,65	251	50	1,20
2	U	10,97	1016	50	0,70
3	S	7,90	871	50	0,59

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian dilakukan perhitungan jumlah kendaraan terhenti menggunakan rumus III.42. Berikut merupakan contoh perhitungan jumlah kendaraan terhenti pada kaki simpang dengan kode pendekat S.

$$N_{sv} = Q \times NS = 871 \times 0,59 = 511 \text{ smp/jam}$$

Untuk perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 18 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Rasio NS	Nsv
1	T	251	1,20	301
2	U	1016	0,70	709
3	S	871	0,59	511

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri menggunakan rumus III. 39.

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

Untuk perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 19 Perhitungan Tundaan Rata - Rata Lalu Lintas

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus	DS	Rasio Hijau	Kapasitas	NQ1	Tundaan Det/smp
1	T	50	0,79	0,15	319	1,29	34,92
2	U	50	0,79	0,69	1292	1,33	9,07
3	S	50	0,69	0,69	1255	0,63	6,54

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang menggunakan rumus III.40. Berikut merupakan rumus dari perhitungan tundaan geometri pada simpang.

$$DGj = (1 - P_{sv}) \times PT \times 6 + (P_{sv} \times 4)$$

Untuk perhitungan berikutnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 20 Perhitungan Tundaan Geometrik

No	Kode Pendekat	Psv	pT	DG
1	T	1,20	1,00	4,13
2	U	0,70	0,23	2,86
3	S	0,59	0,14	2,68

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian dilakukan perhitungan tundaan total rata – rata dengan menjumlahkan tundaan geometrik dengan tundaan rata rata.

Tabel V. 21 Perhitungan Tundaan Rata - Rata

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
1	T	34,92	4,13	39,05
2	U	9,07	2,86	11,93
3	S	6,54	2,68	9,22

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata – rata simpang Ketitanglor Skenario 2.

Tabel V. 22 Tundaan Skenario 2 Simpang Ketitanglor

No	Kode Pendekat	Arus	D	Tundaan Total
1	T	251	39,05	9.806
2	U	1016	11,93	12.117
3	S	871,04	9,22	8.030
Tundaan simpang Rata-rata (det/smp)				14,01

Sumber : Hasil Analisis

5.4.4. Kinerja Simpang Ketitanglor kondisi usulan II

Pada usulan II simpang Ketitanglor menggunakan APILL dengan 2 fase sehingga kinerja yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

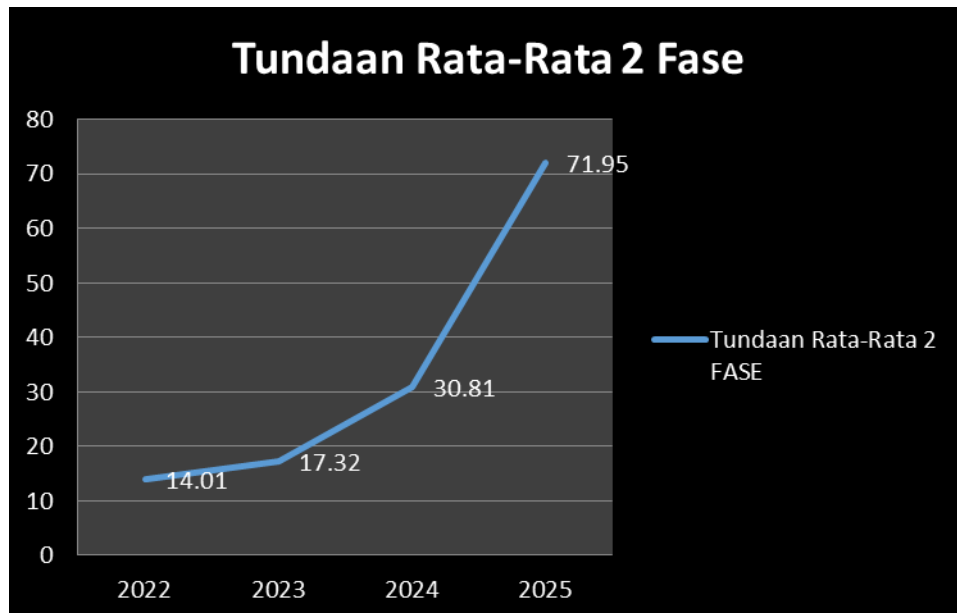
Tabel V. 23 Kinerja Simpang Ketitanglor Skenario II

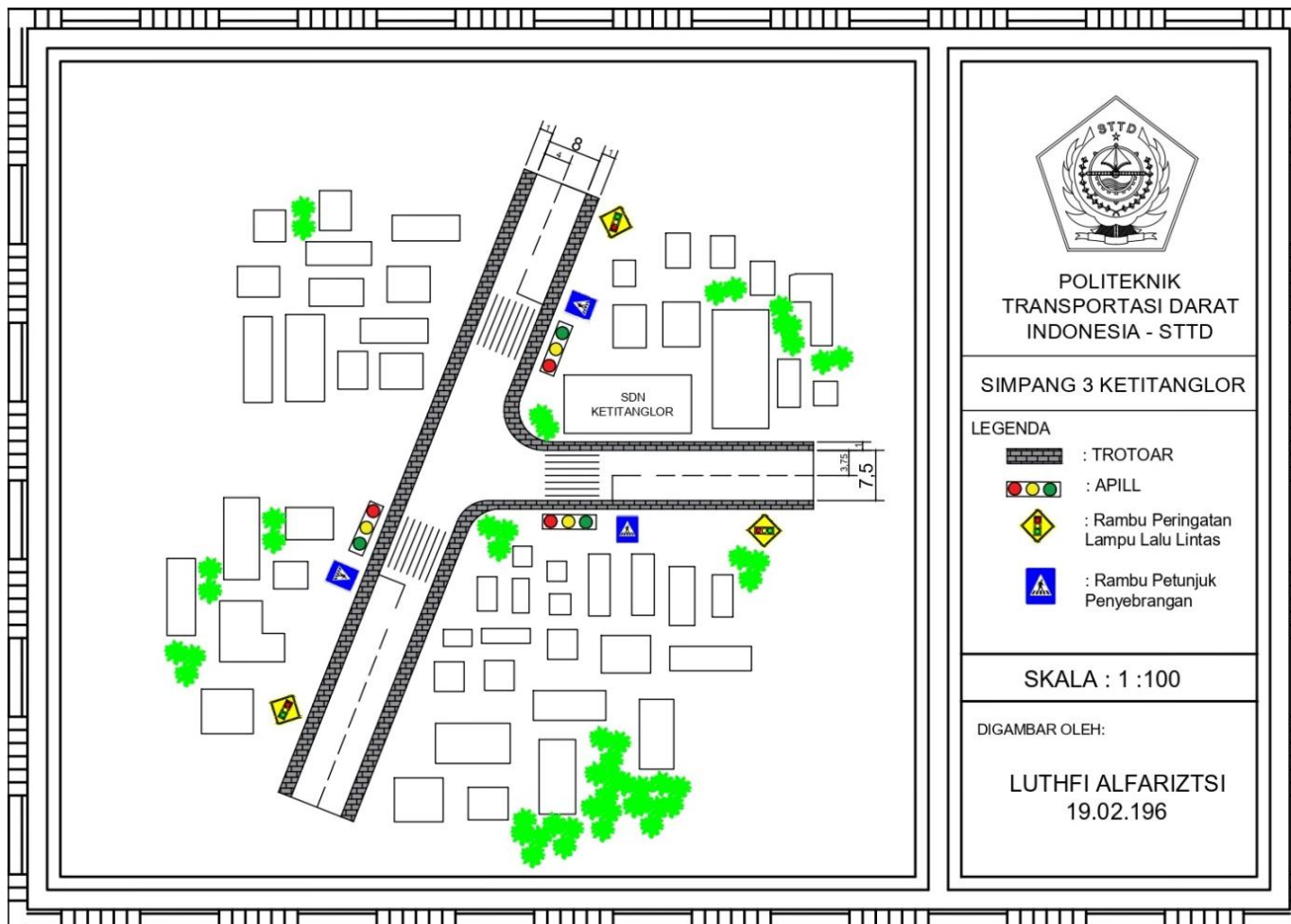
Kode Pendekat	DS	Antrian	Tundaan	Tundaan Rata-Rata
T	0,79	24,82 meter	39,05 det/smp	14,01 det/smp
U	0,79	54,84 meter	11,93 det/smp	
S	0,69	39,52 meter	9,22 det/smp	

5.4.5 Grafik Tundaan Rata-Rata 2 Fase

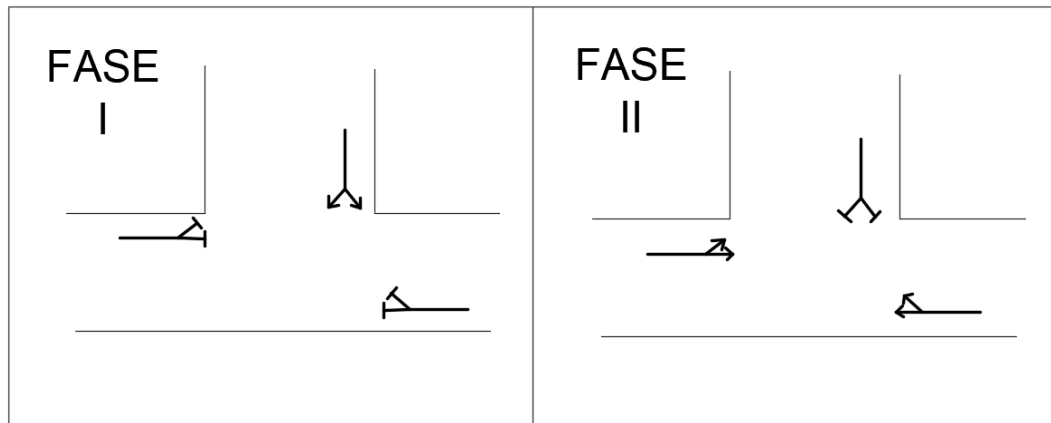
Berikut merupakan grafik Tundaan rata-rata dengan APILL 2 fase dari tahun 2022 hingga tahun 2025 dengan tingkat pertumbuhan arus lalu lintas rata-rata pertahun sebesar 0,104.

