

**OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG KEBONAGUNG
KOTA PASURUAN**

KERTAS KERJA WAJIB



Diajukan Oleh:

FARIS ARDIANSYAH
NOTAR : 19.02.115

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

OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG KEBONAGUNG KOTA PASURUAN

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi

Diploma III Manajemen Transportasi Jalan

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



Diajukan Oleh:

FARIS ARDIANSYAH
NOTAR : 19.02.115

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

KERTAS KERJA WAJIB
OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG KEBONAGUNG
KOTA PASURUAN

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Studi Diploma III

Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh

FARIS ARDIANSYAH

Nomor Taruna : 19.02.115

Telah disetujui oleh :

PEMBIMBING I



RIANTO RILI PRIHATMANTYO, ST, M.Sc
NIP. 19830129 200912 1 001

Tanggal: 01 Agustus 2022

PEMBIMBING II



ARI ANANDA PUTRI, MT
NIP. 19881220 201012 2 007

Tanggal: 01 Agustus 2022

KERTAS KERJA WAJIB
OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG KEBONAGUNG
KOTA PASURUAN

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan

Program Studi Diploma III

Oleh:

FARIS ARDIANSYAH

Notar Taruna : 19.02.115

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 2 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

Pembimbing I



RIANTO RILI PRIHATMANTYO, ST, M.Sc
NIP. 19830129 200912 1 001

Tanggal: 02 Agustus 2022

Pembimbing II



ARI ANANDA PUTRI, MT
NIP. 19881220 201012 2 007

Tanggal: 02 Agustus 2022

KERTAS KERJA WAJIB
OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG KEBONAGUNG
KOTA PASURUAN

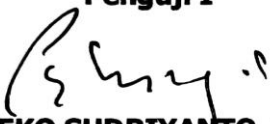
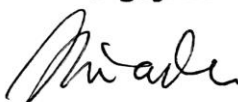
Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

FARIS ARDIANSYAH

Notar Taruna : 19.02.115

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL 02 AGUSTUS 2022
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

DEWAN PENGUJI

Penguji I  <u>Drs. EKO SUDRIYANTO, MM.</u> NIP. 19600806 198503 1 002	Penguji II  <u>ARINI DEWI LESTARI, MM.</u> NIP. 19880330 201012 1 006
Penguji III  <u>RIANTO RILI PRIHATMANTYO, ST, M.Sc.</u> NIP. 19830129 200912 1 001	Penguji IV  <u>ARI ANANDA PUTRI, MT.</u> NIP. 19881220 201012 2 007

MENGETAHUI,

KETUA PROGRAM STUDI
DIII MANAJEMEN TRANSPORTASI JALAN


RACHMAT SADILI, MT.
NIP. 19840208 200604 1 001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : FARIS ARDIANSYAH

Notar : 1902115

adalah Taruna/I jurusan Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Naskah Tugas Akhir/ KKW/ Skripsi yang saya tulis dengan judul:

OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG KEBONAGUNG KOTA PASURUAN

adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Naskah Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan kelulusan dan atau pencabutan gelar yang saya peroleh.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bekasi, 17 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



FARIS ARDIANSYAH

Notar : 1902115

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : FARIS ARDIANSYAH

Notar : 1902115

menyatakan bahwa demi kepentingan perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui abstrak Tugas Akhir/ KKW/ Skripsi yang saya tulis dengan judul:

OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG KEBONAGUNG KOTA PASURUAN

untuk dipublikasikan atau ditampilkan di internet atau media lain yaitu Digital Library Perpustakaan PTDI-STTD untuk kepentingan akademik, sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bekasi, 17 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



FARIS ARDIANSYAH

Notar : 1902115

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul " Optimalisasi Kinerja Simpang Kebonagung Kota Pasuruan " ini tepat pada waktunya.

Adapun tujuan penulisan Kertas Kerja Wajib ini merupakan hasil penerapan dari ilmu yang didapat selama masa pendidikan yang diajukan dalam rangka penyelesaian studi program D-III Manajemen Transportasi Jalan, untuk memperoleh gelar Ahli Madya Manajemen Transportasi Jalan. Pada kesempatan kali ini, penulis menyampaikan rasa hormat dan mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan Kertas Kerja Wajib ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orangtua serta keluarga yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan penulis hingga saat ini
2. Bapak Ahmad Yani, ATD, MT. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD
3. Bapak Rachmat Sadili, S. SiT, MT. selaku Kepala Prodi D III Manajemen Transportasi Jalan
4. Bapak Rianto Rili Prihatmantyo, ST, M.Sc dan Ibu Ari Ananda Putri, MT selaku Dosen Pembimbing Kertas Kerja Wajib
5. Bapak Eko Sudriyanto, MM dan Ibu Arini Dewi Lestari, MM selaku Dosen Penguji Kertas Kerja Wajib
6. Seluruh bapak dan ibu dosen Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan angkatan XLI yang telah membimbing selama menempuh pendidikan
7. Seluruh rekan Taruna/I Sekolah Tinggi Transportasi Darat angkatan XLI
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini, sehingga dapat selesai tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Kertas Kerja Wajib ini masih jauh dari

kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan sarana yang membangun dari pembaca untuk Kertas Kerja Wajib ini dan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dikembangkan bagi semua pembaca.

Bekasi, 17 Juli 2022

Penulis

FARIS ARDIANSYAH
1902115

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR RUMUS	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II GAMBARAN UMUM	5
2.1 Kondisi Transportasi	5
2.1.1 Jaringan Jalan	5
2.1.2 Persimpangan.....	5
2.2 Kondisi Wilayah Kajian.....	8
BAB III KAJIAN PUSTAKA	15
3.1 Lalu Lintas.....	15
3.1.1 Manajemen Lalu Lintas.....	15
3.2 Persimpangan.....	16
3.2.1 Penentuan Pengaturan Lalu Lintas.....	17
3.2.2 Prinsip Waktu Siklus dan Fase.....	18

3.2.3 Gerakan Kendaraan pada Simpang	21
3.2.4 Konflik Persimpangan	22
3.2.5 Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal	23
3.3 Geometrik Persimpangan	36
BAB IV METODE PENELITIAN	37
4.1 Alur Pikir	37
4.2 Bagan Alir Penelitian.....	40
4.3 Sumber Data	41
4.4 Teknik Pengumpulan Data	41
4.5 Teknik Analisis Data	42
4.5.1 Analisis Kinerja Persimpangan Kondisi Saat Ini	42
4.5.2 Analisis Peningkatan Kinerja Persimpangan	43
4.5.3 Tahap Perbandingan	43
4.6 Lokasi dan Jadwal Penelitian	43
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH	44
5.1 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Kondisi Saat Ini	44
5.2 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Kondisi Usulan I	58
5.3 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Kondisi Usulan II	63
5.4 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Kondisi Usulan III.....	68
5.5 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Kondisi Usulan IV	73
BAB VI PENUTUP.....	110
6.1 Kesimpulan.....	110
6.2 Saran	110
DAFTAR PUSTAKA	112
LAMPIRAN.....	113

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Daftar Nama Simpang Bersinyal di Kota Pasuruan.....	6
Tabel II. 2 Daftar Nama Simpang Tak Bersinyal di Kota Pasuruan.....	7
Tabel II. 3 Inventarisasi Simpang Kebonagung.....	9
Tabel III. 1 Hubungan LHR dan Jam Tersibuk.....	18
Tabel III. 2 Nilai Normal Antar Hijau.....	20
Tabel III.3 Arus Jenuh Simpang Terlawan	26
Tabel III. 4 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs).....	26
Tabel III. 5 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping	27
Tabel III. 6 Waktu Siklus yang Layak sesuai Tipe Pengaturan	31
Tabel III. 8 Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal berdasarkan Tundaan	36
Tabel IV. 1 Nama dan Sumber Data yang Digunakan Analisis.....	41
Tabel V. 1 Lebar dan Tipe Pendekat Simpang Kebonagung Kondisi Saat Ini.....	44
Tabel V. 2 Arus Jenuh Dasar Tiap Kaki Simpang	45
Tabel V. 3 Faktor Hambatan Samping pada Kondisi Saat Ini.....	46
Tabel V. 4 Faktor Kelandaian pada Kondisi Saat Ini	47
Tabel V. 5 Faktor Belok Kanan pada Kondisi Saat Ini.....	48
Tabel V. 6 Faktor Belok Kiri pada Kondisi Saat Ini	48
Tabel V. 7 Kapasitas Simpang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini	50
Tabel V. 8 Derajat Kejenuhan Simpang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini	51
Tabel V.9 Jumlah Antrian yang Datang pada Fase Hijau (NQ1) Kondisi Saat Ini	52
Tabel V. 10 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah Kondisi Saat Ini...	53
Tabel V. 11 Jumlah Antrian Total pada Simpang Kebonagung.....	55

Tabel V. 13 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Saat Ini Simpang Kebonagung	55
Tabel V. 14 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini....	56
Tabel V. 15 Tundaan Lalu Lintas Simpang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini ...	58
Tabel V. 16 Tundaan Geometrik Simpang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini....	58
Tabel V. 17 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Saat Ini Simpang Kebonagung	59
Tabel V. 18 Kapasitas pada Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung	62
Tabel V. 19 Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan 1	63
Tabel V. 20 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa dari Waktu Hijau (NQ1) Usulan 1.....	64
Tabel V. 21 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah (NQ2) Usulan 1...	65
Tabel V. 22 Perhitungan Jumlah Kendaraan Antri Kondisi Usulan 1	65
Tabel V. 23 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung	66
Tabel V. 24 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 1 ..	67
Tabel V. 25 Tundaan Lalu Lintas Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 1 .	68
Tabel V. 26 Tundaan Geometrik Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 1 ..	69
Tabel V. 27 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung....	70
Tabel V. 28 Kapasitas pada Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung	73
Tabel V. 29 Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan 2	74
Tabel V. 29 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa dari Waktu Hijau (NQ1) Usulan 2.....	75
Tabel V. 30 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah (NQ2) Usulan 2...	76
Tabel V. 31 Perhitungan Jumlah Kendaraan Antri Kondisi Usulan 2	76
Tabel V. 32 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung	77

Tabel V. 33 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 2 ..	78
Tabel V. 34 Tundaan Lalu Lintas Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 2 .	79
Tabel V. 35 Tundaan Geometrik Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 2 ..	80
Tabel V. 36 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung....	81
Tabel V. 37 Derajat Kejenuhan Kondisi Usulan III Simpang Kebonagung	84
Tabel V. 38 Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan 3	85
Tabel V. 39 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa dari Waktu Hijau (NQ1) Usulan 3.....	86
Tabel V. 40 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah (NQ2) Usulan 3...	87
Tabel V. 41 Perhitungan Jumlah Kendaraan Antri Kondisi Usulan 3	87
Tabel V. 42 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Usulan 3 Simpang Kebonagung	88
Tabel V. 43 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 3 ..	89
Tabel V. 44 Tundaan Lalu Lintas Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 3 .	90
Tabel V. 45 Tundaan Geometrik Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 3 ..	91
Tabel V. 46 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Usulan 3 Simpang Kebonagung....	92
Tabel V. 47 Lebar dan Tipe Pendekat Simpang Kebonagung Kondisi Usulan 4...	93
Tabel V. 48 Kapasitas pada Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung	97
Tabel V. 49 Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan 4	97
Tabel V. 50 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa dari Waktu Hijau (NQ1) Usulan 4.....	98
Tabel V. 51 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah (NQ2) Usulan 4...	99
Tabel V. 52 Perhitungan Jumlah Kendaraan Antri Kondisi Usulan 4	100
Tabel V. 53 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung	101
Tabel V. 54 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 4	102

Tabel V. 55 Tundaan Lalu Lintas Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 4	103
Tabel V. 56 Tundaan Geometrik Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 4	103
Tabel V. 57 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung..	104
Tabel V. 58 Perbandingan DS Kondisi Saat Ini dengan Kondisi Usulan	106
Tabel V. 59 Perbandingan Panjang Antrian Kondisi Saat Ini dengan Kondisi Usulan	107
Tabel V. 60 Perbandingan Tundaan Rata-rata Kondisi Saat Ini dengan Kondisi Usulan	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Peta Jaringan Jalan Kota Pasuruan	5
Gambar II. 2	Peta Simpang Bersinyal di Kota Pasuruan	7
Gambar II. 3	Peta Simpang Tidak Bersinyal di Kota Pasuruan	8
Gambar II. 4	Simpang Kebonagung Tampak Atas 2022	9
Gambar II. 5	Layout Simpang Kebonagung Kondisi Saat Ini 2022	11
Gambar II. 6	Arus Lalu Lintas Tiap Fase.....	10
Gambar II. 7	Diagram Fase Simpang Kebonagung Saat Ini	12
Gambar II. 8	Visualisasi Kaki Simpang Utara	12
Gambar II. 9	Visualisasi Kaki Simpang Timur.....	13
Gambar II. 10	Visualisasi Kaki Simpang Selatan	13
Gambar II. 11	Visualisasi Kaki Simpang Barat	14
Gambar III. 1	Grafik Penentuan Pengendalian Persimpangan	17
Gambar III. 2	Gerakan Berpencar (Weaving) Kendaraan.....	21
Gambar III. 3	Gerakan Bergabung (Merging) Kendaraan.....	22
Gambar III. 4	Gerakan Berpotongan (Crossing) Kendaraan	22
Gambar III. 5	Gerakan Bergabung dan Berpencar (Weaving)	22
Gambar III. 6	Konflik di Persimpangan Empat Lengan	23
Gambar III. 7	Jenis Alih Gerak Kendaraan	27
Gambar III. 9	Grafik Hubungan FRT dan PRT.....	28
Gambar III. 10	Grafik Hubungan FLT dan PLT	29
Gambar III. 11	Panjang Antrian Maksimum	34
Gambar IV. 1	Alur Pikir Penelitian.....	39
Gambar IV. 2	Bagan Alir Penelitian	40
Gambar V. 1	Penentuan Pengendalian Persimpangan	45

Gambar V. 2 Arus Lalu Lintas Tiap Fase Kondisi Saat Ini	49
Gambar V. 3 Diagram Fase Simpang Kebonagung Saat Ini.....	50
Gambar V. 4 Diagram Fase Kondisi Usulan 1.....	61
Gambar V. 5 Arus Lalu Lintas Tiap Fase.....	71
Gambar V. 6 Diagram Fase Kondisi Usulan 2.....	72
Gambar V. 7 Arus Lalu Lintas Tiap Fase.....	82
Gambar V. 8 Diagram Fase Kondisi Usulan Ketiga	83
Gambar V. 9 Layout Simpang Kebonagung Setelah Perubahan Geometrik ...	94

DAFTAR RUMUS

Rumus III. 1 Lalu Lintas Harian Rata-rata	17
Rumus III. 2 Arus Jenuh	24
Rumus III. 3 Arus Jenuh Dasar	25
Rumus III. 4 Faktor Penyesuaian Parkir.....	26
Rumus III. 5 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)	28
Rumus III. 6 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT).....	28
Rumus III. 7 Rasio Arus (FR).....	29
Rumus III. 8 Rasio Arus Simpang (IFR).....	29
Rumus III. 9 Rasio Arus Fase (PR).....	30
Rumus III. 10 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua)	30
Rumus III. 11 Waktu Hijau (g)	31
Rumus III. 12 Waktu Siklus yang Disesuaikan (c).....	31
Rumus III. 13 Kapasitas (C)	31
Rumus III. 14 Derajat Kejenuhan (DS).....	32
Rumus III. 15 Jumlah Rata-rata Antrian pada Awal Hijau (NQ).....	32
Rumus III. 16 Jumlah SMP yang Tersisa dari Fase Hijau Sebelumnya (NQ1) ..	33
Rumus III. 17 Jumlah SMP yang Datang Selama Waktu Merah (NQ2)	33
Rumus III. 18 Panjang Antrian (QL).....	33
Rumus III. 19 Laju Henti (NS)	34
Rumus III. 20 Jumlah Kendaraan Terhenti (Nsv).....	35
Rumus III. 21 Tundaan Lalu Lintas (DT).....	35
Rumus III. 22 Tundaan Geometri (DG).....	35
Rumus III. 23 Tundaan Simpang (D)	35

Rumus III. 24 Tundaan Rata-rata (D_1)	36
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Formulir SIG IV Kondisi Saat Ini Simpang Kebonagung.....	113
Lampiran 2	Formulir SIG V Kondisi Saat Ini Simpang Kebonagung.....	114
Lampiran 3	Formulir SIG IV Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung	115
Lampiran 4	Formulir SIG V Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung	116
Lampiran 5	Formulir SIG IV Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung	117
Lampiran 6	Formulir SIG V Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung	118
Lampiran 7	Formulir SIG V Kondisi Usulan 3 Simpang Kebonagung	120
Lampiran 8	Formulir SIG V Kondisi Usulan 3 Simpang Kebonagung	120
Lampiran 9	Formulir SIG IV Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung	121
Lampiran 10	Formulir SIG V Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam lalu lintas tidak hanya terdapat ruas jalan saja melainkan juga persimpangan yang berfungsi untuk menyediakan perpindahan maupun merubah arah perjalanan. Simpang merupakan daerah pertemuan dari beberapa ruas jalan yang memiliki 4 jenis titik konflik yaitu crossing (berpotongan), diverging (memisah), merging (bergabung), dan weaving (bersilang). Pada suatu jaringan jalan terdapat faktor penting untuk menentukan kapasitas yaitu persimpangan dan waktu perjalanan. Dalam persimpangan dengan pergerakan kendaraan yang padat serta tidak memiliki pengaturan yang baik, dapat menyebabkan terjadinya kemacetan bahkan kecelakaan lalu lintas. Oleh karena itu, diperlukan adanya pengaturan lalu lintas yang baik untuk diterapkan pada suatu jaringan jalan.

Dalam penelitian ini simpang yang dikaji yaitu simpang yang menempati peringkat kedua terburuk berdasarkan hasil analisis Tim PKL Kota Pasuruan 2022. Untuk menilai kinerja suatu simpang bersinyal parameter penilaian yang digunakan adalah derajat kejenuhan, antrian, tundaan dan waktu siklus serta fase APILL.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk Kota Pasuruan 5 tahun terakhir yaitu sebesar 1,56% dan pertumbuhan kendaraan sebesar 2,67% menunjukkan bahwa mobilitas penduduk Kota Pasuruan meningkat tiap tahun. Volume kendaraan pada masing-masing kaki simpang pada jam sibuk pagi contohnya untuk kaki simpang Utara 439 smp/jam, Selatan 475 smp/jam, Timur 625 smp/jam, dan untuk kaki simpang Barat sebesar 528 smp/jam. Derajat kejenuhan pada masing-masing kaki simpang sebesar :kaki simpang Utara (Jl. Panglima Sudirman) sebesar 0,42, kaki simpang Selatan (Jl. K.H. Ahmad Dahlan) 0,35, kaki simpang Timur (Jl. Untung Suropati) 0,71, kaki simpang Barat (Jl. Urip Sumoharjo) 0,79. Sedangkan untuk panjang antrian kaki Utara sepanjang 48 meter, kaki Selatan sebesar

48,89 meter, kaki Timur sebesar 90 meter dan kaki Barat sepanjang 142,86 meter. Simpang Kebonagung memiliki tundaan pada masing-masing kaki yaitu kaki Utara 25,46 det/smp, kaki Selatan sebesar 39,75 det/smp, kaki Timur sebesar 33,81 det/smp, dan pada kaki Barat sebesar 39,75 det/smp.