Gambar V. 4 Grafik Tundaan Rata-rata 2 Fase Tahun 2022 - 2025





Gambar V. 5 Kondisi Simpang Bersinyal 2 Fase



Gambar V. 6 Sketsa APILL 2 Fase

Berikut adalah gambar diagram siklus simpang Ketitanglor usulan II

T	8	3	1	37	1
U	11	1	34	3	1
S	11	1	34	3	1

Gambar V. 7 Diagram fase Simpang Ketitanglor usulan II

5.5. Analisis Kinerja Simpang Ketitanglor Kondisi Usulan III

Penggunaan APILL 2 fase dianggap dapat menyebabkan bahaya pada simpang dikarenakan pada waktu hijau ada 2 kaki simpang yang berjalan bersamaan sehingga konflik disimpang tidak bisa dihindari, dan juga pada kaki simpang Utara dan Selatan di simpang Ketitanglor memiliki arus kendaraan yang tinggi dan lebar pendekat pada simpang yang tidak terlalu lebar. Sehingga pada usulan III ini akan menggunakan 3 fase dan juga pelebaran jalan sehingga dapat meningkatkan kapasitas simpang dan meminimalkan konflik lalu lintas yang ada.

5.5.1 Perhitungan Arus Jenuh

Optimalisasi Simpang Ketitanglor dengan skenario usulan ketiga ini dilakukan dengan cara membuat Simpang Ketitanglor menjadi simpang bersinyal dengan 3 fase. Perhitungan kinerja Simpang Ketitanglor pada skenario usulan 3 dapat dilihat dibawah ini

a. Arus Jenuh (S_o)

Untuk perhitungan arus jenuh terlebih dahulu menghitung faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas tersebut. Arus jenuh dapat dicari dengan rumus III.20 seperti yang tercantum pada bab III.

Contoh perhitungan pada kaki simpang Utara

$$S_o = 600 \times W_e = 600 \times 5 = 3000 \text{ smp/jam}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel perhitungan arus jenuh dasar dibawah ini :

Tabel V. 24 Arus jenuh dasar Simpang Ketitanglor

NO	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar
1	T	2850
2	U	3000
3	S	3000

Sumber : Hasil Analisis

b. Faktor penyesuaian hambatan sampng (F_{rsu})

Untuk Faktor penyesuaian hambatan sampng (F_{sf}) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel V. 25 Faktor Penyesuaian Hambatan Sampng

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Hambatan Sampng	Lingkungan jalan	F_{sf}
1	T	P	Rendah	Komersial	0,95
2	U	P	Rendah	Komersial	0,95
3	S	P	Rendah	Komersial	0,95

Sumber : Hasil Analisis

c. Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_c s)

Ukuran faktor penyesuaian ukuran kota, Kabupaten Pekalongan memiliki jumlah 968.821 jiwa sehingga berdasarkan pada table III.10 nilai FC_c s = 0,94

d. Faktor penyesuaian kelandaian (F_g)

Kelandaian persimpangan untuk masing – masing kaki simpang adalah datar (0%), oleh karena itu $F_g = 1,00$

e. Faktor penyesuaian parkir (F_p)

Disekitar Simpang Ketitanglor tidak terdapat ruang untuk parkir, sehingga untuk faktor penyesuaian parkir $F_p = 1,00$

f. Faktor penyesuaian rasio belok kanan berdasarkan rumus III.24

Berikut adalah contoh perhitungan Rasio arus belok kanan dengan kode pendekat S.

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26$$

$$FRT = 1,0 + 0,14 \times 0,26$$

$$FRT = 1,04$$

g. Faktor penyesuaian rasio belok kiri berdasarkan rumus III.

Berikut adalah contoh perhitungan Rasio arus belok kiri dengan kode pendekat U.

$$FLT = 1,0 - PLT \times 0,16$$

$$FLT = 1,0 - 0,23 \times 0,16$$

$$FLT = 0,96$$

h. Setelah faktor-faktor penyesuaian diketahui, maka arus jenuh masing – masing kaki simpang dapat dihitung dengan rumus III.20 yang tercantum pada bab III.

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Untuk perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 26 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

No	Kode Pendekat	Arus Jenuh Dasar (S_o)	F_{cs}	F_{sf}	F_g	F_p	FRT	FLT	S (smp/jam)
1	T	2850	0,94	0,95	1	1	1,12	0,92	2783
2	U	3000	0,94	0,95	1	1	1,00	0,96	2746

3	S	3000	0,94	0,95	1	1	1,04	1,00	2950
---	---	------	------	------	---	---	------	------	------

Sumber : Hasil Analisis

i. Rasio arus (FR)

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing – masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyesuaian menggunakan rumus III.27.

Berikut adalah contoh perhitungan arus kaki simpang dengan kode pendekat U.

$$\begin{aligned}
 FR &= Q/S \\
 &= 881 / 2746 \\
 &= 0,32
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 27 Perhitungan Rasio Arus

No	Kode Pendekat	Arus	Kapasitas disesuaikan	Rasio Arus
1	T	251	2783	0,09
2	U	881	2746	0,32
3	S	749	2950	0,25

Sumber : Hasil Analisis

j. Rasio Arus Simpang (IFR)

Perhitungan rasio simpang dapat dilakukan menggunakan rumus III.28 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 IFR &= \sum (FR_{crit}) \\
 IFR &= (0,09 + 0,32 + 0,25) \\
 IFR &= 0,66
 \end{aligned}$$

k. Rasio fase (PR)

Untuk menghitung rasio fase menggunakan rasio antara Fr_{crit} dan IFR menggunakan rumus III.29. Berikut adalah contoh perhitungan PR simpang dengan kode pendekat U.

$$\begin{aligned} PR &= F_{crit} / IFR \\ PR &= 0,48 / 0,66 \\ PR &= 0,48 \end{aligned}$$

Perhitungan lebih lengkapnya pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 28 Perhitungan Rasio Fase

No	Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
1	T	0,09	0,14
2	U	0,32	0,48
3	S	0,25	0,38

Sumber : Hasil Analisis

5.5.2. Perhitungan siklus

Dalam perhitungan ini menggunakan metode dari MKJI dan menggunakan siklus usulan 3 fase.

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu siklus dapat dicari dengan rumus III.30 seperti tercantum pada bab III.

$$\begin{aligned} Cua &= \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR} \\ &= \frac{1,5 \times 12 + 5}{1 - 0,66} \\ Cua &= 69 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau

Untuk mencari waktu hijau pada masing – masing fase, menggunakan rumus III.31 pada bab III. Berikut adalah contoh perhitungan dari pendekat simpang dengan kode U.

$$\begin{aligned} gi &= (Cua - LTI) \times PR \\ &= (69 - 12) \times 0,48 \\ &= 27 \text{ detik} \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 29 Waktu siklus dan hijau Simpang Ketitanglor

No	Lengan	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
1	T	0,14	8
2	U	0,48	27
3	S	0,38	22

Sumber : Hasil Analisis

c. Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Waktu siklus setelah disesuaikan perhitungannya menggunakan rumus III.32.

$$\begin{aligned}
 \Sigma c &= g + LTI \\
 &= (8+27+22) + 12 \\
 &= 69 \text{ detik.}
 \end{aligned}$$

d. Kapasitas

Kapasitas dapat dihitung menggunakan rumus III. 33 yang ada pada bab III.

Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas pendekat dengan kode U.

$$\begin{aligned}
 C &= s \times \frac{g}{c} \\
 C &= 2746 \times \frac{27}{69}
 \end{aligned}$$

$$C = 1093 \text{ smp/jam}$$

Untuk perhitungan kapasitas masing – masing pendekat dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel V. 30 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (detik)	Waktu siklus (detik)	Kapasitas (smp/jam)
1	T	2783	8	69	312
2	U	2746	27	69	1093
3	S	2950	22	69	929

Sumber : Hasil Analisis

e. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan rumus III.34 dapat dilihat pada bab III. Berikut merupakan contoh perhitungan derajat kejenuhan menggunakan pendekatan dengan kode U.

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$DS = \frac{881}{1093}$$

$$DS = 0,81$$

Tabel V. 31 Perhitungan Derajat Kejenuhan

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
1	T	251	312	0,81
2	U	881	1093	0,81
3	S	749	929	0,81

Sumber : Hasil Analisis

5.5.3. Perhitungan Antrian dan Tundaan

a. Panjang Antrian

Jumlah panjang antrian total adalah

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Dimana NQ1 menggunakan rumus III.35

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

Untuk hasil perhitungan NQ1 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel V. 32 Perhitungan Jumlah Smp Yang Tersisa Pada Fase Sebelumnya

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C)	DS	NQ1 (m)
1	T	312	0,81	1,50
2	U	1093	0,81	1,55
3	S	929	0,81	1,55

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian untuk jumlah smp yang datang selama waktu merah dihitung menggunakan rumus III.36

$$NQ2 = C \times \frac{Q}{3600} \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS}$$

Untuk hasil perhitungan NQ2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 33 Perhitungan Jumlah Smp Yang Datang Selama Fase Merah

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (g/c)	Waktu siklus (c)	DS	Q	NQ2
1	T	0,11	69	0,81	251	4,67
2	U	0,40	69	0,81	881	14,88
3	S	0,31	69	0,81	749	13,10

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian dapat dihitung jumlah rata rata antrian pada awal sinyal hijau.

Berikut merupakan contoh perhitungan pendekat dengan kode U.

$$\begin{aligned} NQ &= NQ1 + NQ2 \\ &= 1,55 + 14,88 \\ &= 16,43 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan NQtot dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 34 Tabel Perhitungan Jumlah Rata – Rata Antrian Pada Awal Sinyal Hijau

No	Pendekat	NQ1	NQ2	NQtot
1	T	1,50	4,67	6,17
2	U	1,55	14,88	16,43
3	S	1,55	13.10	14,64

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian panjang antrian dapat dihitung menggunakan rumus III.37.

Berikut merupakan contoh perhitungan panjang antrian pada kaki simpang dengan kode pendekat U.

$$\begin{aligned} QL &= NQtot \times \frac{20}{Wmasuk} \\ QL &= 16,43 \times \frac{20}{5} \\ QL &= 65,70 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel V. 35 Perhitungan Panjang Antrian Kendaraan

No	Kode Pendekat	NQtot	Lebar Masuk	Panjang Antrian
1	T	6,17	4,75	25,98
2	U	16,43	5	65,70
3	S	14,64	5	58,57

Sumber : Hasil Analisis

b. Angka Henti

Angka henti dapat dihitung menggunakan rumus III.41 yang terdapat pada bab III. Berikut merupakan contoh perhitungan dengan menggunakan kaki simpang dengan kode pendekat U.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q_{xc}} \times 3600$$

$$NS = 0,9 \times \frac{16,43}{881 \times 69} \times 3600$$

$$NS = 0,88$$

Untuk perhitungan lebih lanjut terdapat pada tabel berikut:

Tabel V. 36 Perhitungan Angka Henti

No	Kode Pendekat	NQtot (smp)	Arus (Q) (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (smp)
1	T	6,17	251	69	1,16
2	U	16,43	881	69	0,88
3	S	14,64	749	69	0,92

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian dilakukan perhitungan jumlah kendaraan terhenti menggunakan rumus III.42. Berikut merupakan contoh perhitungan jumlah kendaraan terhenti pada kaki simpang dengan kode pendekat U.

$$N_{sv} = Q \times NS$$

$$= 881 \times 0,88$$

$$= 776 \text{ smp/jam}$$

Untuk perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 37 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

No	Kode Pendekat	Arus (Q)	Rasio NS	Nsv
1	T	251	1,16	291
2	U	881	0,88	776
3	S	749	0,92	692

Sumber : Hasil Analisis

c. Tundaan

Perhitungan tundaan dilakukan untuk perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Tundaan lalu lintas dilakukan menggunakan rumus III.39.

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

Untuk perhitungan hasil dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 38 Perhitungan Tundaan Rata - Rata Lalu Lintas

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus	DS	Rasio Hijau	Kapasitas	NQ1	Tundaan Det/smp
1	T	69	0,81	0,11	312	1,50	47,04
2	U	69	0,81	0,40	1093	1,55	23,40
3	S	69	0,81	0,31	929	1,55	27,56

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian perhitungan dilanjutkan dengan perhitungan tundaan geometri pada simpang menggunakan rumus III.40.

$$DGj = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4)$$

Untuk hasil perhitungan tundaan geometrik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 39 Perhitungan Tundaan Geometrik

No	Kode Pendekat	Psv	pT	DG
1	T	1,16	1,00	4,10
2	U	0,88	0,23	3,55
3	S	0,92	0,14	3,76

Sumber : Hasil Analisis

Kemudian dilakukan perhitungan tundaan total rata – rata dengan menjumlahkan tundaan geometrik dengan tundaan rata rata.

Tabel V. 40 Perhitungan tundaan rata - rata

No	Kode Pendekat	DT	DG	D
1	T	47,04	4,10	51,15
2	U	23,40	3,55	26,95
3	S	27,56	3,76	31,32

Sumber : Hasil Analisis

Berikut merupakan tundaan total dan tundaan rata – rata simpang Ketitanglor Skenario 3.

Tabel V. 41 Tundaan skenario 3 Simpang Ketitanglor

No	Kode Pendekat	Arus	D	Tundaan Total
1	T	251	51,15	12843
2	U	881	26,95	23739
3	S	749	31,32	23447
	Tundaan simpang Rata-rata (det/smp)			31,92

Sumber : Hasil Analisis

5.5.4. Kinerja Simpang Ketitanglor kondisi usulan III

Pada usulan III Simpang Ketitanglor Menggunakan APILL dengan 3 fase sehingga kinerja yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel V. 42 Kinerja Simpang Ketitanglor Usulan III

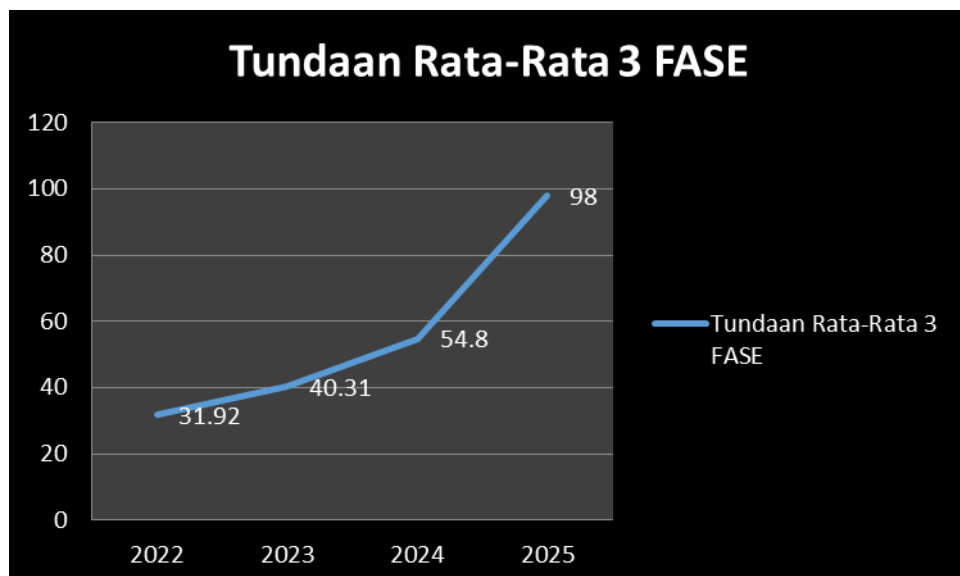
Kode Pendekat	DS	Antrian	Tundaan	Tundaan Rata-Rata
T	0,81	25,98 meter	47,04 det/smp	31,92 det/smp
U	0,81	65,70 meter	23,40 det/smp	
S	0,81	58,57 meter	27,56 det/smp	

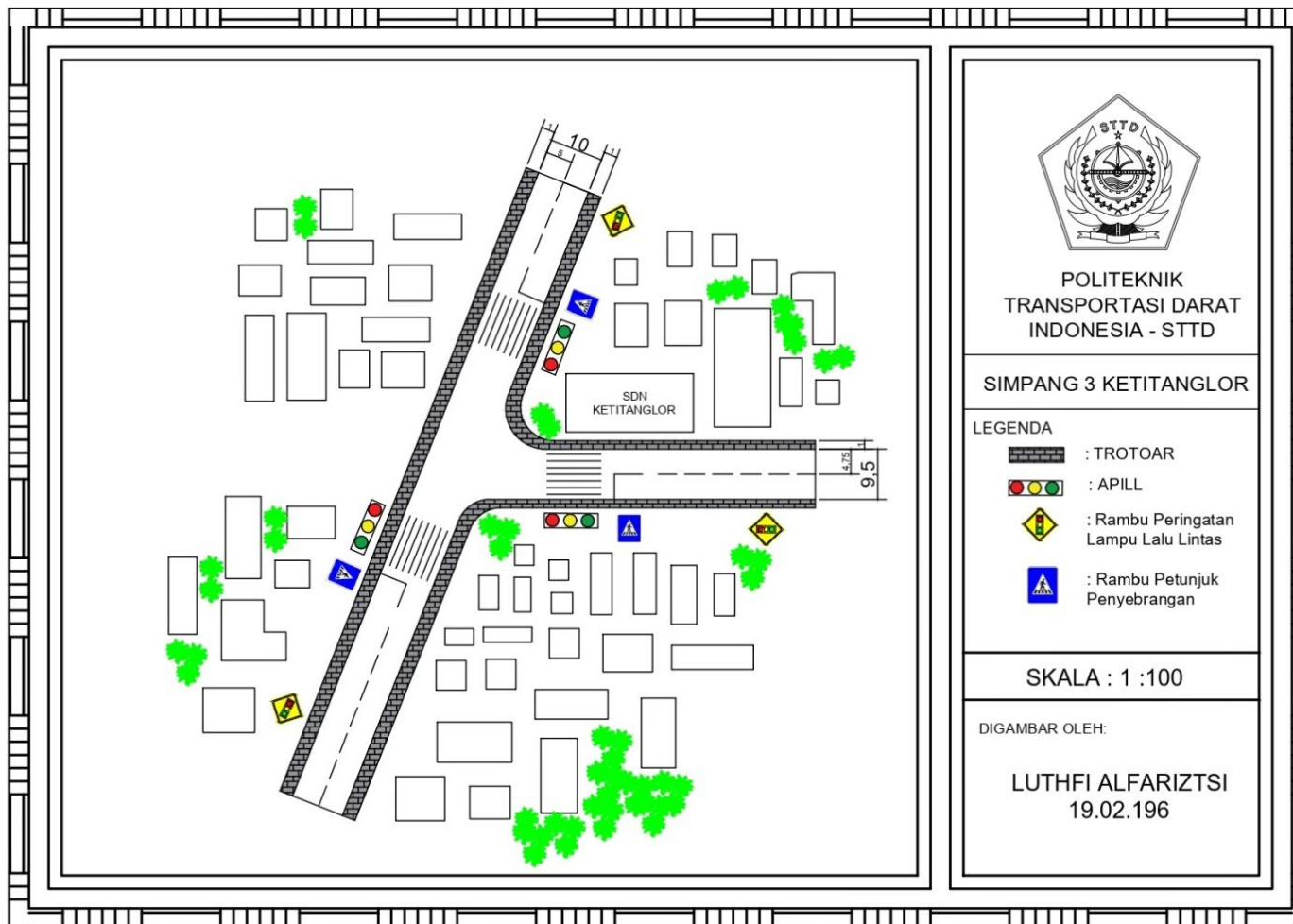
Sumber : Hasil Analisis

5.5.5 Grafik Tundaan Rata-Rata 3 Fase

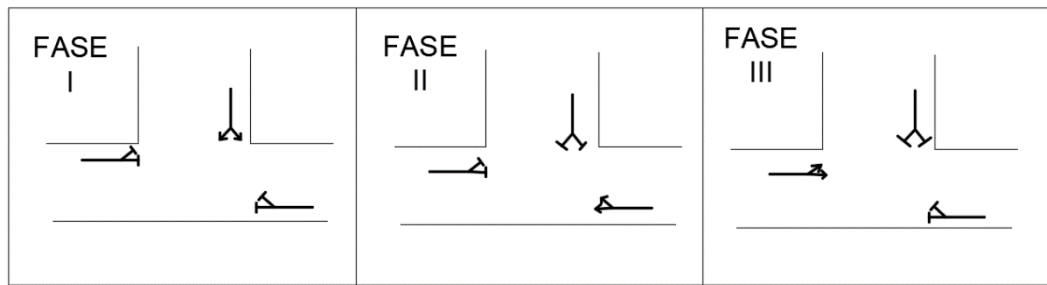
Berikut merupakan grafik Tundaan rata-rata dengan APILL 3 fase dari tahun 2022 hingga tahun 2025 dengan tingkat pertumbuhan arus lalu lintas rata-rata pertahun sebesar 0,104.