Simpang Kebonagung merupakan simpang empat bersinyal dengan pengaturan pengendalian simpang menggunakan 2 fase dengan waktu siklus sebesar 122 detik serta memiliki tipe simpang 422L yaitu 4 kaki simpang, 2 lajur pendekat minor, 2 lajur pendekat mayor dan terdapat belok kiri langsung (LTOR). Simpang Kebonagung terletak di Kecamatan Purworejo Kota Pasuruan dan merupakan salah satu akses perbatasan antara Kota Pasuruan dengan Kabupaten Malang. Letaknya yang menjadikan akses antara Kota Pasuruan dan Kabupaten Malang menyebabkan simpang Kebonagung dilewati berbagai macam jenis kendaraan mulai dari sepeda motor, mobil pribadi, mobil penumpang, bus, bahkan truk besar. Tata guna lahan di sekitar simpang Kebonagung merupakan kawasan perdagangan dan juga terdapat sekolah yang menyebabkan hambatan samping di kaki simpang menjadi tinggi. Lalu lintas pada simpang ini cukup padat pada waktu tertentu seperti pada jam sibuk atau *on peak*, arus lalu lintas rata-rata sebesar 2124 smp/jam. Lebar pendekat pada simpang Kebonagung memiliki lebar yang berbeda-beda di tiap kaki simpang. Pada kaki simpang Utara yaitu Jl. Panglima Sudirman memiliki lebar pendekat sebesar 9 m. untuk kaki simpang Timur yaitu Jl. Untung Suropati dengan lebar pendekat sebesar 6 m. Untuk kaki simpang Selatan yaitu Jl. K.H. Ahmad Dahlan dengan lebar pendekat sebesar 7 m. dan pada kaki simpang Barat yaitu Jl. Urip Sumoharjo dengan lebar pendekat sebesar 3,5 m. Simpang Kebonagung memiliki kinerja simpang dengan derajat kejenuhan terbesar sebesar 0,79, rata-rata panjang antrian sebesar 105,39 meter, dan rata-rata tundaan sebesar 27,75 det/smp. Dengan LOS (Level of Service) simpang Kebonagung adalah D. Dimana dapat dikategorikan memiliki pelayanan yang buruk. Dengan permasalahan pada kondisi inilah yang melatar belakangi untuk menyusun Kertas Kerja

Wajib dengan judul : "OPTIMALISASI SIMPANG KEBONAGUNG KOTA PASURUAN"

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas maka permasalahan yang diidentifikasi sebagai berikut :

1. Simpang Kebonagung merupakan simpang bersinyal tipe 422L yang memiliki lebar pendekat Utara 9 m, Timur 6 m, Selatan 7 m, dan Barat sebesar 3,5 m dengan tata guna lahan perdagangan dan pendidikan menyebabkan hambatan samping tinggi dan menjadi salah satu akses dari Kota Pasuruan ke Kabupaten Malang dengan arus lalu lintas yang cukup padat dengan volume jam sibuk mencapai 2124 smp/jam
2. Buruknya kinerja simpang Kebonagung dengan nilai derajat kejenuhan terbesar sebesar 0,79
3. Simpang Kebonagung memiliki panjang antrian rata-rata sebesar 82,44 meter, dan rata-rata tundaan sebesar 27,75 det/smp dengan LOS D.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada pada simpang Kebonagung masalah yang dapat dirumuskan yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kinerja Simpang Kebonagung saat ini?
2. Bagaimana usulan rekomendasi peningkatan kinerja Simpang Kebonagung?
3. Bagaimana perbandingan kinerja Simpang Kebonagung kondisi saat ini dengan kondisi usulan?

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan Kertas Kerja Wajib ini adalah untuk meningkatkan kinerja lalu lintas pada simpang Kebonagung dengan memberikan rekomendasi atau usulan dengan penerapan konsep-konsep dalam manajemen lalu lintas yang telah dipelajari.

Adapun tujuan dari penulisan kertas kerja wajib ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa kinerja kondisi saat ini Simpang Kebonagung
2. Menganalisa usulan peningkatan kinerja Simpang Kebonagung
3. Membandingkan kinerja simpang Kebonagung kondisi saat ini dengan kinerja simpang Kebonagung saat usulan

1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan penelitian ini terdapat batasan-batasan yang tidak dibahas yaitu sebagai berikut:

1. Optimalisasi kinerja persimpangan hanya dilakukan pada simpang Kebonagung
2. Untuk mendapatkan kinerja persimpangan yang baik menggunakan usulan optimalisasi waktu siklus APILL serta perubahan geometrik simpang;
3. Tidak memperhitungkan, dampak lingkungan, dan pembebasan lahan;
4. Menggunakan panduan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997).

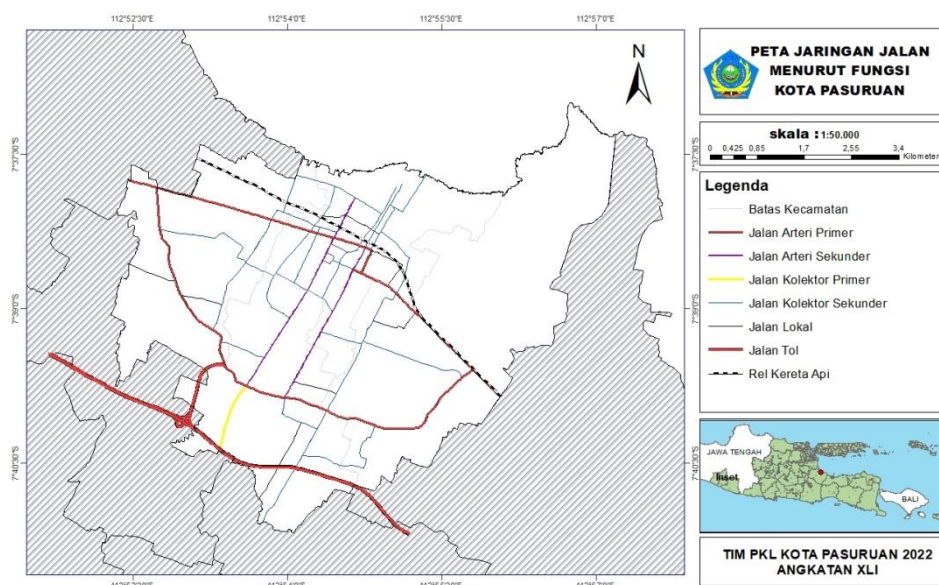
BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Transportasi

2.1.1 Jaringan Jalan

Jaringan jalan adalah satu kesatuan jaringan yang terdiri atas sistem jaringan primer dan sistem jaringan jalan sekunder dalam hubungan hirarkis. Berdasarkan Perwali No. 188/237/423.011/2018 panjang jaringan jalan di Kota Pasuruan yaitu sepanjang 78,933 Km. Dengan 12 ruas jalan nasional sepanjang 16,8 km, 1 ruas jalan provinsi sepanjang 1,29 km, dan ruas jalan kota sepanjang 78,93 km. Kondisi arus lalu lintas di Kota Pasuruan terbilang padat terutama pada ruas jalan yang merupakan jalan pantura menuju arah Kota Probolinggo.



Sumber: Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Gambar II. 1 Peta Jaringan Jalan Kota Pasuruan

2.1.2 Persimpangan

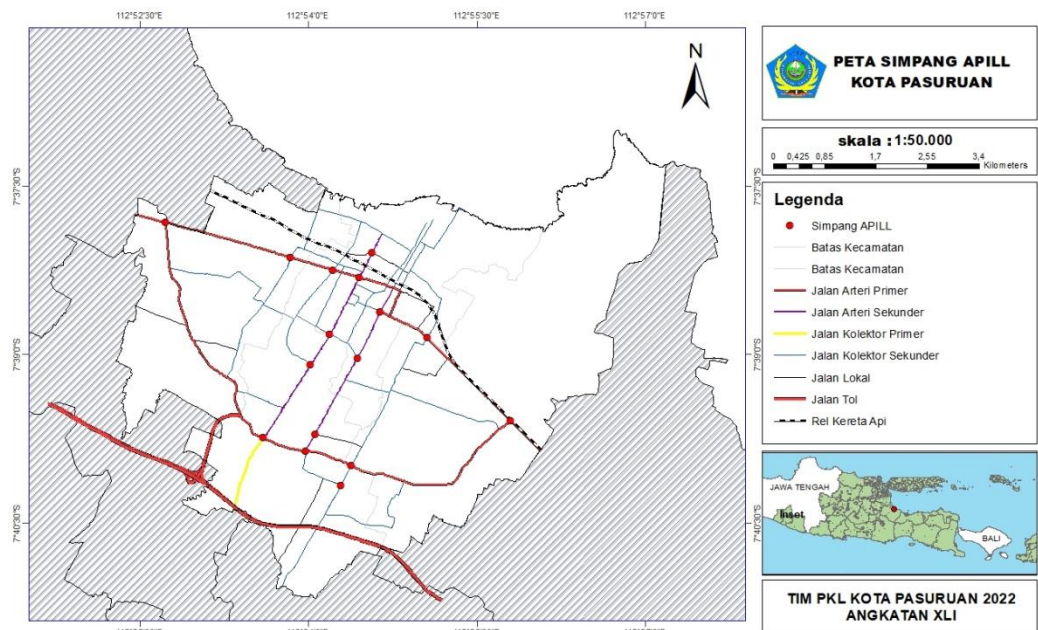
Persimpangan merupakan daerah pertemuan dua atau lebih ruas jalan, bergabung, berpotongan atau bersilang yang menjadi salah satu tempat terjadinya sumber konflik lalu lintas yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadi konflik antar

kendaraan lainnya maupun dengan pejalan kaki. Berdasarkan hasil survey interaritasi simpang di wilayah kajian, terdapat 22 simpang yang dikaji dengan 16 simpang bersinyal yang terdiri dari 7 simpang 3 dan 15 simpang 4. Berikut daftar nama simpang yang dikaji di Kota Pasuruan:

Tabel II. 1 Daftar Nama Simpang Bersinyal di Kota Pasuruan

No.	Node	Nama Simpang	Tipe Simpang
1	1902	SIMPANG KARANGKETUG	324
2	601	SIMPANG ERLANGGA	324
3	503	SIMPANG SLAGAH	324
4	1001	SIMPANG BLANDONGAN	324
5	1203	SIMPANG SULTAN AGUNG	324
6	703	SIMPANG GADINGREJO	424
7	707	SIMPANG GEDUNG 8	424
8	202	SIMPANG KUMALA	424
9	106	SIMPANG APOTEK	424
10	305	SIMPANG BUGUL	424
11	1602	SIMPANG KRAMPYANGAN	422
12	1204	SIMPANG PURUT	422
13	1201	SIMPANG KEBONAGUNG	422L
14	501	SIMPANG PANGLIMA SUDIRMAN	424
15	1603	SIMPANG KETEPENG	422
16	204	SIMPANG TRAJENG	422

Sumber: Tim PKL Kota Pasuruan, 2022



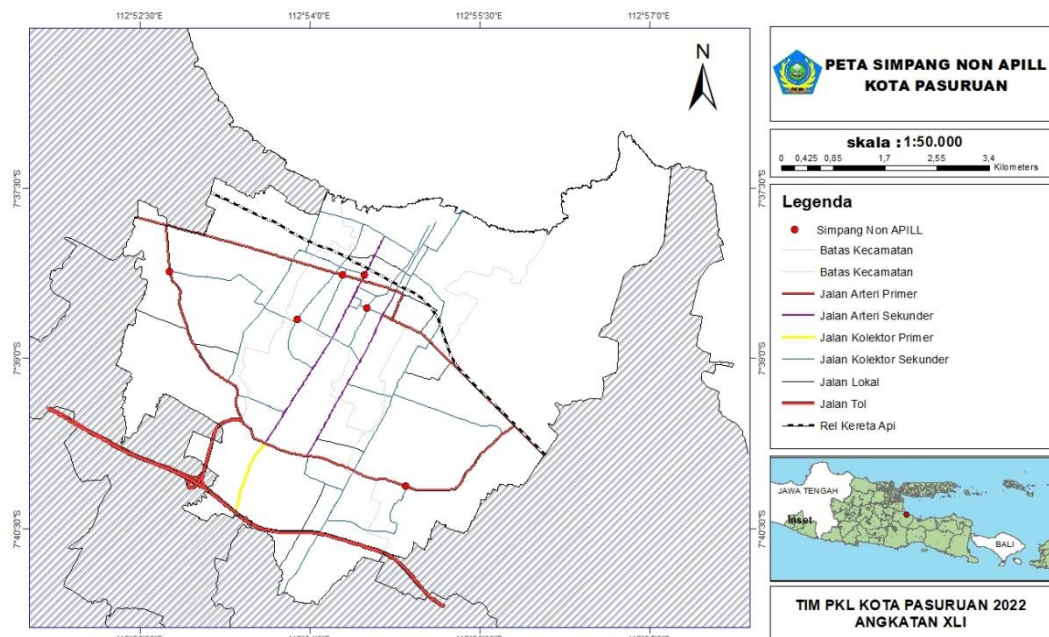
Sumber: Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Gambar II. 2 Peta Simpang Bersinyal di Kota Pasuruan

Tabel II. 2 Daftar Nama Simpang Tak Bersinyal di Kota Pasuruan

No.	Node	Nama Simpang	Tipe Simpang
1	1903	SIMPANG MEBEL DINAR	322
2	711	SIMPANG GAJAH MADA	322
3	204	SIMPANG ABDUL HAMID	424
4	205	SIMPANG LOMBOK	422
5	103	SIMPANG RA KARTINI	422
6	1501	SIMPANG KH AGUS SALIM	322

Sumber: Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

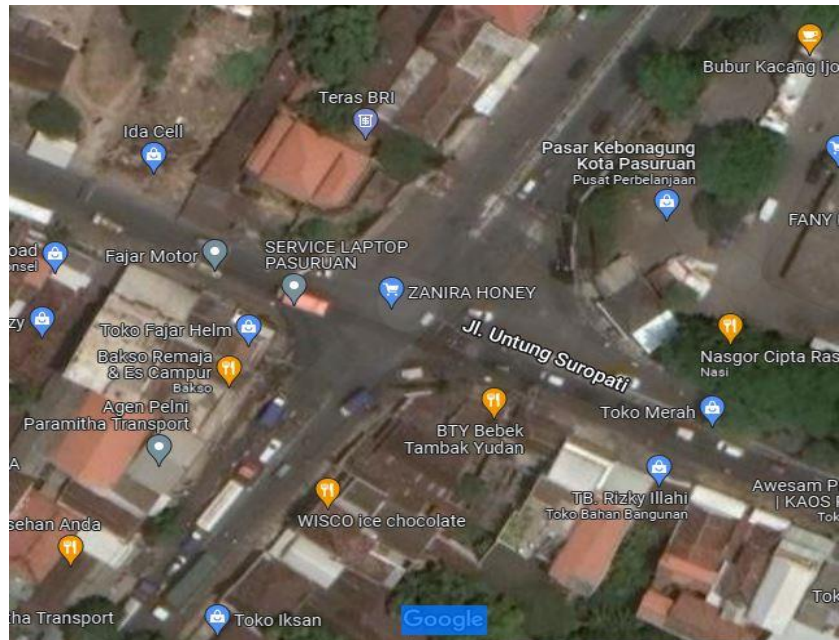


Sumber: Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Gambar II. 3 Peta Simbang Tidak Bersinyal di Kota Pasuruan

2.2 Kondisi Wilayah Kajian

Lokasi yang akan dijadikan wilayah kajian yaitu berada pada Selatan Kota Pasuruan dengan salah satu kaki simbang merupakan jalan provinsi yang menghubungkan antara Kota Pasuruan dengan Kabupaten Malang. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini merupakan simbang dengan tipe pengaturan bersinyal yang memiliki 4 kaki simbang dengan tipe simbang 422L yaitu memiliki 4 kaki simbang dengan 2 lajur pada arus minor dan 2 lajur pada arus mayor serta terdapat belok kiri langsung atau LTOR. Pengaturan pada simbang Kebonagung menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas atau APILL dengan jumlah fase yaitu 2 fase.



Sumber: Google Maps, 2022

Gambar II. 4 Simpang Kebonagung Tampak Atas 2022

Berikut adalah visualisasi gambar dan geometrik Simpang Kebonagung dapat dilihat pada gambar berikut :

Tabel II. 3 Inventarisasi Simpang Kebonagung

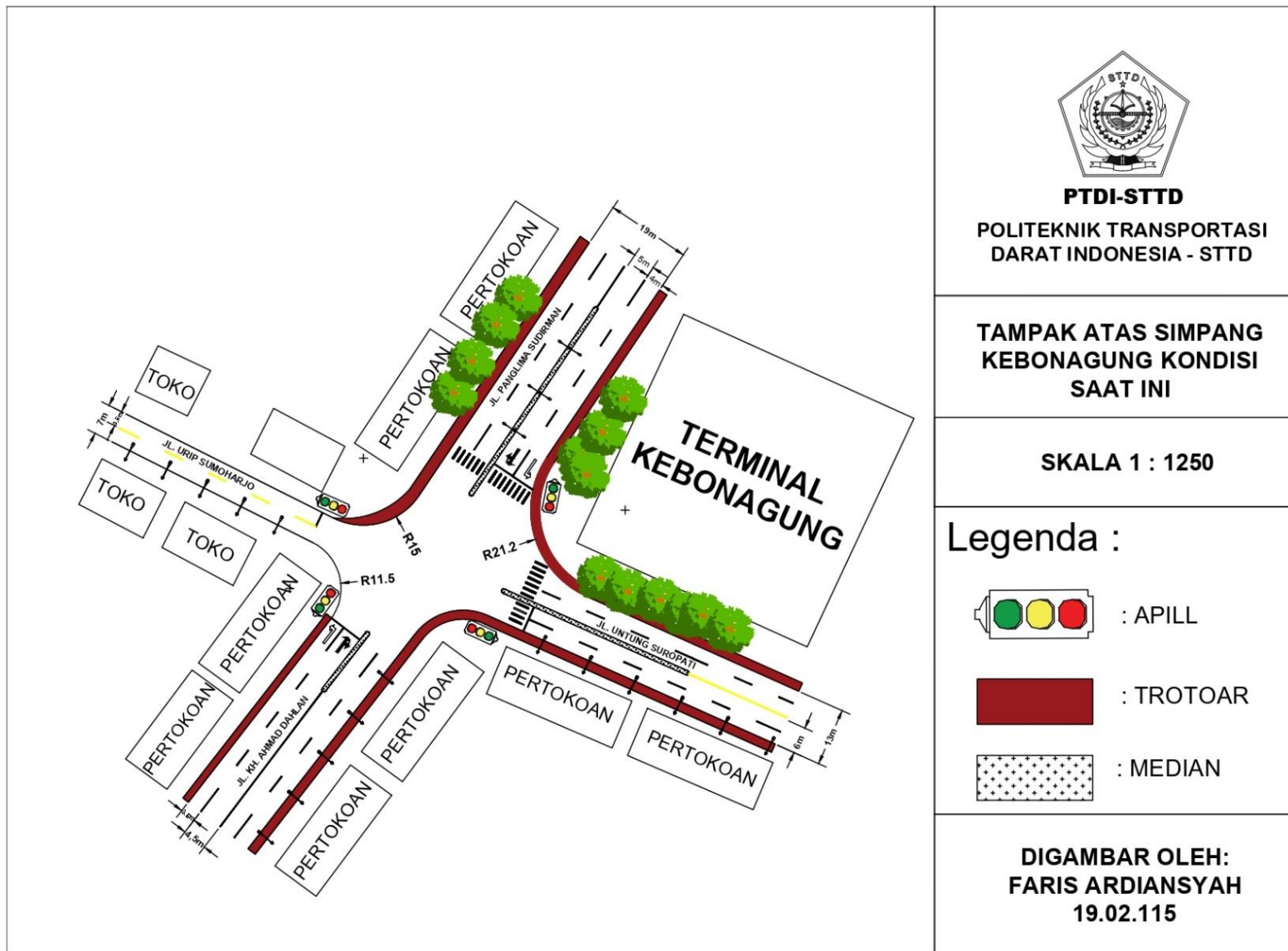
Nama simpang		Kebonagung			
Geometri simpang					
1	Node	1201			
2	Tipe pendekat	terlawan			
3	Tipe simpang	422L			
4	Fase Simpang	2 fase			
Arah		Utara	Selatan	Timur	Barat
Ruas Jalan		Panglima Sudirman	KH. Ahmad Dahlan	Untung Suropati	Urip Sumoharjo
5	Waktu Hijau	55	55	55	55
6	Waktu Merah	55	55	55	55
7	Waktu Kuning	3	3	3	3
8	Lebar pendekat total (m)	19	17	13	7
9	Lebar Median (m)	1	1	1	1
10	Lebar Bahu kanan (m)	1,5	1,5	0,5	3
11	Lebar Bahu kiri (m)	1	2	0,5	1,5
12	Lebar Trotoar kiri	2	1,5	2	
13	Lebar Trotoar kanan	2,5	2	2	

Tabel II. 3 Lanjutan

	Arah	Utara	Selatan	Timur	Barat
	Ruas Jalan	Panglima Sudirman	KH. Ahmad Dahlan	Untung Suropati	Urip Sumoharjo
15	Lebar Drainase kanan	2,3	1	1.8	
16	Lebar jalur efektif pendekat (m)	14	12	12	7
17	Lebar lajur pendekat (m)	7	8	6	3,5
18	Radius Simpang	15	13,5	21,2	11,5
19	Hambatan Samping	tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
20	Tataguna lahan	perdagangan	Pertokoan	Perdagangan	Pertokoan
21	Model Arus (Arah)	2 arah	2 arah	2 arah	2 arah
22	Kondisi Marka	pudar	pudar	Pudar	Pudar
23	Fasilitas Zebra Cross	pudar	tidak ada	Pudar	tidak ada
24	Marka Line Stop	pudar	tidak ada	Pudar	tidak ada
25	Fasilitas Ruang Khusus Roda Dua	tidak ada	tidak ada	tidak ada	tidak ada

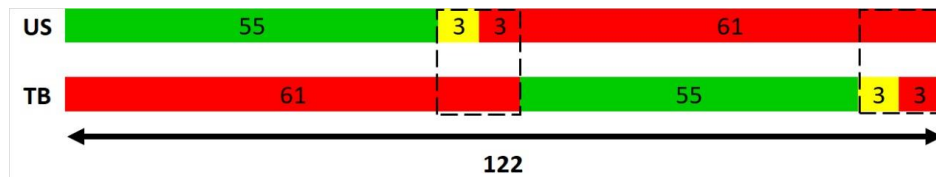
Sumber: Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Pada hasil inventarisasi simpang terlihat bahwa pada kaki simpang Barat lebar jalur efektif pendekat cukup kecil yaitu 7 meter, dimana pada Jalan Urip Sumoharjo yang merupakan jalan arteri seharusnya memiliki lebar jalur sebesar lebih dari 8 meter. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada layout simpang Kebonagung tampak atas berikut ini.



Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Gambar II. 5 Layout Simpang Kebonagung Kondisi Saat Ini 2022



Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Gambar II. 6 Diagram Fase Simpang Kebonagung Saat Ini

Berikut ini visualisasi dari setiap pendekat Simpang Kebonagung:

1. Kaki Simpang Utara (Jl. Panglima Sudirman)



Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Pasuruan, 2022

Gambar II. 7 Visualisasi Kaki Simpang Utara

Pada kaki simpang sebelah Utara terdapat Jl. Panglima Sudirman yang merupakan jalan Kota menurut statusnya dan jalan kolektor sekunder menurut fungsinya dengan tipe jalan 4/2 terbagi. Untuk kaki simpang bagian utara ini terdapat Pasar Kebonagung dan SMAN 2 Pasuruan serta pertokoan di sepanjang jalan maka dari itu tata guna lahan pada kaki simpang ini merupakan area komersial. Selain itu, hambatan samping pada jalan ini tinggi dikarenakan banyak pengunjung Pasar Kebonagung yang keluar dari Pintu Barat yang menghadap langsung pada jalan Panglima Sudirman dan juga banyak angkot yang berhenti di samping jalan untuk menurunkan penumpang.

2. Kaki Simpang Timur (Jl. Untung Suropati)



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar II. 8 Visualisasi Kaki Simpang Timur

Pada kaki simpang bagian Timur terdapat Jl. Untung Suropati yang merupakan jalan Nasional menurut statusnya dan jalan arteri primer menurut fungsinya dengan tipe jalan 4/2 terbagi. Kaki simpang bagian Timur ini memiliki tata guna lahan komersial karena terdapat pertokoan dan juga Pasar Kebonagung. Selain itu terdapat pintu utara Pasar Kebonagung yang sekaligus akses keluar masuk Terminal Kebonagung juga menghadap pada jalan Untung Suropati.

3. Kaki Simpang Selatan (Jl. K.H. Ahmad Dahlan)



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar II. 9 Visualisasi Kaki Simpang Selatan

Pada kaki simpang bagian Selatan terdapat Jl. K.H. Ahmad Dahlan yang merupakan jalan Provinsi menurut statusnya dan jalan arteri sekunder menurut fungsinya dengan tipe jalan 2/2 terbagi. Kaki simpang bagian Timur ini memiliki tata guna lahan komersial karena terdapat pertokoan dan juga tempat makan. Hambatan samping pada jalan ini tinggi dikarenakan pada kaki simpang ini terdapat banyak angkutan umum dari arah Kabupaten Malang yang menurunkan penumpang.

4. Kaki Simpang Barat (Jl. Urip Sumoharjo)



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar II. 10 Visualisasi Kaki Simpang Barat

Pada kaki simpang bagian Barat terdapat Jl. Urip Sumoharjo yang merupakan jalan Nasional menurut statusnya dan jalan arteri primer menurut fungsinya dengan tipe jalan 2/2 tak terbagi. Kaki simpang bagian Barat ini memiliki tata guna lahan komersial karena terdapat pertokoan. Hambatan samping pada jalan ini tinggi dikarenakan pada kaki simpang ini terdapat kantong penumpang yang menyebabkan angkutan umum melakukan kegiatan menaikkan dan menurunkan penumpang pada kaki simpang ini.

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Lalu Lintas

3.1.1 Manajemen Lalu Lintas

Menurut Malkhamah Siti (1996), suatu proses dengan tujuan memenuhi suatu tujuan tertentu tanpa memerlukan adanya penambahan atau pembuatan infrastruktur baru dengan cara melakukan pengaturan dan penggunaan sistem jalan yang sudah tersedia disebut manajemen lalu lintas. Dengan tujuan untuk mengontrol dan menyederhanakan lalu lintas dengan membedakan jenis, kecepatan dan pengguna jalan yang berbeda, melakukan optimalisasi jalan dengan cara mengurangi volume lalu lintas atau meningkatkan kapasitas jalan dan menentukan fungsi jalan dan mengontrol aktivitas yang tidak sesuai dengan fungsi jalan.

Manajemen lalu lintas akan bertujuan untuk mengidentifikasi perbaikan yang diperlukan dibidang teknik lalu lintas, angkutan umum, perundang-undangan, road pricing dan operasional dari sistem transportasi yang ada, dan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan transportasi baik saat ini maupun di masa mendatang dengan mengefisiensikan pergerakan orang/kendaraan (Munawar,A,2004).

3.1.2 Rekayasa Lalu Lintas

Menurut Homburger dan Kell (1981), Rekayasa transportasi adalah hubungan antara perencanaan, desain geometrik dan operasi lalu lintas dan jaringannya, terminal, penggunaan lahan dan hubungannya dengan moda transportasi lain dalam pemrosesan, sedangkan menurut Chairil Afdhal (2014) desain dan pengoperasian sistem lalu lintas untuk keselamatan dan pergerakan orang dan barang yang efisien. Ilmu yang mempelajari pengukuran lalu lintas dan perjalanan, ilmu yang mempelajari hukum-hukum dasar yang berkaitan dengan arus dan pembangkitan lalu lintas, serta penerapan pengetahuan profesional praktis tentang perencanaan disebut teknik transportasi (Blunden, 1981).

3.2 Persimpangan

Menurut Prasetyanto (2013) Persimpangan adalah titik pertemuan di mana dua atau lebih jalan bertemu atau berpotongan. Persimpangan terdapat beberapa jenis yaitu dari persimpangan sederhana di mana dua jalan bertemu hingga persimpangan kompleks di mana banyak jalan bertemu.

Persimpangan jalan adalah simpul transportasi yang dibentuk oleh beberapa pendekat di mana arus lalu lintas dari pendekat ini bertemu dan menyimpang saat meninggalkan persimpangan. (Hoobs ,1995)

Menurut (Irlinawati, 2008) Ciri transportasi jalan adalah setiap pengemudi bebas memilih trayeknya sendiri dalam jaringan angkutan yang ada (kecuali angkutan umum dalam trayek yang sudah ada trayek), sehingga perlu adanya persimpangan untuk menjamin keselamatan dan efisiensi lalu lintas. lalu lintas bergerak dari satu jalan ke jalan lain.

Menurut (Abubakar, dkk. ,1995) mendefinisikan persimpangan sebagai simpul dalam jaringan jalan di mana jalan bertemu dan jalur kendaraan berpotongan Lalu lintas di setiap bagian persimpangan bersama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan merupakan faktor terpenting yang menentukan kapasitas dan waktu tempuh suatu jaringan jalan, terutama di daerah perkotaan.

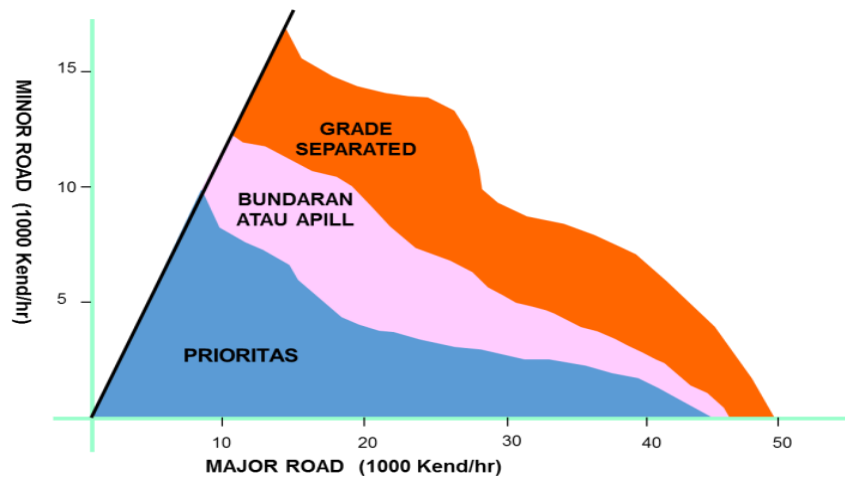
Berdasarkan cara pengaturannya (Morlok, 1988) membagi simpang menjad dua jenis yaitu :

- a. Simpang tanpa lampu lalu lintas (tidak bersinyal) adalah simpang yang tidak menggunakan lampu lalu lintas. Di persimpangan ini, pengguna jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati persimpangan atau harus berhenti sebelum melintasi persimpangan.
- b. Persimpangan dengan lampu lalu lintas (bersinyal), yaitu pengguna jalan dapat melewati persimpangan sesuai dengan pengoperasian lampu lalu lintas, sehingga pengguna jalan hanya dapat melewati ketika lampu lalu lintas menunjukkan warna hijau di lengan persimpangan yang digunakan.

3.1.1 Penentuan Pengaturan Lalu Lintas

Simpang bersinyal jika melakukan penerapan isyarat lampu lalu membuat satu arus terlepas akan mengurangi konflik dalam persimpangan.

Gambar dibawah ini bisa digunakan dalam penentuan pengendalian persimpangan sesuai dengan volume lalu lintas pada kaki simpang mayor dan minor



Sumber: Austrian Road Research Board (ARRB), 1989

Gambar III. 1 Grafik Penentuan Pengendalian Persimpangan

Pada grafik diatas, estimasi dilakukan per satuan waktu (jam) untuk periode sekali lagi, misalnya pada pagi hari, sore hari banyak arus lalu lintas yang padat.

$$LHR = VJP / K$$

Rumus III. 1

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Tabel III. 1 Hubungan LHR dan Jam Tersibuk

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

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Tabel III.1 merupakan persentase LHR jika tidak memiliki data pembagian arus lalu lintas untuk kondisi tertentu. Oleh sebab itu, dibawah ini merupakan hubungan LHR dan peak hour :

3.1.2 Prinsip Waktu Siklus dan Fase

Rencana waktu signal digunakan untuk mengatur dan memisahkan arus-arus lalu lintas yang mendekati persimpangan dan membelok. Rencana periode waktu spesifik dapat diidentifikasi :

1. Rencana Signal

Suatu rangkaian yang ditentukan terlebih dahuludari kejadian-kejadian yang didesain untuk memisahkan dan mengatur pergerakan lalu lintas dalam suatu periode waktu tertentu dalam suatu hari seperti waktu pagi, waktu tidak sibuk dan waktu sibuk sore.

2. Waktu siklus

Merupakan berbagai macam langkah-langkah atau prosedur pergerakan kendaraan pada suatu ruas atau simpang.

3. Tahap

Yaitu, satu atau lebih bagian dari siklus, jika kombinasi tertentu dari sinyal perintah konstan. Itu diadakan pada awal periode waktu kuning

dan berakhir dengan periode hijau berikutnya. Siklus adalah jumlah dari waktu tahapan. Pengaturan langkah-langkah mengarah ke rangkaian lengkap dimana persimpangan disesuaikan.

4. Fase

Suatu kondisi dari APILL dalam satu waktu siklus yang memberikan hak jalan pada satu atau lebih gerakan lalu lintas tertentu.

5. Periode Hijau Antara

Ini adalah periode antara satu fase yang menyala kuning (pada satu kaki titik persimpangan berbeda menyala hijau). Ini tidak benar-benar diselesaikan tergantung pada pertimbangan keamanan terhadap waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk meninggalkan konvergensi sebelum perkembangan yang berlawanan diizinkan untuk mulai bergerak.

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

Jika kerangka waktu hijau berlangsung, kendaraan masih berhenti dan pengemudi membutuhkan kesempatan yang baik untuk memulai dan mempercepat hingga mencapai kecepatan normal di jalan. Menjelang akhir kerangka waktu hijau ada kerangka waktu kuning, di mana beberapa kendaraan akan terus melewati persimpangan dan kendaraan yang berbeda akan memutar kembali dan kemudian berhenti. Jadi menjelang waktu awal dan menjelang akhir kerangka waktu hijau batasnya berkurang. Pada jam hijau, antrean kendaraan akan tiba pada laju berjalannya dan jumlah kendaraan yang melewati persimpangan akan tiba pada tingkat yang konsisten dan disebut sebagai arus perendaman. Waktu yang hilang dalam periode peningkatan kecepatan dan kerangka waktu perlambatan disinggung sebagai waktu yang hilang.

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.

Tabel III. 2 Nilai Normal Antar Hijau

Ukuran Simpang	Rata-rata Lebar Jalan	Nilai Normal Waktu Antar Hijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik / fase
Sedang	10 – 14 m	5 detik / fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik / fase

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

7. Arus Jenuh

Arus jenuh adalah tingkat arus maksimum pada suatu mulut simpang pada saat lampu pengaturan lalu lintas terus menyala hijau.

Arus jenuh padat dinilai berdasarkan lebar jalan dengan faktor koreksi untuk hal-hal yang mengganggu kondisi “kelancaran arus” yang 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

Namun, cara yang lebih akurat untuk memperkirakan arus kemacetan adalah dengan melakukan polling saat kondisi lalu lintas padat saat terjadi antrian.

8. Lalu lintas belok kiri

Merupakan hal yang umum untuk mengijinkan lalu lintas yang membelok ke kiri untuk tetap berjalan meskipun lampu lalu lintas yang utama menyala merah hal ini dapat dilakukan oleh suatu lampu panah hijau, atau oleh suatu peraturan lalu lintas yang umum bahwa semua lalu lintas yang membelok ke kiri dapat berjalan terus tanpa berhenti.

Meskipun demikian, para pejalan kaki memerlukan suatu prioritas, apabila digunakan lampu panah maka waktu hijau dapat ditunda untuk memberikan waktu kepada pengguna jalan untuk menyeberang.

9. Lalu lintas belok kanan

Lalu lintas belok kanan merupakan yang utama pada persimpangan persimpangan, khususnya yang dilengkapi dengan lampu lalu lintas. Penghentian dini (*early cut-off*) dan pelepasan lambat (*late release*) dari tahap-tahap sering sangat berguna.

10. Menentukan Tahap / Fase

Dari Pedoman MKJI 1997 pada dasarnya pengaturan 2 tahap dilakukan sebagai peristiwa mendasar, menyebabkan akan dihasilkannya batas yang bertambah lama serta penundaan yang berkurang daripada berbagai jenis papan tanda dengan pengontrol panggung standar dengan panggung biasa. pengaturan.