Gambar V. 8 Grafik Tundaan Rata-rata 3 Fase Tahun 2022 - 2025



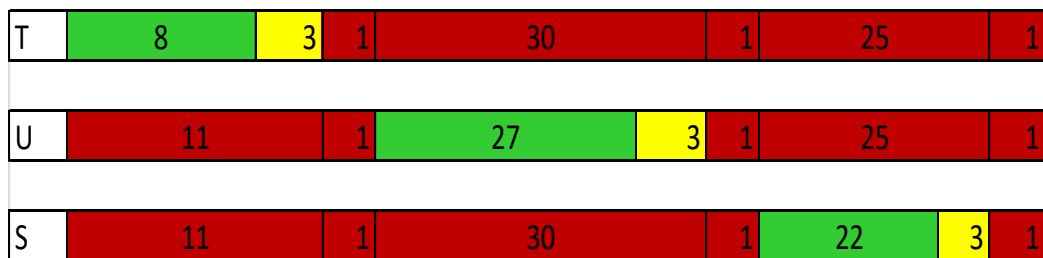


Gambar V. 9 Kondisi Simpang Ketitanglor Bersinyal 3 Fase



Gambar V. 10 Sketsa APILL 3 Fase

Berikut adalah gambar diagram siklus simpang Ketitanglor usulan III



Gambar V. 11 Diagram fase Simpang Ketitanglor Usulan III

5.6. Perbandingan Kinerja Simpang Ketitanglor

Berdasarkan hasil analisis, berikut adalah perbandingan kinerja Simpang Ketitanglor saat ini (eksisting) dengan kinerja usulan.

5.6.1 Derajat kejenuhan

Berikut adalah perbandingan kinerja simpang Ketitanglor dari sisi derajat kejenuhan.

Tabel V. 43 Perbandingan Derajat Kejenuhan Simpang Ketitanglor

Kode Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
T	0,75	0,70	0,79	0,81
U			0,79	0,81
S			0,69	0,81

5.6.2. Perbandingan antrian simpang

Berikut adalah perbandingan antrian pada simpang Ketitanglor

Tabel V. 44 Perbandingan Antrian Simpang Ketitanglor

Kode Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
T	23%	20%	24,82 m	25,98 m
U			54,84 m	65,70 m
S			39,52 m	58,57 m

Sumber : Hasil Analisis

5.6.3. Perbandingan Tundaan Simpang

Berikut adalah perbandingan tundaan Simpang Ketitanglor

Tabel V. 45 Perbandingan Tundaan Simpang Ketitanglor

No	Kondisi	Tundaan det/smp	Tingkat Pelayanan
1	Eksisting	15,26	C
2	Usulan I	11,84	B
3	Usulan II	14,01	B
4	Usulan III	31,92	D

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan perbandingan kinerja eksisting dan usulan maka kinerja paling optimal adalah kinerja usulan I yaitu dengan melakukan pelebaran jalan pada setiap kaki simpang, tundaan yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan tundaan pada kondisi eksisting serta dari tingkat pelayanan untuk usulan I sudah baik (B), namun pada usulan I ini memiliki kekurangan yaitu memerlukan biaya yang besar. Maka dari itu usulan dapat dibagi menjadi dua yaitu untuk jangka pendek dan jangka panjang yang dapat dilihat dari faktor derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Untuk jangka pendek dapat menggunakan usulan II yaitu dengan pemasangan APILL menggunakan 2 fase yang juga dapat meningkatkan faktor keselamatan bagi pengguna jalan dan biaya pemasangan yang tidak terlalu besar serta proses yang tidak terlalu lama. Namun dengan pertumbuhan arus lalu lintas yang terus meningkat dimana di kabupaten Pekalongan yang tiap

tahunnya pertumbuhan rata-rata arus lalu lintas sebesar 0,104 usulan II dinilai sudah tidak lagi optimal pada tahun 2025 dengan nilai derajat kejenuhan yang mencapai angka 1, panjang antrian rata-rata sepanjang 202 m, dan tundaan rata-rata sebesar 71,95 det/smp. Usulan jangka panjang yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan usulan I dengan melakukan pelebaran geometrik pada tiap pendekat simpang yang akan meningkatkan nilai dari kapasitas simpang itu sendiri sehingga dapat mengurangi nilai derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan.

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kinerja yang telah dilakukan maka terdapat beberapa hal yang dapat dijadikan kesimpulan.

1. Setelah mengetahui kinerja kondisi saat ini dan jenis pengendalian persimpangan berdasarkan grafik penentuan pengaturan simpang bahwa pada simpang Ketitanglor tidak sesuai dengan kondisi saat ini. maka persimpangan dapat diatur ulang untuk mencari kinerja terbaik dengan usulan penentuan sebagai berikut :
 - a. Usulan 1
Pelebaran jalan pada tiap mulut simpang, Timur menjadi 4,75 m, Utara dan Selatan menjadi 5 m. (DS) 0,70, Peluang antrian min 23%, serta tundaan 11,84 det/smp. Tingkat pelayanan simpang adalah B.
 - b. Usulan 2
Penerapan simpang bersinyal sistem 2 fase. Pada usulan 2 rata – rata derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,76 serta tundaan simpang 14,01 det/smp. Tingkat pelayanan simpang ini setelah diterapkan usulan 2 adalah B.
 - c. Usulan 3
Pelebaran jalan pada tiap kaki pendekat simpang dan juga penerapan simpang bersinyal sistem 3 fase. pada usulan 3 ini didapatkan rata – rata nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,81 dan tundaan simpang sebesar 31,92 det/smp dengan tingkat pelayanan D.
2. Setelah dilakukan analisa perhitungan dengan 3 usulan yang diberikan. usulan dibagi menjadi 2 yaitu jangka pendek dan jangka panjang, dimana untuk jangka pendek yaitu dapat dipasangkan APILL dengan sistem 2 fase guna mengurangi konflik lalu lintas di simpang. Jangka Panjang dapat dilakukan dengan melakukan perubahan geometrik pada tiap kaki pendekat simpang guna meningkatkan kapasitas simpang Ketitanglor dikarenakan pertumbuhan arus lalu lintas yang terus meningkat.

6.2. Saran

Setelah dilakukan analisis kondisi eksisting dan kondisi usulan dari simpang Ketitanglor, maka terdapat beberapa saran yang dapat diusulkan.

1. Perubahan tipe pengendali simpang Ketitanglor dari simpang tidak bersinyal dilakukan perubahan menjadi simpang bersinyal yang ditentukan berdasarkan grafik penentuan pengendalian persimpangan. Dan juga dilengkapi dengan pemasangan rambu serta marka jalan.
2. Perlunya peningkatan kinerja simpang agar menjadi baik. Untuk melakukan peningkatan pelayanan pada Simpang Ketitanglor perlu manajemen rekayasa lalu lintas berupa penyesuaian waktu siklus dengan 2 fase.
3. Dilihat dari volume arus lalu lintas simpang ini telah memasuki kriteria untuk menjadi simpang ber APILL, pemilihan usulan Kedua ini pun dapat dilakukan dalam jangka waktu dekat, karena dilihat dari segi kinerja simpang usulan kedua sangat cukup membuat kinerja lalu lintas simpang tersebut mengalami peningkatan dari sebelumnya dan penerapan simpang bersinyal dapat meningkatkan keselamatan pengguna jalan.
4. Pertumbuhan arus lalu lintas yang terus meningkat tiap tahunnya menjadikan kapasitas simpang tidak sesuai dengan arus lalu lintas yang lewat, dengan begitu dapat dilakukan usulan jangka panjang yaitu dengan menerapkan usulan I yaitu pelebaran geometrik jalan pada tiap kaki pendekat simpang.
5. Maka dari itu perlu dilakukan evaluasi dan upaya peningkatan kinerja persimpangan secara periodik, hal ini untuk mengantisipasi terjadinya peningkatan volume arus lalu lintas sehingga pengaturan APILL dan kinerja simpang dapat sesuai dengan kondisi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- _____.1997 . *Manual Kapasitas Jalan Indonesia* . Jakarta: Bina Marga.
- Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Nomor 22 Tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan*. Jakarta.
- _____.2014. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 49 Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas*. Jakarta.
- _____.2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015*. Jakarta.
- Angga , Veri. 2020. *Optimalisasi Simpang Bulukero Dan Simpang Terminal Purwantoro Di Kabupaten Wonogiri KKW Program Diploma III Manajemen Transportasi Jalan*. Bekasi: Politeknik Transportasi Darat Indonesia STTD.
- Aldi, Moh. Adi Tri. 2021. *Optimalisasi Kinerja Simpang Pucang Di Kabupaten Banjarnegara KKW Program Diploma III Manajemen Transportasi Jalan*. Bekasi: Politeknik Transportasi Darat Indonesia.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Kabupaten Pekalongan Dalam Angka*. Kabupaten Pekalongan.
- Google Inc. 2022. *Google Maps : Simpang Ketitanglor Tampak Atas*. Diakses pada tanggal 3 Juli 2022, dari <http://maps.google.com/>
- Kelompok PKL Kabupaten Pekalongan. 2022. *Pola Umum Manajemen Transportasi Jalan Di Wilayah Studi Kabupaten Pekalongan Dan Identifikasi Permasalahannya* . Kabupaten Pekalongan.
- Morlok, Edward K. 1988. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta : Erlangga.
- Oglesby, Clarkson H. And Hicks, R. Gary. 1990. *Teknik Jalan Raya Edisi Keempat, Terjemahan* . Jakarta.
- Umar Abdul Aziz, Ibnu Sholeh. 2018. *Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Simpang Lusani Dan Simpang Bank Jateng Purworejo Jawa tengah*. Surakarta: Stikes PKU Muhammadiyah.

LAMPIRAN

Lampiran. 1 Formulir USIG I Simpang Ketitanglor Tahun 2022

SIMPANG TAK BERSINYAL

FORMULIR USIG-I:

- GEOMETRI

- ARUS LALU LINTAS

Tanggal :

Kota : KABUPATEN PEKALONGAN

Simpang : KETITANGLOK

Periode : PAGI - SIANG - SORE

Ditangani Oleh :

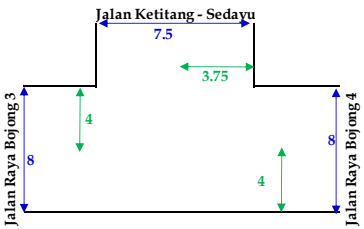
Ukuran Kota (Juta Orang) : 0.96

Lingkungan Jalan : KOMERSIAL

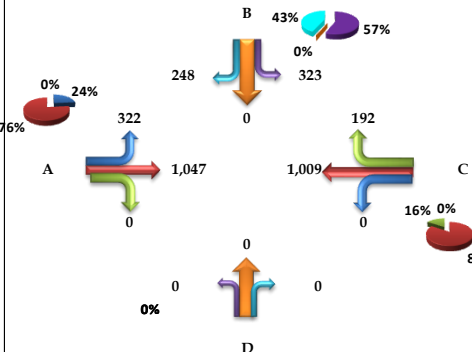
Hambatan Samping : SEDANG

TIM PKL KABUPATEN PEKALONGAN

Geometri Simpang



Arus Lalu Lintas



Median Jalan	TA

1	Komposisi	LV %	35%	HV %	11%	MC %	54%	Faktor-smp	0.008	Faktor-k		
	Tipe Kendaraan emp	Arah Pendekat/gerakan	Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Bermotor Total (MV)			Kend. Tak Bermotor (UM) kend/jam
			emp	1	emp	1.3	emp	0.5	kend/jam	smp/jam	Rasio Belok (9)	
			kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam				
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
2	A	LT	118	118	35	46	168	51	322	214	0.226	1
3		ST	398	398	142	184	507	152	1,047	734		4
4		RT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5		Total	516	516	177	230	675	203	1,368	948	0.226	5
6	C	LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7		ST	417	417	111	144	482	144	1,009	705		7
8		RT	47	47	14	19	612	39	192	105	-	2
9		Total	464	464	125	162	612	184	1,201	810	0.0	9
10	Jl. Mayor (A + C)		980	980	302	392	1,287	386	2,569	1,758		14
11	B	LT	57	57	14	19	252	75	323	151	0.517	2
12		ST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13		RT	66	66	21	27	161	48	248	141	0.483	7
14		Total	123	123	35	46	412	124	571	292	1	10
15	D	LT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16		ST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17		RT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18		Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Jl. Minor (B + D)		123	123	35	46	412	124	571	292	1	10
20	(A + C) + (B + D)	LT	175	175	49	64	420	126	644	365	0.18	3
21		ST	815	815	252	328	988	297	2,056	1,439		11
22		RT	113	113	35	46	291	87	439	246	0.12	9
23	(A + C) + (B + D)		1,103	1,103	337	438	1,700	510	3,139	2,051	0.30	23
24	Rasio [(Jl. Minor)/[(Jl. Mayor) + (Jl. Minor)]] Total								0.182	UM/MV	0.007	

Lampiran. 2 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Tahun 2022

FORMULIR SIM-II										Formulir SIM - II							
SIMPANG		Tanggal :						Di rangani Oleh		TIM PKL KABUPATEN PEKALONGAN 2022							
LANGKAH B: MENGHITUNG KAPASITAS		Jl Mayor : Jl. Raya Bojong 3 (Utara) dan		Jl. Raya Bojong 4 (Selatan)		Ukuran Kota				968,821							
LANGKAH C: MENETAPKAN KINERJA		Jl Minor : MINOR dan		Jl. Ketitang - Sedayu (Timur)		Lingkungan Simpang				KOMERSIL							
		Simpang: SIMPANG 3 KETITANGLOR				Hambatan Samping				SEDANG							
1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang																	
Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)								Jumlah Lajur		Tipe Simpang	Tipe Median				
		Jalan Mayor			Jalan Minor			Rata-Rata W_R									
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}		Jalan Minor	Jalan Mayor							
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	(8)	(9)	(10)		(11)	(12)		
0	3	4	4	4	3.75	0	1.875	3.92	2	2	322	Tidak ada					
2. Kapasitas																	
Pilihan	Kapasitas Dasar (Co)	Faktor Penyesuaian Kapasitas (F)										Kapasitas (C)					
		Lebar Pendekat Rata-Rata		Median Jalan		Ukuran Kota		Hambatan Samping	Belok Kiri	Belok Kanan	Rasio Arus Minor						
		F_{LP}	F_M	F_{UK}	F_{HS}	F_{BKI}	F_{BKA}	F_{MI}	smp/jam								
0	2,700	1.03	1.00	0.94	0.94	1.13	0.98	1.01	2,741								
3. Kinerja Lalu Lintas																	
Pilihan	Arus lalu-lintas (Qtot)	Derajat Kejenuhan	Tundaan Lalin	Tundaan Jl. Mayor	Tundaan Jl. Minor	Tundaan Geometrik	Tundaan Simpang	Peluang Antrian	Sasaran								
	smp/jam										$D_j = Q/C$	TLL	T_{MA}	T_{MI}	TG	$T = TLL + TG$	PA
	(22)										(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)
0	2,050.59	0.75	11.29	6.40	40.69	3.97	15.26	23	46	DS <	0.85						
			DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	%	%								
Catatan mengenai perbandingan kinerja dengan sasaran:																	
				0.75	26---52	15.26											

Lampiran. 3 Formulir USIG I Simpang Ketitanglor Tahun 2023

SIMPANG LANGKAH A: MENETAPKAN DATA MASUKAN A.1. DATA GEOMETRIK A.2. DATA ARUS LALU LINTAS		Tanggal : Jl. Mayor : Jl. Raya Bojong 3 (Utara), Jl. Raya Bojong 4 (Selatan) Jl. Minor : MINOR Jl. Ketitang - Sedayu Simpang: SIMPANG 3 KETITANGLOR	Ditangani Oleh Ukuran Kota 968,821 Lingkungan Simpang KOMERSIL Hambatan Sampang SEDANG								
Geometri Simpang 		Arus Lalu Lintas 									
Median Jalan	TA										
1	Komposisi	LV %	35%	HV %	11%	MC %	54%	Faktor-smp	0,007	Faktor-k	
	Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Bermotor Total (MV)		Kend. Tak Bermotor (UM)	
	emp	emp	1	emp	1.3	emp	0.3	emp	0.3		
	Pendekat/gerakan	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	Rasio Belok	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
2	A	BELOK KIRI	130	130	39	50	186	56	355	236	0.226
3		LURUS	439	439	156	203	560	168	1,155	811	
4		BELOK KANAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5		Total	570	570	195	254	745	224	1,510	1,047	0.226
6	C	BELOK KIRI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7		LURUS	460	460	122	159	532	160	1,114	778	
8		BELOK KANAN	52	52	16	21	144	43	212	116	-
9		Total	512	512	138	179	676	203	1,326	894	-
10	Jl. Mayor (A + C)		1,082	1,082	333	433	1,421	426	2,836	1,941	0.226
11	B	BELOK KIRI	63	63	16	21	278	83	356	167	0.517
12		LURUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13		BELOK KANAN	73	73	23	30	178	53	273	156	0.483
14		Total	136	136	39	50	455	137	630	323	1.000
15	D	BELOK KIRI	-	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!
16		LURUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17		BELOK KANAN	-	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!
18		Total	-	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!
19	Jl. Minor (B + D)		136	136	39	50	455	137	630	323	1.000
20		BELOK KIRI	193	193	55	71	464	139	711	403	0.178
21		LURUS	900	900	278	362	1,091	327	2,269	1,589	
22		BELOK KANAN	125	125	39	50	321	96	485	272	0.120
23	(A + C) + (B + D)		1,218	1,218	372	483	1,876	563	3,466	2,264	0.298
24	Rasio (Jl. Minor)/[(Jl. Mayor) + (Jl. Minor)] Total							0.182		UM/MV	0.007