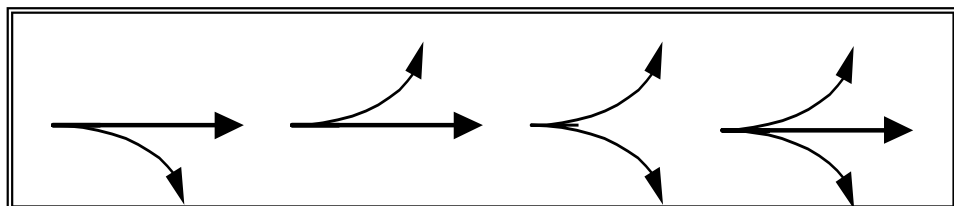
Arus yang meninggalkan belokan kanan dalam berbagai periode perkembangan lurus memerlukan jalur yang terpisah. Tindakan terpisah untuk perkembangan belok kanan biasanya dapat diselesaikan tergantung pada pertimbangan batas > 200 smp/jam.

3.1.3 Gerakan Kendaraan pada Simpang

Pergerakan kendaraan di persimpangan dapat dibedakan menjadi 4 jenis gerak kendaraan yaitu :

1. Berpencar (*Diverging*)

Lalu lintas berpencar atau terpisah dari kendaraan di persimpangan. Konflik dapat terjadi ketika mobil berpindah jalur atau berbelok.

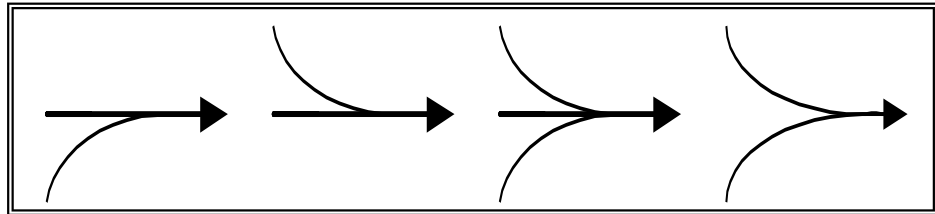


Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Gambar III. 2 Gerakan Berpencar (*Weaving*) Kendaraan

2. Menggabung (*Merging*)

Gerakan satu kendaraan bergabung dengan kendaraan lain di persimpangan.

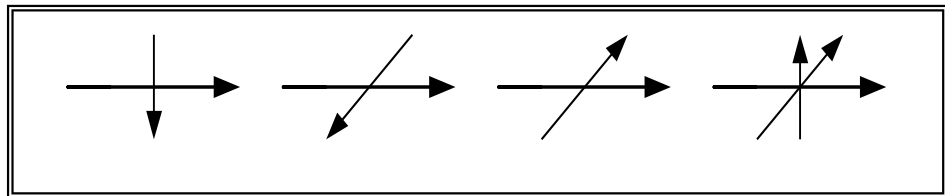


Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

Gambar III. 3 Gerakan Bergabung (*Merging*) Kendaraan

c. Menyilang/Berpotongan (*Crossing*)

Gerakan suatu kendaraan memotong terhadap kendaraan lain dari arah bersilangan pada persimpangan.

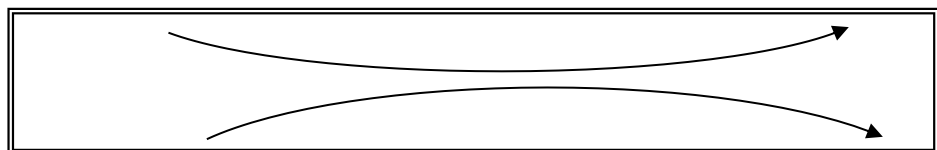


Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

Gambar III. 4 Gerakan Berpotongan (*Crossing*) Kendaraan

d. Menggabung Lalu Berpencar (*Weaving*)

Gerakan berpencar lalu bergabung atau berpencar dari beberapa kendaraan.



Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

Gambar III. 5 Gerakan Bergabung dan Berpencar (*Weaving*)

3.1.4 Konflik Persimpangan

Pada saat melintasi suatu jaringan jalan, kendaraan bermotor, kendaraan tidak bermotor, dan pejalan kaki dapat bergerak ke arah yang berbeda, tetapi pada waktu yang sama. Dengan demikian, konflik akan muncul di persimpangan jalan sebagai akibat dari gerakan-gerakan tersebut.

Menurut (Manual Kapasitas Jalan Indonesia ,1997) sifat konflik dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

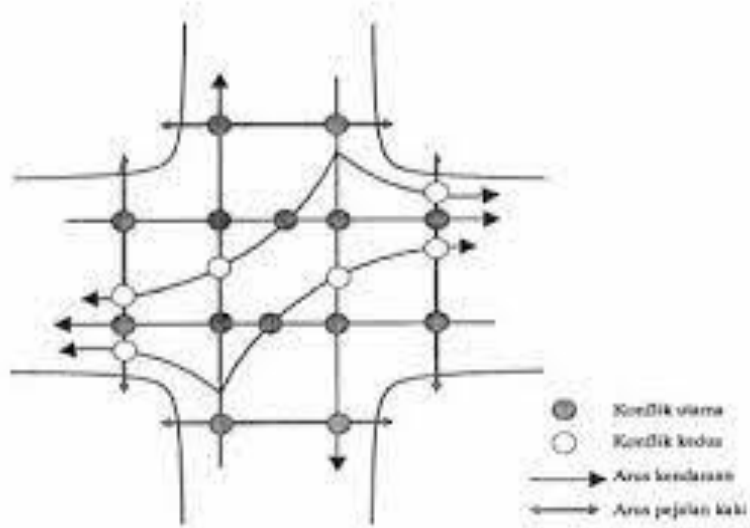
1. Konflik utama (*primary conflict*)

Konflik antara lalu lintas yang lurus ke depan dengan jalan berpotongan lainnya, termasuk konflik dengan pejalan kaki.

2. Konflik kedua (*secondary conflict*)

Konflik antara lalu lintas belok kanan dengan lalu lintas lurus melawan terhadap pejalan kaki atau lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki.

Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Gambar III. 6 Konflik di Persimpangan Empat Lengan

Apabila ditinjau lebih lanjut banyaknya titik konflik dari suatu persimpangan akan dipengaruhi oleh tiga hal, yaitu:

- a. Kondisi Geometrik Persimpangan
- b. Arah Pergerakan Lalu Lintas
- c. Volume Pergerakan Lalu Lintas

3.1.5 Perhitungan Kinerja Simpang Bersinyal

Menurut (Manual Kapasitas Jalan Indonesia,1997) mengenai kapasitas dari simpang bersinyal tahapan dalam menghitung dan menganalisa

suatu simpang APILL dapat diurutkan menjadi lima langkah utama seperti dibawah ini :

1. Tahap Pertama : Data masukan
2. Tahap Kedua : Penggunaan isyarat
3. Tahap Ketiga : Penentuan waktu isyarat
4. Tahap Keempat : Kapasitas dan
5. Tahap Kelima : Kinerja lalu lintas

Simpang dengan pengendalian sinyal unjuk kerja dipengaruhi dengan derajat kejenuhan (DS), jumlah antrian(QL), dan laju henti (NS).

Penjelasan mengenai perhitungan simpang dengan pengendalian APILL dengan menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.

1. Arus Jenuh (S)

Menurut (Susilo dan Solihin, 2011) arus jenuh adalah jumlah maksimum, dinyatakan dalam smp/jam hijau, yang dapat melewati garis berhenti lajur pendekat saat lampu hijau menyala dan ada sejumlah kendaraan di jalur pendekat pada saat itu.

Untuk menghitung arus jenuh dapat dicari dengan mengalikan faktor-faktor penyesuaian yang telah ditentukan berdasarkan karakteristik simpang tersebut.

Berikut ini merupakan rumus dari arus jenuh :

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt}$$

Rumus III. 2

Keterangan:

S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)

FCS=Faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran kota (jumlah penduduk)

FSF = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping

FG = Faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan

FP = Faktor koreksi arus jenuh akibat adanya kegiatan perpakiran dekat lengan persimpangan

Besar setiap faktor koreksi arus jenuh sangat tergantung pada tipe persimpangan. Penjelasan lebih rinci mengenai nilai setiap faktor koreksi arus jenuh bisa ditemukan dalam pedoman MKJI 1997.

a. Arus Jenuh Dasar (S_o)

Momentum yang terendam sebagian besar ditentukan oleh tindakan kendaraan, respons pengemudi dan lebih jauh lagi kepribadian pengemudi. Jadi awal arus menyebabkan waktu yang mendasari (start slack) dan menjelang akhir dari pengembangan yang mendasarinya akan ada waktu akhir tambahan (end slack).

So dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$S_o = 600 \times W_e$$

Rumus III. 3

Keterangan :

W_e = Lebar masuk suatu pendekat (m)

Untuk menghitung arus jenuh simpang terlawan menggunakan tabel dibawah sesuai dengan ketentuan jika gerakan belok kanan lebih besar dari 250 smp/jam, maka fase sinyal terlindung harus diperhitungkan, yang berarti denah fase sinyal harus diubah. Berikut perhitungan arus jenuh simpang terlawan:

a) Jika $Q_{RTO} > 250$ smp/jam:

(a) $Q_{RT} < 250$: 1. Tentukan S_{prov} pada $Q_{RTO} = 250$

2. Tentukan S sesungguhnya sebagai

$$S = S_{prov} - \{(Q_{RTO} - 250 \times 8 \} \text{ smp/jam}$$

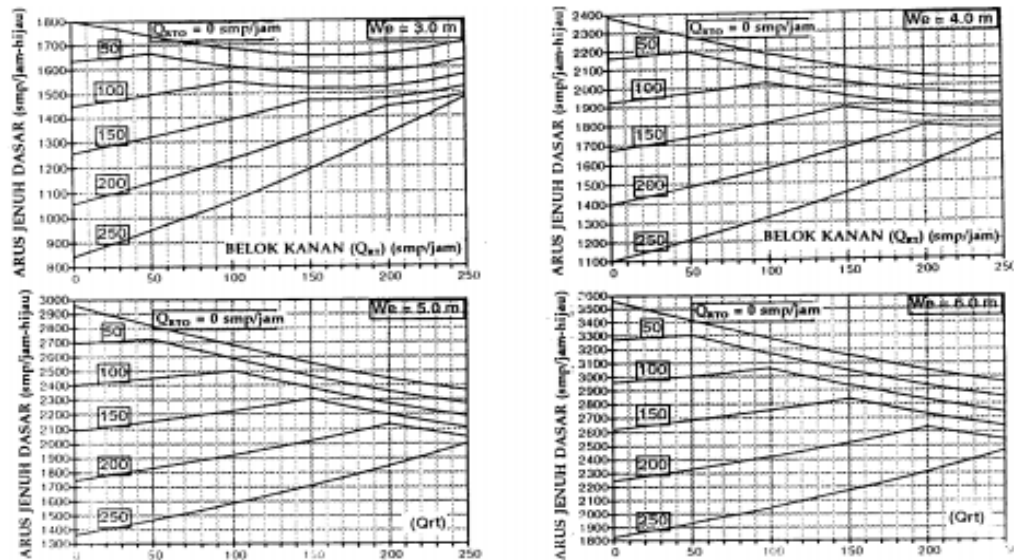
(b) $Q_{RT} > 250$: 1. Tentukan S_{prov} pada Q_{RTO} dan $Q_{RT} = 250$

2. Tentukan S sesungguhnya sebagai

$$S = S_{prov} - \{(Q_{RTO} + Q_{RT} - 500) \times 2 \} \text{ smp/jam}$$

- b) Jika $Q_{RTO} < 250$ dan $Q_{RT} > 250$ smp/jam: Tentukan S seperti pada $Q_{RT} = 250$.

Tabel III.3 Arus Jenuh Simbang Terlawan



Sumber: Manua Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Setelah menentukan nilai arus jenuh dasar (C_o) maka selanjutnya mencari nilai untuk faktor-faktor penyesuaian simbang dengan menggunakan rumus – rumus dibawah ini :

b. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)

Dipengaruhi oleh total penduduk pada suatu kota (juta) pada lokasi studi. Dapat dilihat pada Tabel III.4

Tabel III. 4 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian untu Ukuran Kota (FCcs)
<0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 0,10	0,94
1,0 - 3,0	1,00
>3,0	1,04

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

c. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (Fsf)

Didefinisikan sebagai keterikatan arus lalu lintas dengan aktivitas pada pinggir jalan sehingga pengurangan terhadap arus jenuh didalam pendekat pun bisa terjadi.

Berikut ini merupakan tabel faktor penyesuaian hambatan samping :

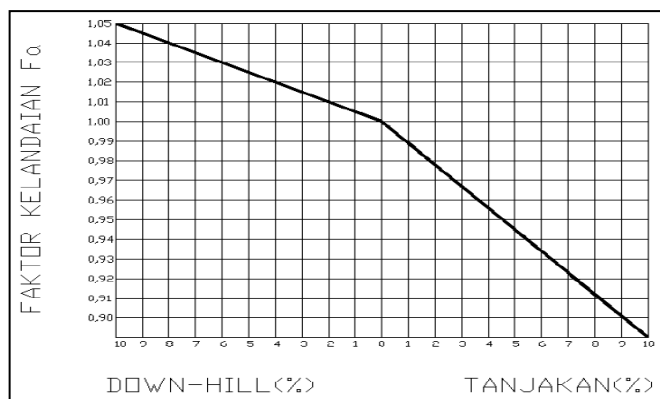
Tabel III. 5 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	RasioKendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	O	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		P	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	O	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		P	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	O	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		P	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	O	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		P	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	O	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		P	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	O	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		P	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/ Sedang/ Rendah	O	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		P	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: Manuai Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

d. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)

Semakin besar nilai FG akan menambah tundaan dan antrian pada sebuah simpang.



Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Gambar III. 7 Jenis Alih Gerak Kendaraan

e. Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Untuk mencari nilai FP :

$$FP = [Lp/3 - (WA - w) \times (Lp/3 - g)/WA]/g$$

Rumus III. 4

Keterangan :

LP = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama (m) atau panjang dari lajur pendek

WA = Lebar Pendekat

g = Waktu hijau pada pendekat

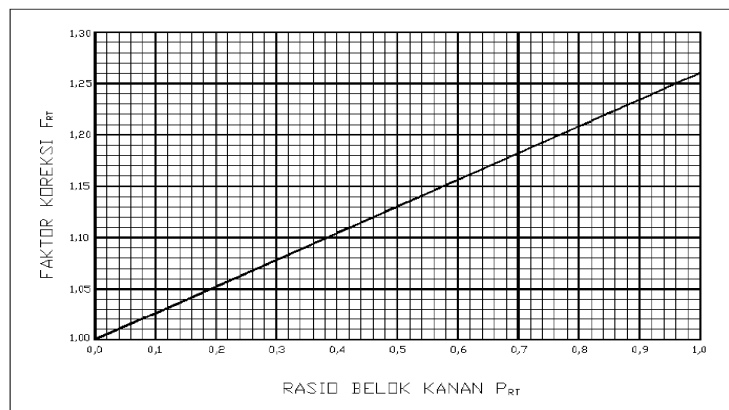
f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

Faktor ini tidak ditetapkan menjadi elemen proporsi kendaraan yang berbelok ke kanan pRT. Hal yang membuat perubahan belok kanan untuk kendaraan yang dilindungi saja, tidak ada jalan tengah, dua arah, lebar yang berhasil ditentukan oleh lebar lintasan. Berikut ini merupakan rumus faktor penyesuaian belok kanan :

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

Rumus III. 5

Grafik hubungan FRT dan PRT digambarkan pada Gambar III.9 dibawah ini:



Sumber: *Manuai Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

Gambar III. 8 Grafik Hubungan FRT dan PRT

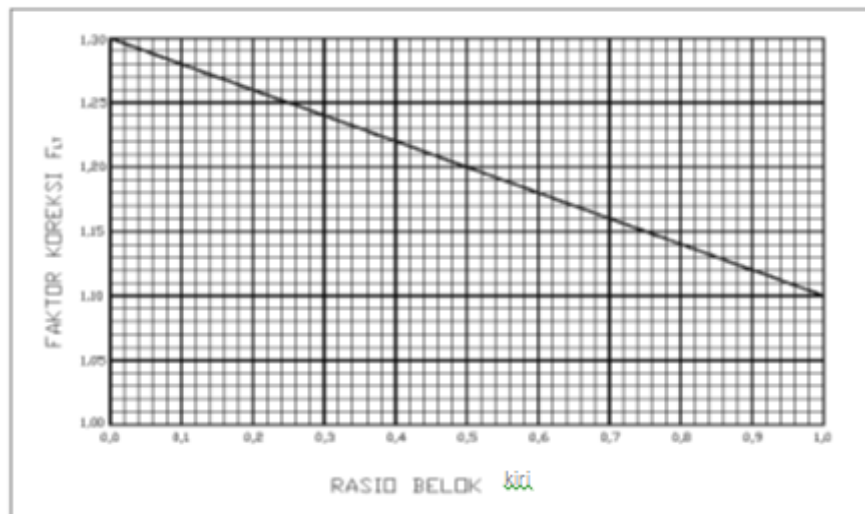
g. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri (FLT) diperoleh dari rasio kendaraan belok kiri pLT terhadap jumlah total kendaraan di jalan. Faktor penyesuaian belok kiri hanya untuk pendekat tipe P saja tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk:

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

Rumus III. 6

Grafik hubungan FLT dan PLT digambarkan dalam Gambar III.10



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Gambar III. 9 Grafik Hubungan FLT dan PLT

2. Rasio Arus

a. Rasio Arus (FR)

Rasio arus yaitu perbandingan antara arus lalu lintas dan arus jenuh dari suatu pendekat.

$$FR = Q / S$$

Rumus III. 7

b. Rasio Arus Simpang

Rasio arus simpang yaitu jumlah dari rasio kritis atau tertinggi untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus.

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

Rumus III. 8

c. Rasio Arus Fase

Rasio Arus Fase yaitu rasio yang kritis dibagi dengan rasio arus simpang.

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

Rumus III. 9

Keterangan:

IFR = Jumlah dari rasio arus kritis untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus

FR_{crit} = Rasio arus yang kritis

3. Waktu Siklus

Dalam mencari waktu siklus pada suasana tetap (stable) dilakukan dengan menggunakan cara Webster (MKJI, 1997) agar mengurangi tundaan total pada suatu simpang. Yang harus dilakukan pertama kali adalah dengan menentukan waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g) pada masing-masing fase (i).

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Panjang waktu siklus dipengaruhi secara langsung dengan volume lalu lintas untuk *fixed time operation*. Durasi panjang atau singkatnya waktu siklus akan berdampak pada nilai tundaan kendaraan rata-rata yang melewati simpang.

Berikut ini merupakan rumus untuk mencari waktu siklus sebelum penyesuaian :

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

Rumus III. 10

Keterangan :

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang ΣFR_{crit}

Tabel berisi nilai Co dapat dilihat dibawah ini :

Tabel III. 6 Waktu Siklus yang Layak sesuai Tipe Pengaturan

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus Yang Layak (detik)
Pengaturan Dua Fase	40 – 80
Pengaturan Tiga Fase	50 – 100
Pengaturan Empat Fase	80 – 130

Sumber: *Manuai Kapasitas Jalan Indonesia, 1997*

b. Waktu Hijau

Pembagian waktu hijau pada kinerja suatu simpang bersinyal lebih peka terhadap kesalahan daripada panjangnya waktu siklus.

Berikut ini merupakan rumus untuk mencari waktu hijau :

$$g_i = (cua - LTI) \times PR_i$$

Rumus III. 11

Keterangan :

g_i = Tampilan Waktu Hijau Pada Fase i (detik)

cua = Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

LTI = Jumlah Waktu Hilang Per Siklus (detik)

PR_i = Rasio Fase $FR_{crit}/\Sigma FR_{crit}$

4. Waktu Siklus yang Disesuaikan (c)

Nilai c menyesuaikan waktu hijau yang diperoleh dan waktu hilang (LTI). LTI adalah jumlah dari semua periode antar hijau dalam satu siklus penuh (det). Nilai LTI dapat dihasilkan dari perbedaan c dengan total waktu hijau di semua fase berurutan-turut.

$$c = \Sigma g + LTI$$

Rumus III. 12

Keterangan :

c = Waktu siklus yang disesuaikan (c)

LTI = Waktu hilang antar hijau

5. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

a. Kapasitas

Nilai (C) dapat digambarkan dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$C = S \times g/c$$

Rumus III. 13

Keterangan :

C = Kapasitas pendekat (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus

b. Derajat Kejenuhan (DS)

Untuk mencari nilai DS :

$$\begin{aligned} DS &= Q/C \\ &= (Q \times c) / (S \times g) \end{aligned}$$

Rumus III. 14

Keterangan :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

6. Perilaku Lalu Lintas

a. Panjang Antrian

Panjang antrian kendaraan pada metodologi dan antrian pada jumlah antrian kendaraan pada metodologi (kendaraan per SMP).

Dalam pedoman MKJI, garis yang terjadi dalam metodologi adalah jumlah SMP yang biasa menuju awal tanda hijau (NQ), yaitu jumlah SMP yang tersisa setelah tahap hijau terakhir

(NQ1) dan jumlah SMP, muncul di "waktu merah" (NQ2) yang persamaannya dituliskan seperti berikut ini:

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Rumus III. 15

Keterangan :

NQ = Jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama waktu merah

Dari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan untuk menghitung jumlah antrian (NQ1) yang merupakan sisa dari fase terdahulu yang dihitung dengan rumus berikut:

a) Untuk Derajat Kejenuhan > 5

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

Rumus III. 16

Keterangan :

NQ1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau (g/c)

C = Kapasitas (smp/jam)

b) Untuk Derajat Kejenuhan $\leq 0,5$: $NQ_1 = 0$

Jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ_2) dengan rumus seperti berikut:

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

Rumus III. 17

Keterangan:

NQ2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau (g/c)

C = Waktu siklus (detik)

Q masuk = Arus lalu lintas pada tempat di luar LTOR (smp/jam)

Panjang garis (QL) diperoleh dengan mengalikan (NQ_{max}) dengan penggunaan eksternal normal per smp menengah (20 m²) dan partisi dengan lebar bagian (W_{masuk}). NQ_{max} diperoleh dengan mengubah nilai NQ sejauh kemungkinan ideal overburdening POL (%) menggunakan diagram seperti pada Gambar III.5 untuk penyusunan dan perencanaan disarankan POL 5%, untuk tugas disarankan POL = 5 – 10%.

$$QL = NQ_{\max} \times 20/W_{\text{masuk}}$$

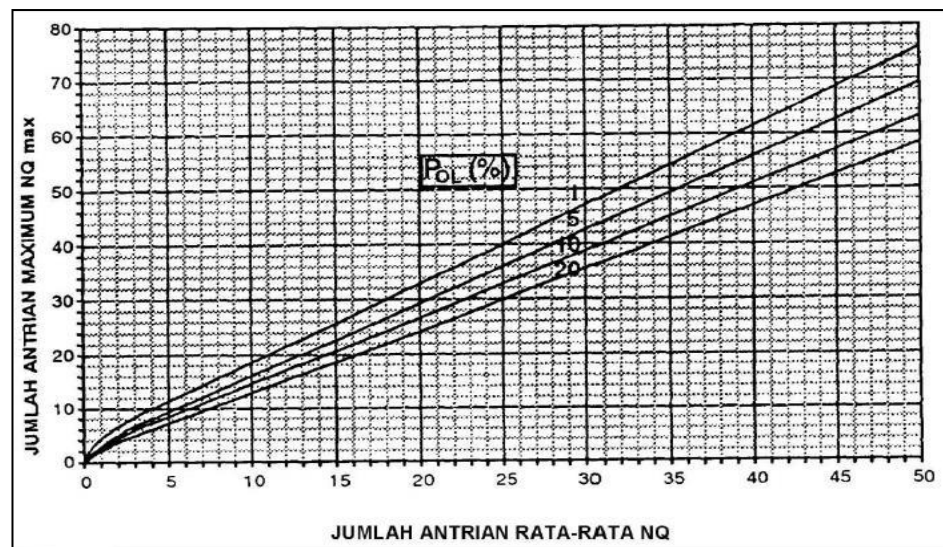
Rumus III. 18

Keterangan :

QL = Panjang antrian

NQ_{max} = Jumlah antrian maksimum

W_{masuk} = Lebar masuk



Sumber: Manuai Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Gambar III. 10 Panjang Antrian Maksimum

b. Laju Henti (NS)

NS pada masing-masing ruas jalan pada kaki simpang memiliki pengertian kendaraan berhenti dalam satuan smp (rata-rata) bisa dicari sebagai berikut :

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

Rumus III. 19

Keterangan :

NS = Laju Henti (stop/smp)

NQ = Jumlah Antrian (smp)

Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

C = Waktu Siklus (detik)

Setelah menghitung laju henti, untuk menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) masing-masing pendekatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Nsv = Q \times NS$$

Rumus III. 20

c. Tundaan (D)

Tundaan adalah waktu yang hilang akibat dipengaruhi oleh suatu unsur yang tidak dapat dikendalikan oleh pengemudi baik pada arus lalu lintas itu sendiri maupun dari arus lalu lintas lainnya (Pignatoro, 1973).

1) Tundaan Lalu Lintas (DT)

Tundaan lalu lintas (DT) yaitu waktu menunggu yang diakibatkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

$$DT = C \times A \frac{NQ \times 3600}{C}$$

Rumus III. 21

2) Tundaan Geometri (DG)

Tundaan Geometri diakibatkan oleh perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang atau terhenti karena lampu merah.

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

Rumus III. 22

3) Tundaan Simpang (D)

$$D = DT + DG$$

Rumus III. 23

4) Tundaan Rata-Rata

Tundaan rata-rata pada tiap-tiap pendekat di cari dengan rumus berikut ini :

$$D = \sum (Q \times D) / Q_{tot}$$

Rumus III. 24

Berikut merupakan tabel indikator tingkat pelayanan berdasarkan besar nilai derajat kejenuhan:

Tabel III. 8 Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal berdasarkan Tundaan

Tundaan per Kendaraan (detik/kend)	Tingkat Pelayanan
< 5,0	A
5,1-15,0	B
15,1-25,0	C
25,1-40,0	D
40,1-60,0	E
>60,1	F

Sumber : PM Nomor 96 Tahun 2015

3.3 Geometrik Persimpangan

Perencanaan geometrik merupakan bagian dari perencanaan jalan yang menitikberatkan pada perencanaan dalam bentuk fisik yang memperhatikan beberapa aspek antara lain sifat, gerakan, ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengendalikan gerakan kendaraannya dan karakteristik lalu lintas sehingga memenuhi fungsi utama dari jalan yaitu menciptakan infrastruktur yang aman, nyaman, optimal, dan memenuhi tingkat keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.

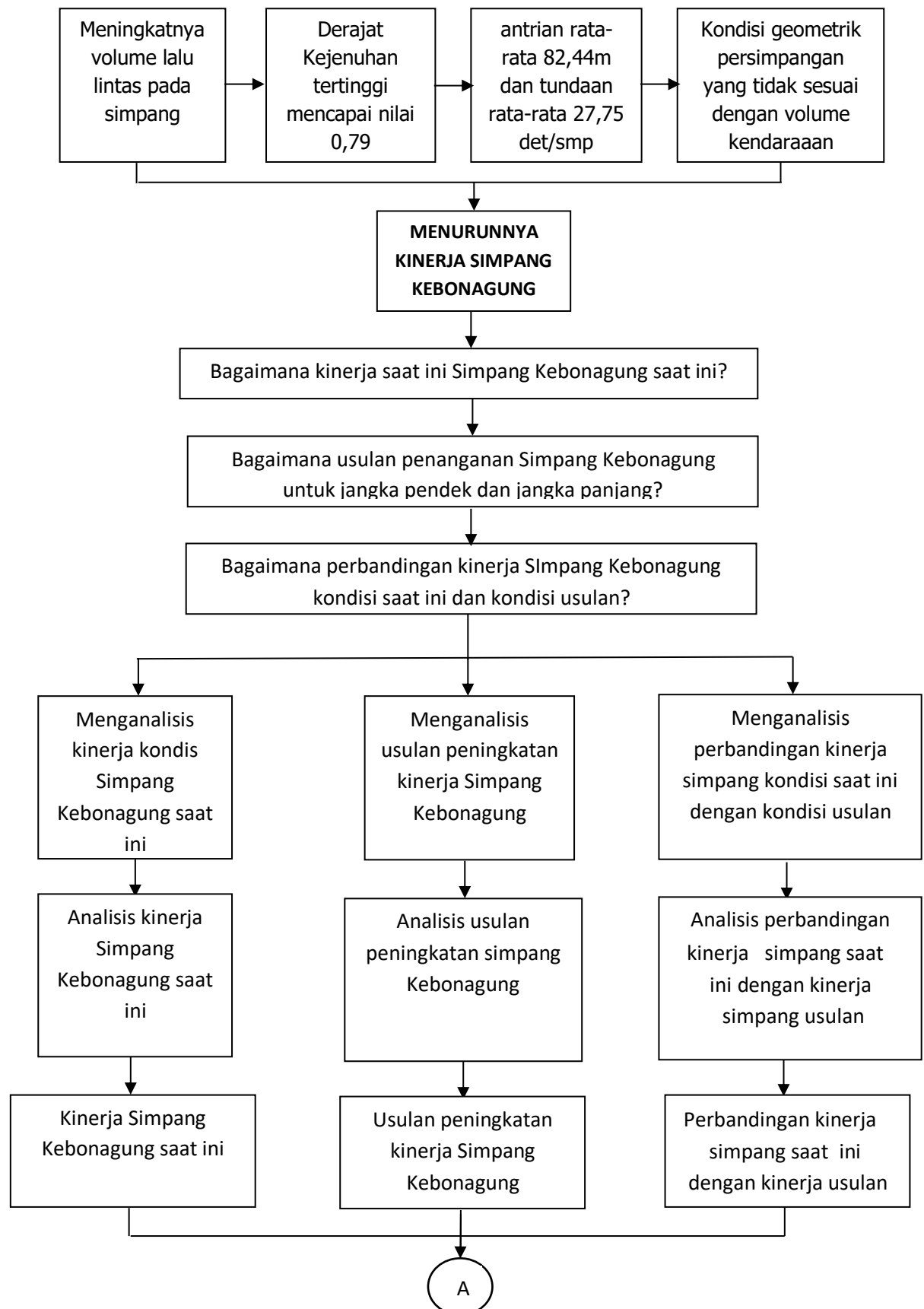
BAB IV

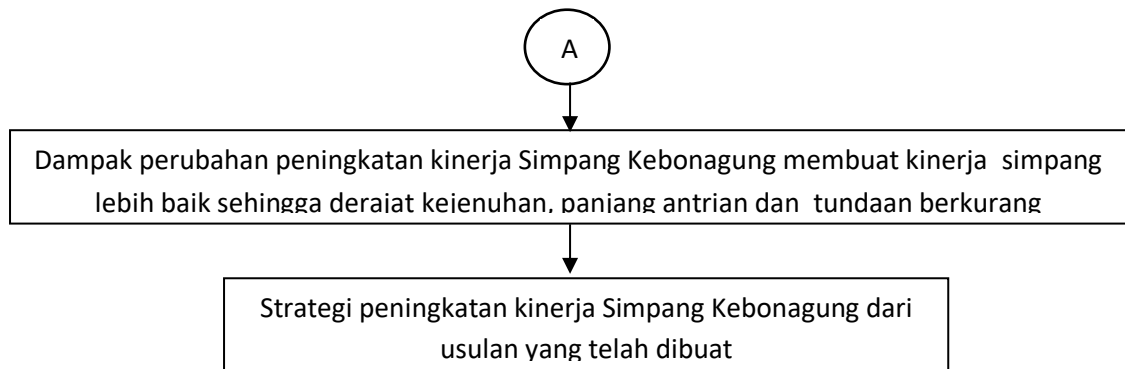
METODE PENELITIAN

4.1 Alur Pikir

Alur Pikir berisi struktur tahapan dalam penelitian yang menjelaskan terkait keperluan berbagai sumber data yang digunakan pada tiap tahapan dalam penelitian. Data yang diperlukan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil analisis Tim PKL Kota Pasuruan 2022, Dinas Perhubungan atau Dishub Kota Pasuruan dan Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Pasuruan.

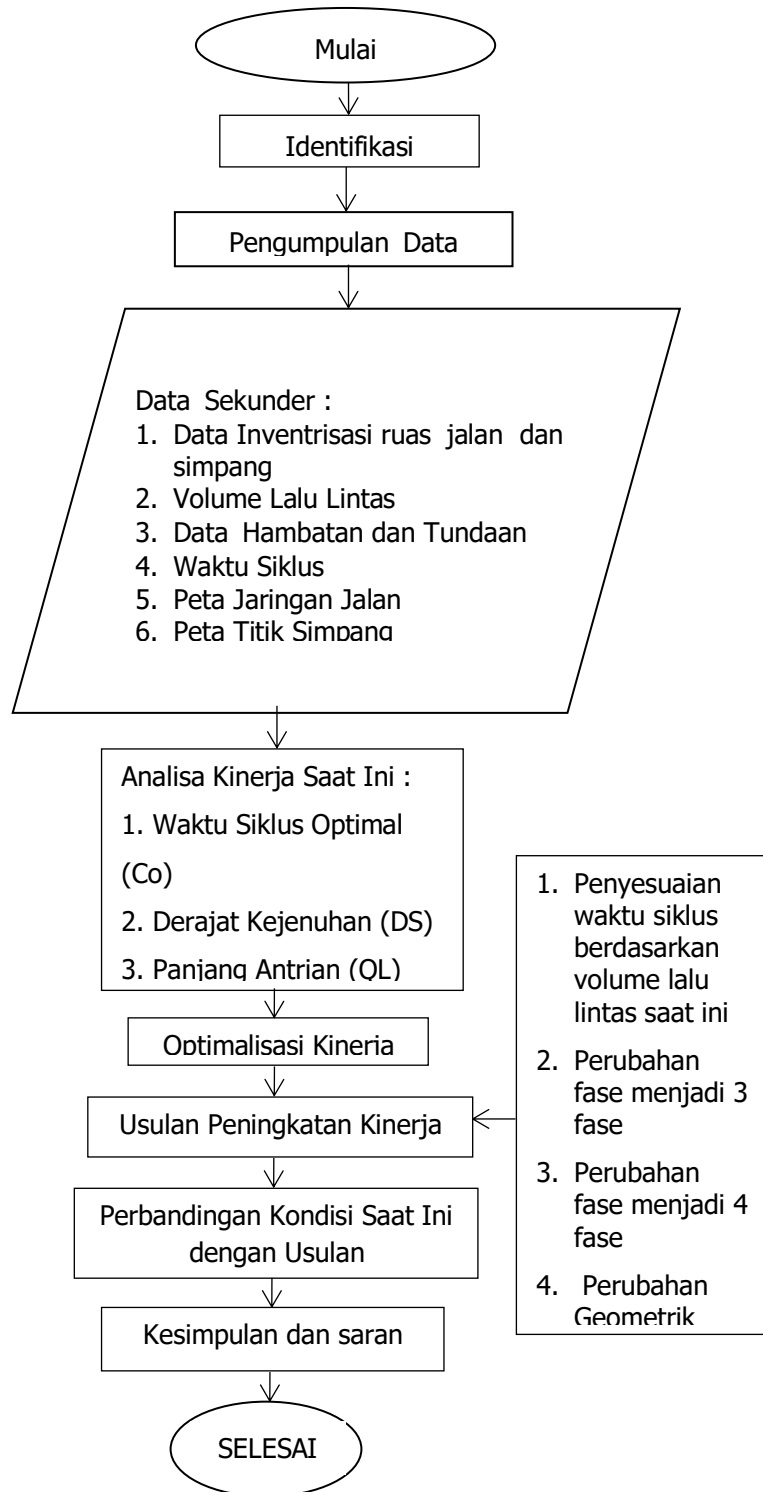
Jika data primer dan data sekunder terkumpul, tahapan selanjutnya melakukan tahapan analisis kinerja untuk mendapatkan usulan-usulan sehingga dapat ditarik kesimpulan yang bisa digunakan untuk diterapkan agar bisa menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan.





Gambar IV. 1 Alur Pikir Penelitian

4.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar IV. 2 Bagan Alir Penelitian

4.3 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir berupa data sekunder yaitu dari hasil analisis Tim PKL Kota Pasuruan Tahun 2022 dan data yang didapatkan dari Dinas Perhubungan Kota Pasuruan, Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Pasuruan serta Dinas PUPR Kota Pasuruan. Adapun data yang digunakan sebagai berikut:

Tabel IV. 1 Nama dan Sumber Data yang Digunakan Analisis

No.	Nama Data	Sumber Data	Digunakan pada Tahap
1	Data dan Peta Jaringan Jalan	Dinas PUPR Kota Pasuruan	analisis
2	Data Inventarisasi Ruas dan Simpang	Laporan Umum Tim PKL Kota Pasuruan 2022	analisis
3	Data CTMC	Laporan Umum Tim PKL Kota Pasuruan 2022	analisis
4	Data Antrian dan Tundaan	Laporan Umum Tim PKL Kota Pasuruan 2022	analisis

4.4 Teknik Pengumpulan Data

Tahapan ini berisi sumber data penelitian dari sumber data primer dan data sekunder. Data primer merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber yang asli. Sedangkan untuk data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh dari peneliti sebelumnya secara tidak langsung melalui media perantara.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data Sekunder

Dalam pengumpulan data sekunder ini, data didapatkan dari instansi– intansi terkait serta laporan umum PKL Kota Pasuruan 2022 seperti:

- a. Dinas Pekerja Umum untuk mendapatkan data peta jaringan jalan dan data jaringan jalan;

- b. Data inventarisasi ruas jalan dan simpang, data ini diperoleh dari hasil survey inventarisasi ruas jalan dan simpang Tim PKL Pasuruan 2022 dengan cara mengukur dan mendata panjang, lebar jalan dan kondisi rambu beserta prasarana lainnya;
- c. Data gerakan membelok (CTMC), data CTMC diperoleh melalui hasil survey CTMC Tim PKL Pasuruan 2022. Survey ini dilakukan dengan cara menghitung kendaraan yang melintas pada persimpangan dari tiap kaki simpang dan memperoleh jumlah kendaraan yang membelok di persimpangan, kapasitas persimpangan, dan waktu siklus pada simpang;
- d. Data antrian dan tundaan, diperoleh dari data Tim PKL Pasuruan melalui survey antrian dan tundaan dengan cara mencatat panjang antrian pada masing-masing kaki simpang.