Lampiran. 4 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Tahun 2023

FORMULIR SIM-II										Formulir SIM - II			
SIMPANG		Tanggal :						Ditangani Oleh		TIM PKL KABUPATEN PEKALONGAN 2022			
LANGKAH B: MENGHITUNG KAPASITAS		Jl Mayor : Jl. Raya Bojong 3 (Utara) dan		Jl. Raya Bojong 4 (Selatan)		Ukuran Kota				968,821			
LANGKAH C: MENETAPKAN KINERJA		Jl Minor : MINOR dan		Jl. Ketitang - Sedayu (Timur)		Lingkungan Simpang				KOMERSIL			
		Simpang: SIMPANG 3 KETITANGLOR				Hambatan Sampang				SEDANG			
1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang													
Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)							Jumlah Lajur		Tipe Simpang	Tipe Median	
		Jalan Mayor			Jalan Minor			Rata-Rata W_R	Jalan Minor	Jalan Mayor			
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}						
		m	m	m	m	m	m						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
0	3	4	4	4	3.75	0	1.875	3.92	2	2	322	Tidak ada	
2. Kapasitas													
Pilihan	Kapasitas Dasar (Co)	Lebar Pendekat Rata-Rata		Median Jalan		Ukuran Kota		Hambatan Sampang	Belok Kiri	Belok Kanan	Rasio Arus Minor	Kapasitas (C)	
	smp/jam	F_{LP}		F_M		F_{UK}		F_{HS}	F_{BKI}	F_{BKA}	F_{MI}	smp/jam	
	(13)	(14)		(15)		(16)		(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	
	0	2,700	1.03		1.00		0.94		0.94	1.13	0.98	1.01	2,741
3. Kinerja Lalu Lintas													
Pilihan	Arus lalu-lintas (Q _{tot})	Derajat Kejenuhan		Tundaan Lalin	Tundaan Jl. Mayor	Tundaan Jl. Minor	Tundaan Geometrik	Tundaan Simpang	Peluang Antrian		Sasaran		
	smp/jam	$D_j = Q/C$		TLL	T_{MA}	T_{MI}	TG	$T = TLL + TG$	PA				
	(22)	(23)		(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)		(36)		
	0	2,263.85	0.83		9.92	7.31	25.62	3.98	13.90	27	54	DS <	0.85
				DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	%	%			
Catatan mengenai perbandingan kinerja dengan sasaran:													
					0.83	26--52		13.90					

Lampiran. 5 Formulir USIG I Simpang Ketitanglor Tahun 2024

SIMPANG

LANGKAH A: MENETAPKAN DATA MASUKAN
A.1. DATA GEOMETRIK
A.2. DATA ARUS LALU LINTAS

Tanggal :
Jl Mayor : Jl. Raya Bojong 3 (Utara)/Jl. Raya Bojong 4 (Selatan)
Jl Minor : MINOR
Simpang: SIMPANG 3 KETITANGTOR

Titik PKL KABUPATEN PEKALONGAN 2022
Ukuran Kota
Ungkungan Simpang
Hambatan Sampling
SEDANG

Geometri Simpang

B
Jl. Ketitang - Sedayu (Timur)

C
Jl. Raya Bojong 4 (Selatan)

D

Arus Lalu Lintas

Median Jalan	TA	LV %	35%	HV %	11%	MC %	54%	Faktor-smp	0.007	Faktor-k		
1	Komposisi											
	Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Bermotor Total (MV)		Kend. Tak Bermotor (UM) kend/jam		
	Arah	emp	1	emp	1.3	emp	0.3	kend/jam	smp/jam	Rasio Belok	Rx/Bt	
	Pendekat/gerakan	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
2	A	BELOK KIRI	144	144	43	56	205	62	392	261	0.226	1
3		LURUS	485	485	173	225	618	185	1,275	895	-	5
4		BELOK KANAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5		Total	629	629	215	280	823	247	1,667	1,156	0.226	6
6	C	BELOK KIRI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7		LURUS	508	508	135	175	587	176	1,230	859	-	9
8		BELOK KANAN	57	57	17	23	159	48	234	128	-	2
9		Total	566	566	152	198	746	224	1,464	987	-	11
10	Jl. Mayor (A + C)		1,194	1,194	368	478	1,569	471	3,131	2,143	0.226	17
11	B	BELOK KIRI	69	69	17	23	307	92	394	184	0.517	3
12		LURUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13		BELOK KANAN	80	80	25	33	196	59	302	172	0.483	9
14		Total	150	150	43	56	503	151	695	356	1.000	12
15	D	BELOK KIRI	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!	-	-
16		LURUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17		BELOK KANAN	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!	-	-
18		Total	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!	-	-
19	Jl. Minor (B + D)		150	150	43	56	503	151	695	356	1.000	12
20		BELOK KIRI	213	213	60	78	512	154	785	445	0.178	4
21	(A + C) + (B + D)	LURUS	993	993	307	400	1,205	361	2,505	1,754	-	14
22		BELOK KANAN	138	138	43	56	355	106	535	300	0.120	11
23	(A + C) + (B + D)		1,344	1,344	410	533	2,071	621	3,826	2,499	0.298	28
24		Rasio (Jl. Minor)/(Jl. Mayor) * (Jl. Minor) Total							0.182	UM/MV		0.007

Lampiran. 6 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Tahun 2024

FORMULIR SIM-II												Formulir SIM - II	
SIMPANG		Tanggal :						Ditangani Oleh		TIM PKL KABUPATEN PEKALONGAN 2022			
LANGKAH B: MENGHITUNG KAPASITAS		Jl Mayor : Jl. Raya Bojong 3 (Utara) dan		Jl. Raya Bojong 4 (Selatan)		Ukuran Kota				968,821			
LANGKAH C: MENETAPKAN KINERJA		Jl Minor : MINOR dan		Jl. Ketitang - Sedayu (Timur)		Lingkungan Simpang				KOMERSIL			
		Simpang: SIMPANG 3 KETITANGLOR				Hambatan Sampang				SEDANG			
1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang													
Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)								Jumlah Lajur		Tipe Simpang	Tipe Median
		Jalan Mayor			Jalan Minor			Rata-Rata W_R					
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}		Jalan Minor	Jalan Mayor			
		m	m	m	m	m	m		(9)	(10)			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	
0	3	4	4	4	3.75	0	1.875	3.92	2	2	322	Tidak ada	
2. Kapasitas													
Pilihan	Kapasitas Dasar (Co)	Lebar Pendekat Rata-Rata		Median Jalan		Ukuran Kota		Hambatan Sampang	Belok Kiri	Belok Kanan	Rasio Arus Minor	Kapasitas (C)	
	smp/jam	F_{LP}	F_M		F_{UK}		F_{HS}	F_{BKI}	F_{BKA}	F_{MI}	smp/jam		
	(13)	(14)	(15)		(16)		(17)	(18)	(19)	(20)	(21)		
	0	2,700	1.03	1.00		0.94		0.94	1.13	0.98	1.01	2,741	
3. Kinerja Lalu Lintas													
Pilihan	Arus lalu-lintas (Q _{tot})	Derajat Kejenuhan		Tundaan Lalin	Tundaan Jl. Mayor	Tundaan Jl. Minor	Tundaan Geometrik	Tundaan Simpang	Peluang Antrian		Sasaran		
	smp/jam												$D_j = Q/C$
	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(36)				
	0	2,499.29	0.91	13.53	8.62	43.06	3.99	17.52	33	66	DS >	0.85	
			DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	%	%				
Catatan mengenai perbandingan kinerja dengan sasaran:													
				0.91	26---52		17.52						

Lampiran. 7 Formulir USIG I Simpang Ketitanglor Tahun 2025

SIMPANG LANGKAH A: MENETAPKAN DATA MASUKAN A.1. DATA GEOMETRIK A.2. DATA ARUS LALU LINTAS		Tanggal : Jl. Raya Bojong 3 (Utara); Jl. Raya Bojong 4 (Selatan) Jl. Ketitang - Sedayu (Timur) Simpang: SIMPANG 3 KETITANGLOR	Ditangani Oleh: TIM PKL KABUPATEN PEKALONGAN 2022 Ukuran Kota: 968,821 Lingkungan Simpang: KOMERSIL Hambatan Samping: SEDANG									
Geometri Simpang		Arus Lalu Lintas										
Medan Jalan	TA											
1	Komposisi	LV %	35%	HV %	11%	MC %	54%	Faktor-smp	0.007	Faktor-k	Kend. Tak Bermotor (UM)	
	Tipe Kendaraan	Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Bermotor Total (MV)		kend/jam		
	emp	emp	1	emp	1.3	emp	0.3	kend/jam	smp/jam	Rasio Belok		
	Pendekat/gerakan	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)		
	Arah	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam	smp/jam	kend/jam		
2	A	BELOK KIRI	159	159	47	61	227	68	433	288	0.226	1
3		LURUS	536	536	191	248	682	205	1,408	988	-	5
4		BELOK KANAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5		Total	694	694	238	309	909	273	1,841	1,276	0.226	6
6	C	BELOK KIRI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7		LURUS	561	561	149	193	648	194	1,358	949	-	10
8		BELOK KANAN	63	63	19	25	175	53	258	141	-	2
9		Total	624	624	168	218	823	247	1,616	1,090	-	12
10	Jl. Mayor (A + C)		1,319	1,319	406	528	1,732	520	3,457	2,366	0.226	18
11	B	BELOK KIRI	77	77	19	25	339	102	434	203	0.517	3
12		LURUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13		BELOK KANAN	89	89	28	36	216	65	333	190	0.483	10
14		Total	166	166	47	61	555	166	768	393	1.000	13
15	D	BELOK KIRI	-	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!	-
16		LURUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17		BELOK KANAN	-	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!	-
18		Total	-	-	-	-	-	-	-	-	#DIV/0!	-
19	Jl. Minor (B + D)		166	166	47	61	555	166	768	393	1.000	13
20		BELOK KIRI	235	235	66	86	565	170	867	491	0.178	4
21	(A + C) + (B + D)	LURUS	1,097	1,097	339	441	1,330	399	2,766	1,937	-	15
22		BELOK KANAN	152	152	47	61	392	118	591	331	0.120	12
23	(A + C) + (B + D)		1,484	1,484	453	589	2,287	686	4,224	2,759	0.298	31
24	Rasio (Jl. Minor)/(Jl. Mayor + (Jl. Minor)) Total								0.182	UM/MV	0.007	

Lampiran. 8 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Tahun 2025

FORMULIR SIM-II										Formulir SIM - II			
SIMPANG		Tanggal :		Ditangani Oleh				TIM PKL KABUPATEN PEKALONGAN 2022					
LANGKAH B: MENGHITUNG KAPASITAS		Jl Mayor : Jl. Raya Bojong 3 (Utara) dan		Jl. Raya Bojong 4 (Selatan)		Ukuran Kota		968,821					
LANGKAH C: MENETAPKAN KINERJA		Jl Minor : MINOR dan		Jl. Ketitang - Sedayu (Timur)		Lingkungan Simpang		KOMERSIL					
		Simpang:		SIMPANG 3 KETITANGLOR		Hambatan Samping		SEDANG					
1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang													
Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat (m)								Jumlah Lajur		Tipe Simpang	Tipe Median
		Jalan Mayor			Jalan Minor			Rata-Rata W_R	Jalan Minor	Jalan Mayor			
		W_A	W_C	W_{AC}	W_B	W_D	W_{BD}						
		m	m	m	m	m	m						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)		
0	3	4	4	4	3.75	0	1.875	3.92	2	2	322	Tidak ada	
2. Kapasitas													
Pilihan	Kapasitas Dasar (Co)	Faktor Penyesuaian Kapasitas (F)										Kapasitas (C)	
		Lebar Pendekat Rata-Rata	Median Jalan	Ukuran Kota	Hambatan Samping	Belok Kiri	Belok Kanan	Rasio Arus Minor					
		F_{LP}	F_M	F_{UK}	F_{HS}	F_{BKI}	F_{BKA}	F_{MI}					
(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)					
0	2,700	1.03	1.00	0.94	0.94	1.13	0.98	1.01	2,741				
3. Kinerja Lalu Lintas													
Pilihan	Arus lalu-lintas (Qtot)	Derajat Kejenuhan	Tundaan Lalin	Tundaan Jl. Mayor	Tundaan Jl. Minor	Tundaan Geometrik	Tundaan Simpang	Peluang Antrian	Sasaran				
	smp/jam												
	$D_j = Q/C$												
	T_{MA}												
(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(36)					
0	2,759.22	1.01	15.30	#NUM!	#NUM!	4.00	19.30	41	81	DS >	0.85		
			DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	DET/SMP	%	%				
Catatan mengenai perbandingan kinerja dengan sasaran:													
				1.01	26--52	19.30							

Lampiran. 9 Formulir USIG II Simpang Ketitanglor Usulan 1

[illegible]

Lampiran. 10 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 2 Fase 2022

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS										Tanggal : Kota : KABUPATEN PEKALONGAN Simpang : SIMPANG KETITANGLOR													
Ditribusi arus lalu lintas (smp/jam)			Fase 1			Fase 2			Fase 3			Fase 4											
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau							Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan		
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi														
									Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P								Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)	
			p LTOR	p LT	p RT					Q RT	Q RTO	Ukuran Kota	Hambatan Sampang	Kelandaian	Parkir								Belok Kanan
									So	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
T	1	P	0.00	0.53	0.47	125	0	3.75	2,250	0.94	0.95	1.00	1.00	1.12	0.92	2,065.0	251	0.12	0.18	8	319	0.79	
U	2	O	0.00	0.23	0.00	118	0	4.00	2,190	0.94	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	1884.5	1,016	0.54	0.82	34	1,292	0.79	
S	3	O	0.00	0.00	0.14	0.00	118.00	4.00	1,980	0.94	0.95	1.00	1.00	1.04	1.00	1830.3	871	0.48	0.82	34	1,255	0.69	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			8	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)					50								IFR = E Fr _{crit}	0.66	0.76				
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)					50														

Lampiran. 11 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 2 Fase 2022

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal							
Formulir SIG-V										Kota						KABUPATEN PEKALONGAN	
PANJANG ANTRIAN										Simpang						SIMPANG KETITANGLOR	
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI										Waktu Sil						50	
TUNDAAN																	
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejuhar DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan					
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)		
T	251	319	0.79	0.15	1.29	3.36	4.65	4.65	24.82	1.20	301	34.92	4.13	39.05	9,805.62		
U	1,016	1,292	0.79	0.69	1.33	9.64	10.97	10.97	54.84	0.70	709	9.07	2.86	11.93	12,116.66		
S	871.04	1254.95	0.69	0.69	0.63	7.27	7.90	7.90	39.52	0.59	511	6.54	2.68	9.22	8,030.17		
LTOR (semua)	-											0.0	6.0	6.0	-		
Total											1,521	Total				29,952.45	
Arus total Qtot 2,138											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp 0.71		Tundaan simpang rata-rata (det/smp) 14.01				

Lampiran. 12 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 3 Fase 2022

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal :												
Formulir SIG-IV :PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS										Kota : KABUPATEN PEKALONGAN												
										Simpang : SIMPANG KETITANGLOR												
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)						Fase 1				Fase 2				Fase 3				Fase 4				
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau							Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi						Kapasitas disesuaikan (smp/jam)							
			p LTOR	p LT	p RT			Q RT	Q RTO	We	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Semua Tipe pendekat										Hanya tipe P
						Ukuran Kota	Hambatan Sampling					Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
T	1	P	0.00	0.53	0.47	125	0.00	4.75	2850	1.00	0.95	1.00	1.00	1.12	0.92	2783	251	0.09	0.14	8	312	0.81
U	2	P	0.00	0.23	0.00	123	0	5.00	3000	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	2746	881	0.32	0.48	27	1,093	0.81
S	3	P	0.00	0.00	0.14	0	123	5.00	3000	1.00	0.95	1.00	1.00	1.04	1.00	2950	749	0.25	0.38	22	929	0.81
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			12	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						69	IFR = $\frac{E}{E} \cdot \frac{F_{r_{crit}}}{F_{r_{crit}}}$						0.66	0.81				
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						69												

Lampiran. 13 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 3 Fase 2022

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-V PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN									Tanggal								
									Kota KABUPATEN PEKALONGAN								
									Simpang SIMPANG KETITANGLOR								
									Waktu Siklus 69								
Kode Pendek	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejuhar DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan					
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2=NQ	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)		
T	251	312	0.81	0.11	1.50	4.67	6.17	6.17	25.98	1.16	291	47.04	4.10	51.15	12,843		
U	881	1093	0.81	0.40	1.55	14.88	16.43	16.43	65.70	0.88	776	23.40	3.55	26.95	23,739		
S	749	929	0.81	0.31	1.55	13.10	14.64	14.64	58.57	0.92	692	27.56	3.76	31.32	23,447		
LTOR (se	-											0.0	6.0	6.0	-		
Total											1,759	Total				60,029.88	
Arus tota 1,881											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp	0.94	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)				31.92

Lampiran. 14 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 2 Fase 2023

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal :													
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS										Kota : KABUPATEN PEKALONGAN													
										Simpang : SIMPANG KETITANGLOR													
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)						Fase 1				Fase 2				Fase 3				Fase 4					
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g/c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P									
			So	Fcs	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
T	1	P	0.00	0.53	0.47	138	0	3.75	2.250	0.94	0.95	1.00	1.00	1.12	0.92	2.065.0	277	0.13	0.18	10	332	0.84	
U	2	O	0.00	0.23	0.00	118	0	4.00	2.190	0.94	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	1884.5	1.122	0.60	0.82	45	1.342	0.84	
S	3	O	0.00	0.00	0.14	0.00	118.00	4.00	1.980	0.94	0.95	1.00	1.00	1.04	1.00	1830.3	962	0.53	0.82	45	1.303	0.74	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			8	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						63	IFR = E Fr _{crit}						0.73	0.80					
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						63													

Lampiran. 15 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 2 Fase 2023

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal										
Formulir SIG-V										Kota						KABUPATEN PEKALONGAN				
PANJANG ANTRIAN										Simpang						SIMPANG KETITANGLOR				
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI										Waktu Sil						63				
TUNDAAN																				
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan								
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geo-metrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)					
T	277	332	0.84	0.16	1.91	4.69	6.60	6.60	35.21	1.23	340	46.31	4.15	50.46	13,988.07					
U	1,122	1,342	0.84	0.71	2.01	13.92	15.93	15.93	79.65	0.73	822	11.82	2.99	14.81	16,615.66					
S	961.63	1303.24	0.74	0.71	0.90	10.18	11.08	11.08	55.42	0.59	572	7.98	2.71	10.69	10,278.32					
LTOR (semua)	-											0.0	6.0	6.0	-					
Total											1,734	Total				40,882.04				
Arus total Qtot 2,360											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp				0.73	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)				17.32

Lampiran. 16 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 3 Fase 2023

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal :																
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS										Kota : KABUPATEN PEKALONGAN																
										Simpang : SIMPANG KETITANGLOR																
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)					Fase 1					Fase 2					Fase 3					Fase 4						
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau						Kapasitas disesuaikan (smp/jam)	Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan				
						Arah Diri	Arah Lawan			Faktor-faktor koreksi																
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We		Semua Tipe pendekat			Hanya tipe P													
										Ukuran Kota	Hambatan Sampling	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri											
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)				
T	1	P	0.00	0.53	0.47	138	0.00	4.75	2850	1.00	0.95	1.00	1.00	1.12	0.92	2783	277	0.10	0.14	10	325	0.85				
U	2	P	0.00	0.23	0.00	123	0	5.00	3000	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	2746	972	0.35	0.48	36	1,141	0.85				
S	3	P	0.00	0.00	0.14	0	123	5.00	3000	1.00	0.95	1.00	1.00	1.04	1.00	2950	826	0.28	0.38	28	970	0.85				
Waktu Hilang Total LTI (det)			12		Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)					86					IFR = E Fr _{crit}					0.73					0.85	
					Waktu siklus disesuaikan (c) (det)					86																

Lampiran. 17 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 3 Fase 2023

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-V PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN					Tanggal											
					Kota KABUPATEN PEKALONGAN											
					Simpang SIMPANG KETITANGLOR											
					Waktu Siklus 86											
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejuhuran DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2=NQ	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
T	277	325	0.85	0.12	2.18	6.53	8.71	8.71	36.68	1.18	327	61.61	4.11	65.72	18,220	
U	972	1141	0.85	0.42	2.32	21.13	23.45	23.45	93.79	0.90	879	30.17	3.64	33.81	32,881	
S	826	970	0.85	0.33	2.31	18.50	20.81	20.81	83.25	0.94	780	35.62	3.82	39.44	32,599	
LTOR (se	-											0.0	6.0	6.0	-	
Total											1,986	Total				83,699.12
Arus total 2,076											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp 0.96		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			40.31