4.5 Teknik Analisis Data

Dalam tahapan ini berisi langkah-langkah untuk menentukan kinerja simpang bersinyal yang sudah didapatkan dari hasil analisis Tim PKL Kota Pasuruan Tahun 2022. Analisa kinerja simpang bersinyal ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari simpang bersinyal tersebut pada kondisi sekarang agar bisa mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di daerah lokasi studi.

Analisa data menggunakan pendekatan dari pedoman MKJI 1997 serta analisa kondisi usulan yang dilakukan dengan mengoptimisasikan kinerja persimpangan agar lalu lintas bisa berjalan lebih optimal. Berikut ini merupakan teknik analisis data pada tiap tahapan pada bagan alur pikir:

4.5.1 Analisis Kinerja Persimpangan Kondisi Saat Ini

Pada tahapan analisis ini dilakukan karena kinerja simpang yang buruk berdasarkan hasil Tim PKL yang sudah ada diolah dengan menggunakan data waktu siklus dan data jaringan jalan. Kedua data ini merupakan bahan untuk mengoptimisasi kinerja simpang Kebonagung dikarenakan setiap data memiliki indikator yang bisa

diterapkan dalam perhitungan unjuk kerja simpang bersinyal sesuai pedoman MKJI 1997.

4.5.2 Analisis Usulan Peningkatan Kinerja Persimpangan

Tahap optimalisasi merupakan tahapan inti dari pembahasan ini. Tahapan optimalisasi dibagi menjadi 4 usulan. Untuk usulan I peningkatan kinerja simpang Kebonagung dilakukan dengan optimalisasi waktu siklus untuk tiap jam sibuk yaitu menghitung waktu siklus yang sesuai dengan volume lalu lintas saat ini dimana hasil yang didapatkan adalah waktu siklus baru yang sudah disesuaikan dengan volume lalu lintas kondisi saat ini.

Pada usulan II dilakukan perubahan fase menjadi 3 fase untuk mencari kinerja persimpangan yang lebih optimal. Sedangkan pada usulan III melakukan perubahan fase menjadi 4 fase.

Usulan IV merupakan kombinasi dengan usulan I untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal lagi, karena setelah diterapkan usulan I dan usulan IV secara bersama kinerja simpang Kebonagung meningkat dengan nilai panjang antrian dan tundaan terkecil dan derajat kejenuhan yang lebih optimal.

4.5.3 Tahap Perbandingan

Tahapan perbandingan dilakukan untuk membandingkan kinerja dari masing-masing usulan dengan kondisi saat ini. Dimana, setelah membandingkan kinerja dari masing-masing usulan dengan kondisi saat ini dapat menemukan usulan yang terbaik dan dapat diterapkan untuk menguraikan sebuah permasalahan.

4.6 Lokasi dan Jadwal Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kota Pasuruan tepatnya pada simpang empat Kebonagung yang terletak di Kecamatan Purworejo Kota Pasuruan. Penelitian dilaksanakan bersamaan pada saat kegiatan Praktek Kerja Lapangan Taruna STTD 2022.

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH

5.1 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Kondisi Saat Ini

Simpang empat Kebonagung merupakan simpang bersinyal yang memiliki empat kaki simpang. Simpang Kebonagung menjadi salah satu akses penghubung wilayah antara dalam dan luar Kota Pasuruan. Permasalahan yang sering terjadi pada simpang ini adalah seperti besarnya derajat kejenuhan dan panjang antrian, sering terjadi konflik terutama pada jam sibuk. Simpang Kebonagung ini memiliki pengaturan fase yaitu 2 fase. Simpang Kebonagung memiliki tipe pendekat terlawan dengan tipe jalan 2/2 UD pada kaki Barat, 2/2 D pada kaki Selatan serta 4/2 D pada kaki Utara dan Timur.

Tabel V. 1 Lebar dan Tipe Pendekat Simpang Kebonagung Kondisi Saat Ini

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Tipe Jalan	Lebar Pendekat (m)	Tipe Pendekat
1	U	Jl. Panglima Sudirman	4/2 D	9	Terlawan (O)
2	S	Jl. KH. Ahmad Dahlan	2/2 D	8	Terlawan (O)
3	T	Jl. Untung Suropati	4/2 D	6	Terlawan (O)
4	B	Jl. Urip Sumoharjo	2/2 UD	3,5	Terlawan (O)

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Untuk mengetahui kinerja Simpang Empat Kebonagung pada kondisi saat ini maka perlu dilakukan unjuk kerja pada simpang dengan melakukan perhitungan waktu siklus.

1. Arus Jenuh

Analisis arus jenuh dilakukan dengan melakukan perhitungan antara lebar efektif pendekat dengan arus lalu lintas. Perhitungan arus

jenuh didapatkan dari hasil perkalian arus jenuh dasar dengan faktor lainnya yang mempengaruhi nilai kapasitas.

Untuk menghitung arus jenuh yang disesuaikan pada simpang maka terlebih dahulu menghitung arus jenuh dasar dan mencari penyesuaian yang mempengaruhi.

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997*

a. Arus Jenuh Dasar

Pada kondisi saat ini simpang Kebonagung memiliki tipe pendekat simpang terlawan dan untuk mencari arus jenuh dasar dua fase simpang terlawan menggunakan tabel III.3 grafik arus jenuh dasar simpang terlawan dan tidak menggunakan rumus arus jenuh simpang terlindung untuk semua kaki simpang utara, selatan, timur dan barat.

Untuk kaki Utara dengan melihat grafik S_o melalui besarnya Q_{rt} dan Q_{rto} , dengan Q_{rt} sebesar 43,4 smp/jam dan Q_{rto} sebesar 176,1 smp/jam dan lebar pendekat 5 meter, maka dapat dilihat pada grafik bahwa untuk arus jenuh dasarnya sebesar 2100 smp/jam dengan melihat grafik arus jenuh dasar tanpa lajur kanan terpisah

Tabel V. 2 Arus Jenuh Dasar Tiap Kaki Simpang

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh Dasar (smp/jam)
1	U	Terlawan (O)	5	2100
2	T	Terlawan (O)	6	2500
3	S	Terlawan (O)	4,5	2300
4	B	Terlawan (O)	3,5	1900

Sumber: *Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022*

b. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan melalui ukuran penduduk pada kota tersebut. Apabila jumlah penduduk di suatu kota tersebut semakin banyak maka semakin berpengaruh pada nilai kapasitas persimpangan. Dapat dilihat pada Tabel III.3 dimana Kota Pasuruan memiliki jumlah penduduk sebesar 210.598 jiwa yang sehingga untuk faktor penyesuaian ukuran kota didapatkan nilai sebesar 0,83.

c. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF})

Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan berdasarkan tipe fase, kondisi lingkungan, dan besar rasio kendaraan tidak bermotor. Dapat dilihat pada Tabel III.4 diperoleh sebagai berikut:

Tabel V. 3 Faktor Hambatan Samping pada Kondisi Saat Ini

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Hambatan Samping	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor	F_{SF}
1	U	O	COM (Tinggi)	0,02	0,93
2	S	O	COM (Sedang)	0,02	0,94
3	T	O	COM (Tinggi)	0,01	0,93
4	B	O	COM (Sedang)	0,00	0,94

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Pada simpang Kebonagung memiliki kondisi lingkungan yang berbeda-beda tiap kaki simpangnya baik itu pertokoan, terminal, maupun pemukiman.

d. Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Untuk mengetahui gradient jalan berdasarkan tanjakan (%) pada masing-masing kaki simpang dapat dilihat pada kelandaian suatu

persimpangan. Dapat dilihat pada grafik Gambar III.7 dimana diperoleh hasil faktor kelandaian sebagai berikut:

Tabel V. 4 Faktor Kelandaian pada Kondisi Saat Ini

No	Kode Pendekat	Tipe Fase	Tanjakan (%)	F _G
1	U	Terlawan (O)	0	1
2	S	Terlawan (O)	0	1
3	T	Terlawan (O)	0	1
4	B	Terlawan (O)	0	1

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Kondisi geometri pada simpang Kebonagung yang merupakan dataran rendah dan tidak terdapat tanjakan maupun turunan sama sekali maka nilai kelandaian yang didapatkan pada tiap-tiap kaki simpang yaitu 0% dengan F_G sebesar 1.

e. Faktor Penyesuaian Parkir (F_p)

Di sekitar persimpangan Kebonagung tidak terdapat ruang untuk parkir, sehingga untuk faktor penyesuaian parkir F_p = 1.00 dan apabila ada parkir maka faktornya adalah :

$$F_p = \{[(L_p/3 - (w_a - 2)) \times (L_p/3 - g)]/w_a\}/g\}$$

f. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT})

Untuk menentukan faktor penyesuaian belok kanan dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan pada Rumus III.5 setelah disesuaikan dengan syarat maka didapatkan nilai faktor penyesuaian belok kanan untuk tiap-tiap pendekat berikut:

Tabel V. 5 Faktor Belok Kanan pada Kondisi Saat Ini

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	P_{RT}	F_{RT}
1	Jalan Panglima Sudirman	U	0,1	1
2	Jalan K.H. Ahmad Dahlan	S	0,37	1
3	Jalan Untung Suropati	T	0,25	1
4	Jalan Urip Sumoharjo	B	0,40	1

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Berdasarkan kondisi saat ini, Simpang Kebonagung memiliki tipe pendekat terlawan maka menurut MKJI 1997 nilai F_{RT} simpang terlawan menjadi 1.

g. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT})

Faktor penyesuaian belok kiri dapat diperoleh dengan perhitungan pada Rumus III.6 kemudian didapatkan nilai faktor penyesuaian belok kiri untuk masing-masing pendekat berikut:

Tabel V. 6 Faktor Belok Kiri pada Kondisi Saat Ini

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	P_{LT}	F_{LT}
1	Jalan Panglima Sudirman	U	0,31	1
2	Jalan K.H. Ahmad Dahlan	S	0,38	1
3	Jalan Untung Suropati	T	0,26	1

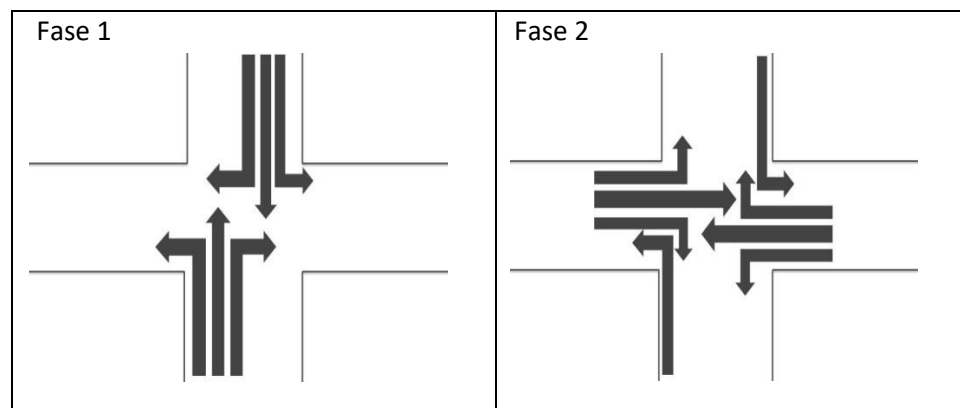
Tabel V. 6 Lanjutan

No	Kaki Simpang	Kode Pendekat	P_{LT}	F_{LT}
4	Jalan Urip Sumoharjo	B	0,19	1

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Berdasarkan kondisi saat ini, Simpang Kebonagung memiliki tipe pendekat terlawan maka menurut MKJI 1997 nilai F_{LT} simpang terlawan menjadi 1.

h. Arus Lalu Lintas Tiap Fase



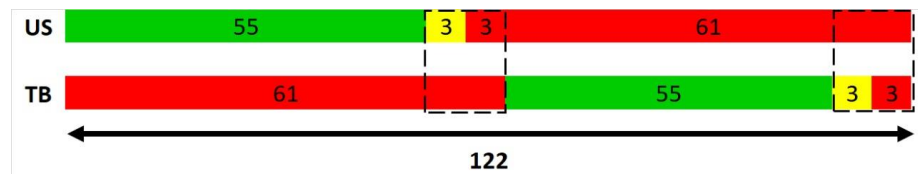
Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Gambar V. 1 Arus Lalu Lintas Tiap Fase Kondisi Saat Ini

Pada kondisi saat ini simpang Kebonagung memiliki 2 fase, yaitu fase pertama kaki simpang Utara dan Selatan kemudian fase kedua pada kaki simpang Timur dan Barat serta belok kiri langsung pada kaki Utara dan Selatan.

i. Waktu Siklus

Waktu siklus saat ini diperoleh pada saat survey secara langsung pada masing-masing kaki simpang dengan menggunakan *stopwatch*. Berikut diagram fase kondisi saat ini pada Simpang Kebonagung Kota Pasuruan:



Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Gambar V. 2 Diagram Fase Simbang Kebonagung Saat Ini

Banyaknya waktu hijau pada simbang memiliki hubungan dengan jumlah volume lalu lintas yang melewati persimpangan tersebut. Semakin banyak waktu hijau pada suatu kaki simbang menandakan bahwa volume lalu lintas pada kaki tersebut juga besar dan membutuhkan waktu lebih untuk melepaskan antrian yang ada. Pada simbang Kebonagung kondisi saat ini terlihat waktu hijau tiap fasenya sama yaitu 55 detik yang menyebabkan pengaruh pada tundaan.

j. Kapasitas (C)

Perhitungan kapasitas atau arus lalu lintas maksimum yang dipertahankan (smp/jam) pada suatu simbang dapat diperoleh melalui perhitungan dengan menggunakan Rumus III.10 sehingga diperoleh nilai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Utara : } C &= S \times g / c \\ &= 1638 \times 55 / 122 \\ &= 739 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

Untuk kapasitas pada kaki simbang lain dapat dilihat pada Tabel V.7 berikut ini:

Tabel V. 7 Kapasitas Simbang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Waktu (detik)		Kapasitas (C) (smp/jam)
			Hijau (g)	Siklus (c)	
1	U	1638	55	122	739
2	S	1794	55	122	809

Tabel V. 7 Lanjutan

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Waktu (detik)		Kapasitas (C) (smp/jam)
			Hijau (g)	Siklus (c)	
3	T	1951	55	122	879
4	B	1482	55	122	668

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Berdasarkan hasil analisis pada tabel diatas bahwa nilai kapasitas simpang Kebonagung terbesar yakni pada kaki pendekat Timur dengan kapasitas simpang sebesar 879 smp/jam.

k. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan atau perbandingan antara volume lalu lintas pada tiap pendekat simpang terhadap kapasitas simpang menjadi salah satu indikator kinerja persimpangan. Dapat dilihat besar derajat kejenuhan simpang Kebonagung pada kondisi saat ini berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Barat: } DS &= Q / C \\
 &= 528 / 668 \\
 &= 0,79
 \end{aligned}$$

Keterangan : DS adalah jumlah volume pada kaki simpang dibagi kapasitas pada kaki simpang yang sama.

Untuk selengkapnya dapat dilihat pada Tabel V.8 berikut ini:

Tabel V. 8 Derajat Kejenuhan Simpang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini

No	Kode Pendekat	Arus (Q) (smpjam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
1	U	310	739	0,42
2	S	285	809	0,35
3	T	624	879	0,71

Tabel V. 8 Lanjutan

No	Kode Pendekat	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
4	B	528	668	0,79

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Berdasarkan hasil analisis pada tabel di atas bahwa simpang Kebonagung berada pada kondisi jenuh. Pendekat Barat menjadi pendekat paling jenuh dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,79 yang menandakan bahwa volume lalu lintas pada kaki simpang Barat besarnya hampir mendekati kapasitas yang dapat dipertahankan pada kaki simpang tersebut.

I. Panjang Antrian

Panjang antrian diperoleh melalui perhitungan nilai NQ1 dan NQ2 lalu mencari nilai NQ_{MAX} dengan menyesuaikan nilai pada grafik Gambar III.10 serta menghitung nilai QL dengan menggunakan perhitungan pada Rumus III.16. Berikut merupakan contoh perhitungan NQ1 pada kaki simpang Barat:

$$\begin{aligned}
 NQ_1 \text{ Barat} &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \\
 &= 0,25 \times 668 \times \left[(0,79 - 1) + \sqrt{(0,79 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,79 - 0,5)}{668}} \right] \\
 &= 1,35
 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel V.9 Jumlah Antrian yang Datang pada Fase Hijau (NQ1) Kondisi Saat Ini

No	Kode Pendekat	Kapasitas(C) (smp/jam)	DS	NQ1
1	U	739	0,42	0,00

Tabel V. 9 Lanjutan

No	Kode Pendekat	Kapasitas(C) (smp/jam)	DS	NQ1
2	S	809	0,35	0,00
3	T	879	0,71	0,72
4	B	668	0,79	1,35

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Keterangan: untuk kaki simpang dengan derajat kejenuhan di bawah 0,5 maka $NQ1 = 0$.