Lampiran. 18 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 2 Fase 2024

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS										Tanggal : Kota : KABUPATEN PEKALONGAN Simpang : SIMPANG KETITANGLOR														
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)						Fase 1				Fase 2				Fase 3				Fase 4						
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g/c)	Derajat Kejenuhan		
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)									
			Q RT	Q RTO	Semua Tipe pendekat			Hanya tipe P																
					p LTOR	p LT	p RT	Ukuran Kota	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri	S										
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	FRT	FLT	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)		
T	1	P	0.00	0.53	0.47	152	0	3.75	2,250	0.94	0.95	1.00	1.00	1.12	0.92	2,064.9	304	0.15	0.18	13	330	0.92		
U	2	O	0.00	0.23	0.00	143	0	4.00	2,110	0.94	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	1815.6	1,239	0.68	0.82	59	1,344	0.92		
S	3	O	0.00	0.00	0.13	0.00	143	4.00	1,730	0.94	0.95	1.00	1.00	1.03	1.00	1598.9	1,061	0.66	0.82	59	1,184	0.90		
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			8		Waktu siklus pra penyesuaian Co (det) Waktu siklus disesuaikan (c) (det)					80 80							IFR = E Fr_{crit}		0.83				0.91	

Lampiran. 19 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 2 Fase 2024

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-V										Tanggal						
PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN										Kota KABUPATEN PEKALONGAN						
										Simpang SIMPANG KETITANGLOR						
										Waktu Sil 80						
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
T	304	330	0.92	0.16	4.10	6.66	10.76	10.76	57.39	1.43	436	77.84	4.28	82.12	24,979.59	
U	1,239	1,344	0.92	0.74	4.94	22.52	27.46	27.46	137.31	0.90	1112	21.73	3.61	25.34	31,400.23	
S	1061.00	1183.52	0.90	0.74	3.62	18.21	21.82	21.82	109.12	0.83	884	19.03	3.47	22.49	23,864.02	
LTOR (semua)	-											0.0	6.0	6.0	-	
Total											2,432	Total				80,243.84
Arus total Qtot 2,604											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp 0.93		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			30.81

Lampiran. 20 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 3 Fase 2024

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS										Tanggal : Kota : KABUPATEN PEKALONGAN Simpang : SIMPANG KETITANGLOR													
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)						Fase 1				Fase 2				Fase 3				Fase 4					
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c)	Derajat Kejenuhan	
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi						Kapasitas disesuaikan (smp/jam)								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Semua Tipe pendekat			Hanya tipe P			S							
										Ukuran Kota	Hambatan Sampling	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
T	1	P	0.00	0.53	0.47	152	0.00	4.75	2850	1.00	0.95	1.00	1.00	1.12	0.92	2783	304	0.11	0.14	12	331	0.92	
U	2	P	0.00	0.23	0.00	123	0	5.00	3000	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	2746	1,074	0.39	0.48	43	1,168	0.92	
S	3	P	0.00	0.00	0.13	0	123	5.00	3000	1.00	0.95	1.00	1.00	1.03	1.00	2950	912	0.31	0.38	34	991	0.92	
Waktu Hilang Total LTI (det)			12		Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)					100					IFR = E Fr_{crit}					0.81		0.92	
					Waktu siklus disesuaikan (c) (det)					100													

Lampiran. 21 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 3 Fase 2024

SIMPANG BERSINYAL									Tanggal									
Formulir SIG-V PANJANG ANTRIAN									Kota							KABUPATEN PEKALONGAN		
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI									Simpang							SIMPANG KETITANGLOR		
TUNDAAN									Waktu Siklus							100		
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejenhuran DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan						
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2=NQ	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)			
T	304	331	0.92	0.12	4.03	8.36	12.39	12.39	52.16	1.32	401	87.45	4.21	91.65	27,881			
U	1074	1168	0.92	0.43	4.77	28.18	32.95	32.95	131.79	0.99	1067	41.84	3.98	45.81	49,222			
S	912	991	0.92	0.34	4.70	24.34	29.04	29.04	116.17	1.03	941	48.98	4.10	53.08	48,400			
LTOR (se	-											0.0	6.0	6.0	-			
Total											2,410	Total				#####		
Arus total 2,290											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp 1.05		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			54.80		

Lampiran. 22 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 2 Fase 2025

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS									Tanggal : Kota : KABUPATEN PEKALONGAN Simpang : SIMPANG KETITANGLOR																	
Ditribusi arus lalu lintas (smp/jam)			Fase 1						Fase 2						Fase 3						Fase 4					
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam)	Rasio Arus (FR)	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik)	Kapasitas (smp/jam) (S.g/c)	Derajat Kejenuhan				
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi						Nilai Kapasitas disesuaikan (smp/jam)											
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam)	Semua Tipe pendekat				Hanya tipe P												
									So	Fcs	Hambatan Samping	Kelandaian	Parkir	Belok Kanan	Belok Kiri	S	Q	Q/S	IFR	g	C	Q/C				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)				
T	1	P	0.00	0.53	0.47	169	0	3.75	2,250	0.94	0.95	1.00	1.00	1.12	0.92	2,064.9	338	0.16	0.18	16	338	1.00				
U	2	O	0.00	0.23	0.00	158	0	4.00	2,100	0.94	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	1807.1	1,368	0.76	0.82	76	1,367	1.00				
S	3	O	0.00	0.00	0.13	0.00	158	4.00	1,700	0.94	0.95	1.00	1.00	1.03	1.00	1571.2	1,172	0.75	0.82	76	1,188	0.99				
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			8	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						100	IFR = E Fr _{crit}						0.92	1.00								
				Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						100																

Lampiran. 23 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 2 Fase 2025

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-V										Tanggal							
										Kota						KABUPATEN PEKALONGAN	
										Simpang						SIMPANG KETITANGLOR	
										Waktu Sil						100	
PANJANG ANTRIAN JUMLAH KENDARAAN TERHENTI TUNDAAN																	
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejenuhan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan					
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)		
T	338	338	1.00	0.16	9.27	9.39	18.66	18.66	99.52	1.79	605	140.57	4.51	145.08	49,049.95		
U	1,368	1,367	1.00	0.76	18.78	38.10	56.88	56.88	284.38	1.35	1843	61.67	5.31	66.98	91,628.25		
S	1171.60	1188.47	0.99	0.76	13.29	31.17	44.46	44.46	222.29	1.23	1440	51.92	4.73	56.65	66,370.28		
LTOR (semua)	-											0.0	6.0	6.0	-		
Total											3,888	Total				207,048.5	
Arus total Qtot 2,878											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp 1.35		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			71.95	

Lampiran. 24 Formulir SIG-IV Simpang Ketitanglor 3 Fase 2025

SIMPANG BERSINYAL Formulir SIG-IV :PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS										Tanggal : Kota : KABUPATEN PEKALONGAN Simpang : SIMPANG KETITANGLOR													
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)						Fase 1				Fase 2				Fase 3				Fase 4					
Kode Pendekat	Hijau dalam Fase No.	Tipe Pendekat (P/O)	Rasio Kendaraan Berbelok			Arus RT (smp/jam)		Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh (smp/jam) Hijau								Arus Lalu Lintas (smp/jam) Q	Rasio Arus (FR) Q/S	Rasio Fase PR = Fr _{crit}	Waktu Hijau (detik) g	Kapasitas (smp/jam) (S.g /c) C	Derajat Kejenuhan Q/C	
						Arah Diri	Arah Lawan		Faktor-faktor koreksi						Kapasitas disesuaikan (smp/jam) S								
			p LTOR	p LT	p RT	Q RT	Q RTO	We	Nilai Kapasitas Dasar (smp/jam) So	Semua Tipe pendekat			Hanya tipe P										
										Ukuran Kota Fcs	Hambatan Samping Fsf	Kelandaian Fg	Parkir Fp	Belok Kanan FRT	Belok Kiri FLT								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	
T	1	P	0.00	0.53	0.47	169	0.00	4.75	2850	1.00	0.95	1.00	1.00	1.12	0.92	2783	338	0.12	0.14	15	340	0.99	
U	2	P	0.00	0.23	0.00	123	0	5.00	3000	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	2746	1,186	0.43	0.48	52	1,193	0.99	
S	3	P	0.00	0.00	0.13	0	123	5.00	3000	1.00	0.95	1.00	1.00	1.03	1.00	2950	1,007	0.34	0.38	41	1,013	0.99	
Waktu Hilang Total LT LTI (det)			12	Waktu siklus pra penyesuaian Co (det)						120	Waktu siklus disesuaikan (c) (det)						120	IFR = E Fr _{crit}	0.89	0.99			

Lampiran. 25 Formulir SIG-V Simpang Ketitanglor 3 Fase 2025

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal							
Formulir SIG-V PANJANG ANTRIAN										Kota		KABUPATEN PEKALONGAN					
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI										Simpang		SIMPANG KETITANGLOR					
TUNDAAN										Waktu Siklus		120					
Kode Pendek	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp/jam C	Derajat Kejenuharan DS = Q/C	Rasio hijau GR = g/c	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian QL (m)	Rasio Kendaraan NS stop/smp	Jumlah Kendaraan Terhenti N SV smp/jam	Tundaan					
					NQ1	NQ2	Total NQ1+NQ2=NQ	NQ max				Tundaan lalu lintas rata-rata DT det/smp	Tundaan geometrik rata-rata DG det/smp	Tundaan rata-rata D = DT + DG det/smp	Tundaan Total D x Q smp.det		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)		
T	338	340	0.99	0.12	8.69	11.26	19.95	19.95	84.00	1.59	539	144.62	4.38	149.00	50,377		
U	1186	1193	0.99	0.43	15.54	39.37	54.90	54.90	219.61	1.25	1482	80.67	4.94	85.61	101,548		
S	1007	1013	0.99	0.34	14.43	33.47	47.89	47.89	191.57	1.28	1293	90.56	4.91	95.47	96,136		
LTOR (se	-											0.0	6.0	6.0	-		
Total											3,314	Total				#####	
Arus tota 2,531											Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp	1.31	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)				98.00