Langkah selanjutnya menghitung $NQ2$ (jumlah antrian yang datang selama fase merah). Untuk menghitung $NQ2$ diperlukan juga rasio hijau (GR) yang didapatkan dari waktu hijau dibagi kapasitas. Berikut merupakan perhitungan $NQ2$ pada kaki simpang Barat:

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

$$NQ2 = 165 \times \frac{1 - 0,45}{1 - 0,45 \times 0,79} \times \frac{528}{3600}$$

$$NQ2 = 15,24$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel V. 10 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah Kondisi Saat Ini

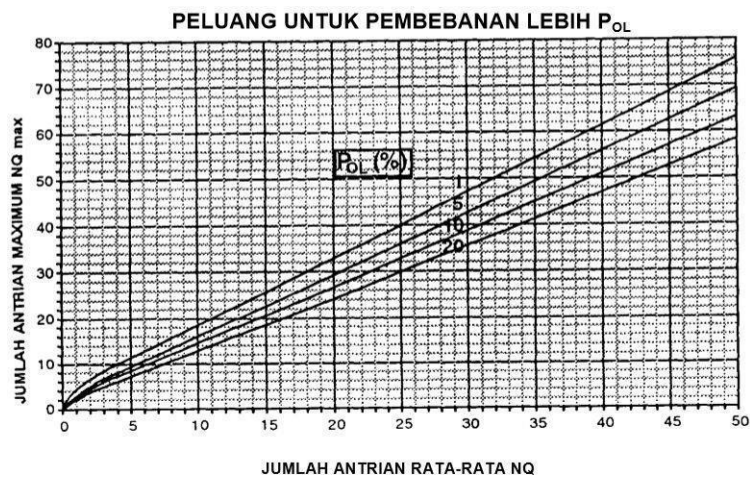
No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Arus (Q) (smp/jam)	NQ2
1	U	0,45	122	0,42	310	7,12
2	S	0,45	122	0,35	285	6,31
3	T	0,45	122	0,71	625	17,11

Tabel V. 10 Lanjutan

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Arus (Q) (smp/jam)	NQ2
4	B	0,45	122	0,79	528	15,24

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Penentuan NQmaks dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih, dapat dilihat pada berikut ini:



Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Gambar V.3 Grafik Pembebanan Lebih

Hasil penghitungan peluang untuk pembebanan lebih (P_{OL}) adalah seperti yang tercantum pada tabel berikut ini :

Tabel V. 11 Jumlah Antrian Total pada Simpang Kebonagung

No	Kode Pendekat	Jumlah Kendaraan Antri (smp)			
		NQ1	NQ2	NQ (NQ1+NQ2)	NQ _{MAX}
1	U	0,00	7,12	7,12	12
2	S	0,00	6,31	6,31	11
3	T	0,72	17,11	17,84	27
4	B	1,35	15,24	16,59	25

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Setelah NQ diketahui, selanjutnya dihitung panjang antrian dengan mengalikan NQ dengan luas rata – rata yang digunakan per smp (20 m²) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Barat:

$$\begin{aligned}
 QL \text{ Barat} &= \frac{NQ_{max} \times 20}{W \text{ masuk}} \\
 &= \frac{25 \times 20}{3,5} \\
 &= 142,86 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel V. 13 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Saat Ini Simpang Kebonagung

No	Kode Pendekat	NQ maks (smp)	Lebar Efektif (We) (m)	PanjangAntrian (QL) (m)
1	U	12	5	48
2	S	11	4,5	48,9
3	T	27	6	90
4	B	25	3,5	142,9

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Berdasarkan data perhitungan kondisi saat ini pada tabel di atas, panjang antrian tertinggi terdapat pada kaki simpang pendekat Barat sepanjang 142,9 m.

m. Kendaraan Terhenti (NS)

Nilai kendaraan terhenti diperoleh melalui nilai angka henti, jumlah kendaraan yang terhenti, dan nilai angka henti total pada seluruh pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Barat:

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

$$NS = 0,9 \times \frac{16,59}{528 \times 122} \times 3600$$

$$NS = 0,84 \text{ stop/smp}$$

Selanjutnya menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada masing – masing pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Barat:

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 528 \times 0,84$$

$$Nsv = 440,54 \text{ smp/jam}$$

Untuk perhitungan kendaraan terhenti (NS) dan kendaraan stop (Nsv) pada kondisi saat ini simpang Kebonagung dapat dilihat pada Tabel V.14 berikut:

Tabel V. 14 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini

No	Kode Pendekat	NQ Tot	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (Psv) (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
1	U	7,12	310	122	0,61	189,13

Tabel V. 14 Lanjutan

No	Kode Pendekat	NQ Tot	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (Psv) (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
2	S	6,31	285	122	0,59	167,67
3	T	17,84	625	122	0,76	473,69
4	B	16,59	528	122	0,84	440,54
Total						1271
$\Sigma Nsv/Q_{tot}$						1,63

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai kendaraan terhenti paling tinggi pada kondisi saat ini terdapat pada pendekat Timur sebesar 473,69 smp/jam dengan angka total kendaraan terhenti pada seluruh pendekat simpang sebesar 1,63 stop/smp.

n. Tundaan (D)

Untuk memperoleh nilai tundaan dilakukan perhitungan tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG). Berikut merupakan contoh perhitungan DT pada kaki simpang Barat:

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

$$DT = 122 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,45)^2}{(1 - 0,45 \times 0,79)} + \frac{1,35 \times 3600}{668}$$

$$DT = 35,82 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 15 Tundaan Lalu Lintas Simpang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Kapasitas (C) (smp/jam)	NQ1	Tundaan (DT) (detik/smp)
1	U	122	0,42	0,45	739	0,00	22,69
2	S	122	0,35	0,45	809	0,00	21,88
3	T	122	0,71	0,45	879	0,72	30,03
4	B	122	0,79	0,45	668	1,35	35,82

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Berikut merupakan contoh perhitungan DG pada kaki simpang Barat:

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

$$DG = (1 - 0,84) \times 0,59 \times 6 + (0,84 \times 4)$$

$$DG = 2,77 \text{ det/smp}$$

Untuk kaki simpang yang lain dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel V. 16 Tundaan Geometrik Simpang Kebonagung pada Kondisi Saat Ini

No	Kode Pendekat	Rasio NS (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
1	U	0,61	0,14	2,77
2	S	0,59	0,62	3,88
3	T	0,76	0,51	3,78
4	B	0,84	0,59	3,93

Setiap pendekat tundaan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D1 = \frac{\Sigma (Q \times D)}{QTOT}$$

$$D1 = \frac{57343,4}{2066}$$

$$D1 = 27,75$$

Tabel V. 17 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Saat Ini Simpang Kebonagung

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q)	Jumlah Kendaraan terhenti Nsv (smp/jam)	Tundaan			
			Tundaan Lalu Lintas Rata - Rata DT (det/smp)	Tundaan Geometri Rata-Rata DG (det/smp)	Tundaan Rata-Rata D=DT+DG (det/smp)	Tundaan Total D x Q (det/smp)
U	310	189,13	22,69	2,77	25,46	7897,89
S	285	167,67	21,88	3,88	25,75	7347,40
T	625	473,69	30,03	3,78	33,81	21128,89
B	528	440,54	35,82	3,93	39,75	20969,23
LTOR (semua)	318					
Arus kor. Qkor	5,04					Total 57343,4
Arus total Qtot	2066		Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)			27,75

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Pasuruan, 2022

Dari hasil analisis kondisi saat ini diatas, menunjukkan bahwa kinerja persimpangan Kebonagung memiliki tingkat pelayanan simpang yang buruk, hal ini dapat dilihat pada tabel di atas yang

menunjukkan bahwa tundaan simpang Kebonagung adalah sebesar 27,75 det/smp, dimana tundaan rata-rata yang dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan indeks Tingkat Pelayanan Simpang maka kondisi saat ini simpang Kebonagung mendapatkan nilai D (buruk).

5.2 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Usulan 1

Setelah mengetahui kondisi saat ini pada kinerja Simpang Kebonagung didapatkan beberapa permasalahan terkait kinerjanya. Pada usulan pertama ini dilakukan perhitungan dengan melakukan pengaturan ulang waktu siklus dengan menyesuaikan waktu siklus sesuai volume lalu lintas dengan tetap memperhatikan kondisi geometrik simpang sesuai saat ini. Tujuan perhitungan ini untuk mencari waktu siklus yang optimum guna mengurangi besarnya derajat kejenuhan, antrian dan tundaan pada masing – masing simpang.

Berikut perhitungan kinerja simpang kebonagung pada kondisi usulan pertama :

1. Waktu Siklus

- a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (cua)

$$\begin{aligned} \text{cua} &= (1,5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\ &= (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0,62) \\ &= 61 \text{ detik} \end{aligned}$$

- b. Waktu Hijau (g)

$$\begin{aligned} \text{g Pendekat Utara} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Utara} \\ &= (61 - 12) \times 0,43 \\ &= 22 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g Pendekat Selatan} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Selatan} \\ &= (61 - 12) \times 0,42 \\ &= 21 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g \text{ Pendekat Timur} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Timur} \\
 &= (61 - 12) \times 0,51 \\
 &= 25 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

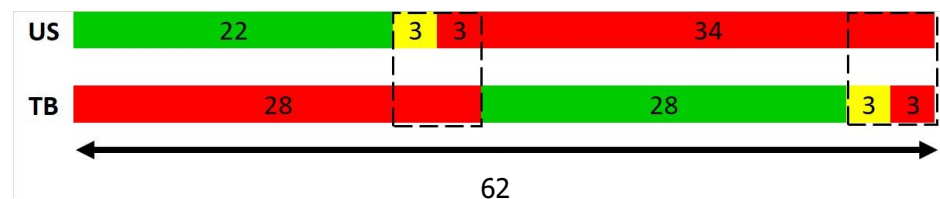
$$\begin{aligned}
 g \text{ Pendekat Barat} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Barat} \\
 &= (61 - 12) \times 0,57 \\
 &= 28 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan total waktu hijau tertinggi tiap fase dari keempat pendekat adalah 22 detik dan 28 detik.

c. Waktu siklus yang disesuaikan (c)

$$\begin{aligned}
 c &= \Sigma g + \text{LTI} \\
 &= 50 + 12 \\
 &= 62 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan waktu siklus yang disesuaikan dengan waktu hijau dan LTI untuk kondisi usulan 1 diperoleh waktu siklus sebesar 62 detik. Berikut diagram fase pada usulan pertama :



Sumber : Hasil Analisis, 2022

Gambar V. 4 Diagram Fase Kondisi Usulan 1

Pada kondisi usulan 1, waktu hijau untuk fase dua yaitu pada kaki simpang Timur dan Barat lebih banyak yaitu 28 detik. Banyaknya waktu hijau pada simpang memiliki hubungan dengan jumlah volume lalu lintas yang melewati kaki simpang tersebut. Semakin banyak waktu hijau pada suatu kaki simpang menandakan bahwa volume lalu lintas pada kaki tersebut juga besar dan membutuhkan waktu lebih untuk melepaskan antrian yang ada.

2. Kapasitas (C)

Kapasitas simpang pada usulan pertama dihitung dengan rumus III.6. Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas pada pendekat Utara:

$$\begin{aligned}C (\text{Pendekat Utara}) &= S \times g / c \\&= 1638 \times 22 / 62 \\&= 582 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

Untuk perhitungan kapasitas pada kondisi usulan 1 dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel V. 18 Kapasitas pada Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (C) (smp/jam)
1	U	1638	22	62	604
2	S	1794	22	62	637
3	T	1951	28	62	881
4	B	1482	28	62	669

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dapat diketahui dari analisis usulan 1 di atas nilai kapasitas simpang terbesar terdapat pada pendekat Timur dengan nilai kapasitas sebesar 881 smp/jam.

3. Derajat Kejenuhan (DS)

Pada usulan 1 arus jenuh dan arus lalu lintas tetap menggunakan kondisi saat ini. Perhitungan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}DS \text{ utara} &= Q/C \\&= 310/604 \\&= 0,51\end{aligned}$$

Berikut nilai DS pada tiap pendekat pada usulan 1 :

Tabel V. 19 Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan 1

No	Kode Pendekat	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
1	U	310	604	0,51
2	S	285	637	0,45
3	T	625	881	0,71
4	B	528	669	0,79

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari perhitungan usulan 1 diatas didapatkan nilai derajat kejenuhan yang lebih rendah dari kondisi saat ini dengan nilai rata-rata 0,61 dengan tingkat pelayanan C.

4. Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian diperoleh dari perhitungan NQ1 dan NQ2 kemudian dicari NQmax dengan menyesuaikan nilai pada grafik gambar III.6 dan menghitung nilai QL dengan menggunakan perhitungan dari rumus III.19. Berikut nilai panjang antrian pada tiap pendekat pada perhitungan usulan 1 kaki Barat:

$$\begin{aligned}
 NQ_1 \text{ Barat} &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \\
 &= 0,25 \times 528 \times \left[(0,79 - 1) + \sqrt{(0,79 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,79 - 0,5)}{528}} \right] \\
 &= 1,33
 \end{aligned}$$

Tabel V. 20 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa dari Waktu Hijau (NQ1)
Usulan 1

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS	NQ1
1	U	604	0,51	0,03
2	S	637	0,45	0,00
3	T	881	0,71	0,72
4	B	669	0,79	1,33

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Keterangan: DS di bawah 0,5 maka NQ1 = 0

Langkah selanjutnya menghitung NQ2 (jumlah antrian yang datang selama fase merah). Untuk menghitung NQ2 diperlukan juga rasio hijau (GR) yang didapatkan dari waktu hijau dibagi kapasitas. Berikut merupakan perhitungan NQ2 pada kaki simpang Barat:

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

$$NQ2 = 62 \times \frac{1 - 0,45}{1 - 0,45 \times 0,79} \times \frac{528}{3600}$$

$$NQ2 = 7,73$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel V. 21 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah (NQ2) Usulan 1

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Arus (Q) (smp/jam)	NQ2
1	U	0,35	62	0,51	310	4,22
2	S	0,35	62	0,45	285	3,77
3	T	0,45	62	0,71	625	8,68
4	B	0,45	62	0,79	528	7,73

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Penentuan NQmaks dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih. Hasil perhitungan adalah seperti tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel V. 22 Perhitungan Jumlah Kendaraan Antri Kondisi Usulan 1

No	Kode Pendekat	Jumlah Kendaraan Antri (smp)			
		NQ1	NQ2	NQ (NQ1+NQ2)	NQ _{MAX}
1	U	0,03	4,22	4,24	9
2	S	0,00	3,77	3,77	7
3	T	0,72	8,68	9,40	15
4	B	1,33	7,73	9,07	14

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setelah NQ diketahui, selanjutnya dihitung panjang antrian dengan mengalikan NQ dengan luas rata – rata yang digunakan per smp (20 m²) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. Berikut merupakan contoh

perhitungan pada kaki simpang Barat:

$$\begin{aligned}
 QL \text{ Barat} &= \frac{NQ_{max} \times 20}{W \text{ masuk}} \\
 &= \frac{14 \times 20}{3,5} \\
 &= 80 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel V. 23 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung

No	Kode Pendekat	NQ maks (smp)	Lebar Efektif (We) (m)	PanjangAntrian (QL) (m)
1	U	9	5	36
2	S	7	4,5	31,11
3	T	15	6	50
4	B	14	3,5	80

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Pada usulan 1 diatas didapat nilai panjang antrian tertinggi terdapat pada pendekat barat dengan nilai 80 m yang berarti kendaraan yang mengantri saat waktu merah sepanjang 80 m.

5. Kendaraan Terhenti (NSV)

Nilai kendaraan terhenti diperoleh melalui nilai angka henti, jumlah kendaraan yang terhenti, dan nilai angka henti total pada seluruh pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Barat:

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

$$NS = 0,9 \times \frac{9,07}{528 \times 62} \times 3600$$

$$NS = 0,9 \text{ stop/smp}$$

Selanjutnya menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada masing – masing pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Barat:

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 528 \times 0,9$$

$$Nsv = 473,82 \text{ smp/jam}$$

Untuk perhitungan kendaraan terhenti (NS) dan kendaraan stop (Nsv) pada kondisi usulan 1 simpang Kebonagung dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel V. 24 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 1

No	Kode Pendekat	NQ Tot	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (Psv) (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
1	U	4,24	310	62	0,72	221,8
2	S	3,77	285	62	0,79	196,97
3	T	9,40	625	62	0,69	491,26
4	B	9,07	528	62	0,90	473,82
Total						1384
$\Sigma Nsv / Q_{tot}$						0,67

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai kendaraan terhenti paling tinggi pada kondisi saat ini terdapat pada pendekat Timur sebesar 491,26 smp/jam dengan angka total kendaraan terhenti pada seluruh pendekat simpang sebesar 0,67 stop/smp.

6. Tundaan Rata-Rata (D)

Untuk memperoleh nilai tundaan dilakukan perhitungan tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG). Berikut merupakan contoh perhitungan DT pada kaki simpang Barat:

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

$$DT = 62 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,45)^2}{(1 - 0,45 \times 0,79)} + \frac{1,33 \times 3600}{669}$$

$$DT = 21,64 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 25 Tundaan Lalu Lintas Simping Kebonagung pada Kondisi Usulan 1

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Kapasitas (C) (smp/jam)	NQ1	Tundaan (DT) (detik/smp)
1	U	62	0,51	0,35	604	0,03	15,95
2	S	62	0,45	0,35	637	0,00	15,34
3	T	62	0,71	0,45	881	0,72	16,65
4	B	62	0,79	0,45	669	1,33	21,64

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berikut merupakan contoh perhitungan DG pada kaki simpang Barat:

$$DG = (1 - Psv) \times Pt \times 6 + (Psv \times 4)$$

$$DG = (1 - 0,9) \times 0,59 \times 6 + (0,9 \times 4)$$

$$DG = 3,96 \text{ det/smp}$$

Untuk kaki simpang yang lain dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel V. 26 Tundaan Geometrik Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 1

No	Kode Pendekat	Rasio NS (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
1	U	0,72	0,14	3,10
2	S	0,79	0,62	3,91
3	T	0,69	0,51	3,80
4	B	0,90	0,59	3,96

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setiap pendekat tundaan rata rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D1 = \frac{\Sigma (Q \times D)}{QTOT}$$

$$D1 = \frac{37684}{2066}$$

$$D1 = 18,24$$

Untuk hasil perhitungan tundaan rata-rata lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 27 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung

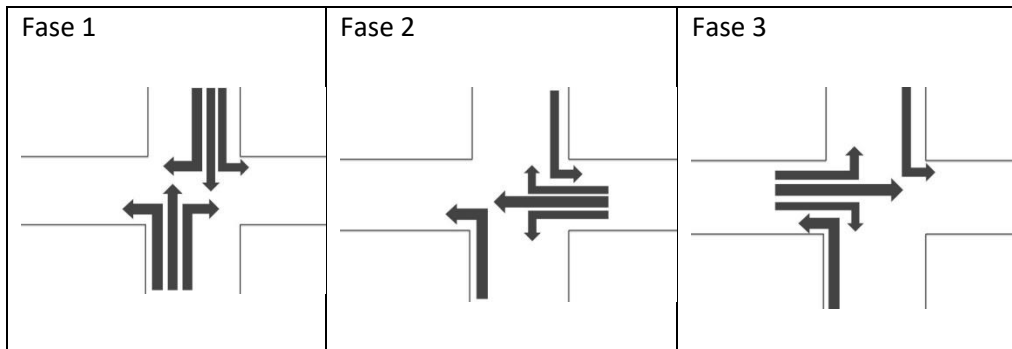
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q)	Jumlah Kendaraan terhenti Nsv (smp/jam)	Tundaan			
			Tundaan Lalu Lintas Rata - Rata DT (det/smp)	Tundaan Geometri Rata-Rata DG (det/smp)	Tundaan Rata-Rata D=DT+DG (det/smp)	Tundaan Total D x Q (det/smp)
U	310	221,8	15,95	3,10	19,05	5910,03
S	285	196,97	15,34	3,91	19,25	5492,23
T	625	491,26	16,65	3,80	20,45	12778,83
B	528	473,82	21,64	3,96	25,6	13502,91
LTOR (semua)	318					
Arus kor. Qkor	5,04					Total 37684
Arus total Qtot	2066		Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)			18,24

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari hasil analisis kondisi usulan 1 diatas, menunjukkan bahwa kinerja persimpangan Kebonagung memiliki tingkat pelayanan simpang yang cukup, hal ini dapat dilihat pada tabel diatas yang menunjukkan bahwa tundaan simpang Kebonagung adalah sebesar 18,24 det/smp, dimana tundaan rata-rata yang dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan indeks Tingkat Pelayanan Simpang maka kondisi usulan 1 simpang Kebonagung mendapatkan nilai C (Cukup).

5.2 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Usulan 2

Pada usulan kedua, digunakan pengaturan fase menjadi 3 fase dan arus kendaraan menggunakan kondisi saat ini. Kaki Utara dan Selatan menjadi satu fase, kaki Timur menjadi fase ke dua, dan kaki Barat menjadi fase ke tiga. Berikut arus lalu lintas tiap fase:



Sumber : Hasil Analisis, 2022

Gambar V. 4 Arus Lalu Lintas Tiap Fase

Berikut perhitungan kinerja simpang kebonagung pada kondisi usulan kedua :

1. Waktu Siklus

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (cua)

$$LTI = 3 \times (\text{all red} + \text{amber})$$

$$= 3 \times (3 + 3)$$

$$= 18 \text{ detik}$$

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

$$= (1,5 \times 18 + 5) / (1 - 0,80)$$

$$= 160 \text{ detik}$$

b. Waktu Hijau (g)

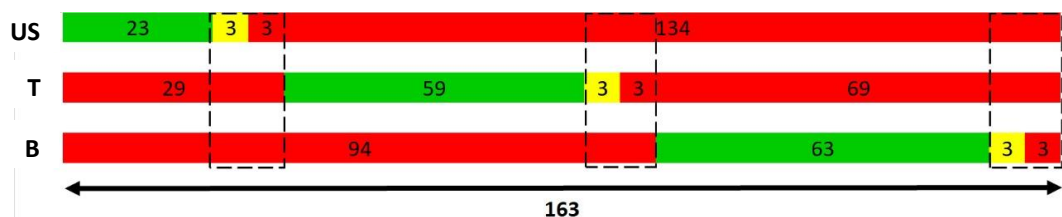
$$g \text{ Pendekat Utara} = (cua - LTI) \times PR \text{ Utara}$$

$$= (160 - 18) \times 0,16$$

$$= 23 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}
 g \text{ Pendekat Selatan} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Selatan} \\
 &= (160 - 18) \times 0,15 \\
 &= 22 \text{ detik} \\
 g \text{ Pendekat Timur} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Timur} \\
 &= (160 - 18) \times 0,40 \\
 &= 59 \text{ detik} \\
 g \text{ Pendekat Barat} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Barat} \\
 &= (160 - 18) \times 0,44 \\
 &= 63 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Karena kaki Utara dan Selatan menjadi satu fase, maka diambil nilai hijau tertinggi dari kedua kaki yaitu 23 detik. Maka perhitungan di atas didapatkan total waktu hijau tertinggi tiap fase dari keempat pendekat adalah 23 detik, 59 detik, dan 63 detik. Berikut diagram fase pada usulan ke 2:



Sumber : Hasil Analisis, 2022

Gambar V. 3 Diagram Fase Kondisi Usulan 2

c. Waktu siklus yang disesuaikan (c)

$$\begin{aligned}
 c &= \sum g + \text{LTI} \\
 &= 145 + 18 \\
 &= 163 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Pada kondisi usulan 2, waktu hijau untuk fase pertama yaitu pada kaki simpang Utara dan Selatan lebih sedikit yaitu 23 detik. Waktu hijau pada simpang memiliki hubungan dengan jumlah volume lalu lintas yang melewati kaki simpang tersebut. Pada kaki simpang

Utara dan Selatan volume lalu lintas lebih sedikit dibandingkan dengan kaki Timur dan Barat maka waktu hijau yang dibutuhkan lebih sedikit.

2. Kapasitas (C)

Kapasitas simpang pada usulan pertama dihitung dengan rumus III.6 sehingga diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C (\text{Pendekat Utara}) &= S \times g / c \\ &= 2426 \times 23 / 163 \\ &= 342 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Tabel V. 28 Kapasitas pada Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (C) (smp/jam)
1	U	1638	23	163	342
2	S	1794	23	163	345
3	T	1951	59	163	754
4	B	1482	63	163	537

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dapat diketahui dari analisis usulan 2 di atas nilai kapasitas simpang terbesar terdapat pada pendekat Timur dengan nilai kapasitas sebesar 754 smp/jam.

3. Derajat Kejenuhan (DS)

Pada usulan 2 arus jenuh dan arus lalu lintas tetap menggunakan kondisi saat ini sehingga nilai dapat dilihat Berikut nilai DS pada tiap pendekat pada usulan 2 :

$$DS \text{ utara} = Q/C$$

$$= 310/342$$

$$= 0,91$$

Berikut nilai DS pada tiap pendekat pada usulan 2 :

Tabel V. 29 Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan 2

No	Kode Pendekat	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
1	U	310	342	0,91
2	S	285	345	0,83
3	T	625	754	0,83
4	B	528	537	0,98

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari perhitungan usulan 2 di atas didapatkan nilai derajat kejenuhan yang lebih tinggi dari kondisi saat ini dengan nilai rata-rata derajat kejenuhan sebesar 0,89 yang berarti nilai arus lalu lintas hampir mendekati nilai kapasitas simpang.

4) Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian diperoleh dari perhitungan NQ1 dan NQ2 kemudian dicari NQmax dengan menyesuaikan nilai pada grafik gambar III.6 dan menghitung nilai QL dengan menggunakan perhitungan dari rumus III.19. Berikut nilai panjang antrian pada tiap pendekat pada perhitungan usulan 2 :

$$\begin{aligned}
 NQ_1 \text{ Utara} &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \\
 &= 0,25 \times 342 \times \left[(0,91 - 1) + \sqrt{(0,91 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,91 - 0,5)}{342}} \right] \\
 &= 3,55 \text{ smp}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 29 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa dari Waktu Hijau (NQ1)
Usulan 2

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS	NQ1 (smp)
1	U	342	0,91	3,55
2	S	345	0,83	1,78
3	T	754	0,83	1,87
4	B	537	0,98	9,34

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Keterangan: DS di bawah 0,5 maka NQ1 = 0

Langkah selanjutnya menghitung NQ2 (jumlah antrian yang datang selama fase merah). Untuk menghitung NQ2 diperlukan juga rasio hijau (GR) yang didapatkan dari waktu hijau dibagi kapasitas. Berikut merupakan perhitungan NQ2 pada kaki simpang Utara:

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

$$NQ2 = 163 \times \frac{1 - 0,14}{1 - 0,14 \times 0,91} \times \frac{342}{3600}$$

$$NQ2 = 13,38$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel V. 30 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah (NQ2)

Usulan 2

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Arus (Q) (smp/jam)	NQ2
1	U	0,14	163	0,91	310	13,38
2	S	0,14	163	0,83	285	12,56
3	T	0,39	163	0,83	625	25,54
4	B	0,36	163	0,98	528	23,66

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Penentuan NQmaks dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih. Hasil perhitungan adalah seperti tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel V. 31 Perhitungan Jumlah Kendaraan Antri Kondisi Usulan 2

No	Kode Pendekat	Jumlah Kendaraan Antri (smp)			
		NQ1	NQ2	NQ (NQ1+NQ2)	NQ _{MAX}
1	U	3,55	13,83	17,38	26
2	S	1,78	14,35	14,35	22
3	T	1,87	25,54	27,41	39
4	B	9,34	23,66	33	46

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setelah NQ diketahui, selanjutnya dihitung panjang antrian

dengan mengalikan NQ dengan luas rata – rata yang digunakan per smp (20 m²) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Utara:

$$QL Utara = \frac{NQ_{maks} \times 20}{W \text{ masuk}}$$

$$= \frac{26 \times 20}{5}$$

$$= 104 \text{ meter}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel V. 32 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung

No	Kode Pendekat	NQ maks (smp)	Lebar Efektif (We) (m)	PanjangAntrian (QL) (m)
1	U	26	5	104
2	S	22	4,5	97,78
3	T	39	6	130
4	B	46	3,5	262,86

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Pada usulan 2 diatas didapat nilai panjang antrian tertinggi terdapat pada pendekat barat dengan nilai 262,86 m yang berarti kendaraan yang mengantri saat waktu merah sepanjang 262,86 m

5) Kendaraan Terhenti (NSV)

Perhitungan Kendaraan terhenti diperoleh dari angka henti, jumlah kendaraan yang terhenti dan angka henti total pada semua pendekat. Berikut nilai kendaraan henti kaki simpang Utara pada perhitungan usulan 2 :

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

$$NS = 0,9 \times \frac{17,38}{310 \times 163} \times 3600$$

$$NS = 1,11 \text{ stop/smp}$$

Selanjutnya menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada masing – masing pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Barat:

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 310 \times 1,11$$

$$Nsv = 345,49 \text{ smp/jam}$$

Untuk perhitungan kendaraan terhenti (NS) dan kendaraan stop (Nsv) pada kondisi usulan 2 simpang Kebonagung dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel V. 33 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 2

No	Kode Pendekat	NQ Tot	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (Psv) (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
1	U	17,38	310	163	1,11	345,49
2	S	14,35	285	163	1	285,16
3	T	27,41	625	163	0,87	544,83
4	B	33	528	163	1,24	655,92
Total						1831
$\Sigma Nsv/Q_{tot}$						0,89

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai kendaraan terhenti paling tinggi pada kondisi saat ini terdapat pada pendekat Timur sebesar 544,83 smp/jam dengan angka total kendaraan terhenti pada seluruh pendekat simpang sebesar 0,89 stop/smp.

6) Tundaan Rata-Rata (D)

Perhitungan tundaan didapatkan melalui perhitungan tundaan lalu lintas, tundaan geometri, tundaan rata-rata dan tundaan total. Berikut hasil perhitungan Tundaan pendekat Utara pada perhitungan usulan 2 :

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

$$DT = 163 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,14)^2}{(1 - 0,14 \times 0,91)} + \frac{3,55 \times 3600}{342}$$

$$DT = 106,27 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 34 Tundaan Lalu Lintas Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 2

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Kapasitas (C) (smp/jam)	NQ1	Tundaan (DT) (detik/smp)
1	U	163	0,91	0,14	342	3,55	106,27
2	S	163	0,83	0,14	345	1,78	86,69
3	T	163	0,83	0,39	754	1,87	54,06
4	B	163	0,98	0,36	537	9,34	114,18

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berikut merupakan contoh perhitungan DG pada kaki simpang Utara:

$$DG = (1 - Psv) \times Pt \times 6 + (Psv \times 4)$$

$$DG = (1 - 1,11) \times 0,14 \times 6 + (1,11 \times 4)$$

$$DG = 4 \text{ det/smp}$$

Untuk kaki simpang yang lain dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel V. 35 Tundaan Geometrik Simping Kebonagung pada Kondisi Usulan 2

No	Kode Pendekat	Rasio NS (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
1	U	1,11	0,14	4
2	S	1	0,62	4
3	T	0,87	0,51	3,88
4	B	1,24	0,59	4

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setiap pendekat tundaan rata rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D1 = \frac{\Sigma (Q \times D)}{QTOT}$$

$$D1 = \frac{158626,24}{2066}$$

$$D1 = 76,78$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel perhitungan tundaan rata-rata berikut ini:

Tabel V. 36 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung

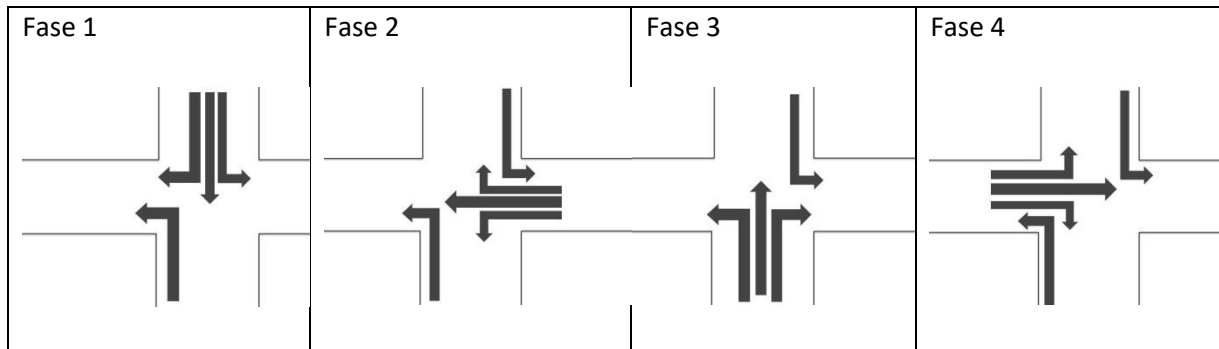
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q)	Jumlah Kendaraan terhenti Nsv (smp/jam)	Tundaan			
			Tundaan Lalu Lintas Rata - Rata DT (det/smp)	Tundaan Geometri Rata-Rata DG (det/smp)	Tundaan Rata-Rata D=DT+DG (det/smp)	Tundaan Total D x Q (det/smp)
U	310	345,49	106,27	4	110,27	34204,78
S	285	285,16	86,69	4	90,69	25874,97
T	625	544,83	54,06	3,88	57,94	36206,59
B	528	655,92	114,18	4	118,18	62339,90
LTOR (semua)	318					
Arus kor. Qkor	5,04		Total			158626,24
Arus total Qtot	2066		Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)			76,78

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari hasil analisis kondisi usulan 2 diatas, menunjukkan bahwa kinerja persimpangan Kebonagung memiliki tingkat pelayanan simpang yang sangat buruk, hal ini dapat dilihat pada tabel diatas yang menunjukkan bahwa tundaan simpang Kebonagung adalah sebesar 76,78 det/smp, dimana tundaan rata-rata yang dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan indeks Tingkat Pelayanan Simpang maka kondisi usulan II simpang Kebonagung mendapatkan nilai F (Sangat Buruk).

5.3 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Usulan 3

Untuk usulan ketiga, digunakan pengaturan fase menjadi 4 fase dan arus kendaraan menggunakan kondisi saat ini. Fase pertama dimulai dari kaki Utara dan berputar searah jarum jam. Berikut arus lalu lintas tiap fase:



Sumber : Hasil Analisis, 2022

Gambar V. 4 Arus Lalu Lintas Tiap Fase

Berikut perhitungan kinerja simpang kebonagung pada kondisi usulan ketiga :

1. Waktu Siklus

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (cua)

$$\begin{aligned} LTI &= 4 \times (\text{all red} + \text{amber}) \\ &= 4 \times (3 + 3) \\ &= 24 \text{ detik} \end{aligned}$$

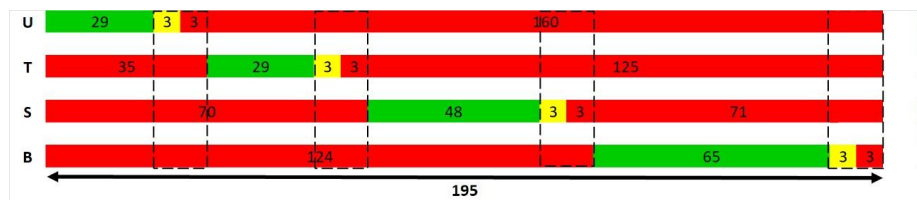
$$\begin{aligned} Cua &= (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \\ &= (1,5 \times 24 + 5) / (1 - 0,79) \\ &= 195 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

$$\begin{aligned} g \text{ Pendekat Utara} &= (cua - LTI) \times PR \text{ Utara} \\ &= (195 - 24) \times 0,17 \\ &= 29 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g \text{ Pendekat Selatan} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Selatan} \\
 &= (195 - 24) \times 0,17 \\
 &= 29 \text{ detik} \\
 g \text{ Pendekat Timur} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Timur} \\
 &= (195 - 24) \times 0,28 \\
 &= 48 \text{ detik} \\
 g \text{ Pendekat Barat} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Barat} \\
 &= (195 - 24) \times 0,38 \\
 &= 65 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan total waktu hijau tertinggi tiap fase dari keempat pendekat adalah 29 detik, 29 detik, 48 detik, dan 65 detik. Berikut diagram fase untuk kondisi usulan ketiga:



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar V. 5 Diagram Fase Kondisi Usulan Ketiga

c. Waktu siklus yang disesuaikan (c)

$$\begin{aligned}
 c &= \Sigma g + \text{LTI} \\
 &= 171 + 24 \\
 &= 195 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Pada kondisi usulan 3, waktu hijau untuk fase empat yaitu pada kaki simpang Barat paling banyak yaitu 65 detik. Hal ini menandakan bahwa kaki simpang Barat memiliki volume lebih besar dan membutuhkan waktu hijau lebih banyak untuk dapat melepaskan antriannya.

2. Kapasitas (C)

Kapasitas simpang pada usulan pertama dihitung dengan rumus III.6. Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas pada pendekat Timur:

$$\begin{aligned}C (\text{Pendekat Timur}) &= S \times g / c \\&= 2866 \times 48 / 195 \\&= 705 \text{ smp/jam}\end{aligned}$$

Untuk perhitungan kapasitas pada kondisi usulan III dapat dilihat pada tabel di berikut ini:

Tabel V. 37 Derajat Kejenuhan Kondisi Usulan III Simpang Kebonagung

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (C) (smp/jam)
1	U	2341	29	195	348
2	S	2107	29	195	313
3	T	2866	48	195	705
4	B	1755	65	195	585

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dapat diketahui dari analisis usulan 3 di atas nilai kapasitas simpang terbesar terdapat pada pendekat Timur dengan nilai kapasitas sebesar 705 smp/jam.

3. Derajat Kejenuhan (DS)

Pada usulan 3 arus jenuh dan arus lalu lintas tetap menggunakan kondisi saat ini. Berikut nilai DS pada usulan 3 :

$$\begin{aligned}DS \text{ Timur} &= Q/C \\&= 625/705 \\&= 0,91\end{aligned}$$

Berikut nilai DS pada tiap pendekat pada usulan 3 :

Tabel V. 38 Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan 3

No	Kode Pendekat	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
1	U	310	348	0,89
2	S	285	313	0,89
3	T	625	705	0,91
4	B	528	585	0,90

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari perhitungan usulan 3 di atas didapatkan nilai derajat kejenuhan yang lebih tinggi dari kondisi saat ini dengan nilai rata-rata 0,90 yang berarti arus lalu lintas tidak stabil dengan kondisi sering berhenti.

4. Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian diperoleh dari perhitungan NQ1 dan NQ2 kemudian dicari NQmax dengan menyesuaikan nilai pada grafik gambar III.6 dan menghitung nilai QL dengan menggunakan perhitungan dari rumus III.19. Berikut nilai panjang antrian pada pendekat Timur usulan 3 :

$$\begin{aligned}
 NQ_1 \text{ Timur} &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \\
 &= 0,25 \times 705 \times \left[(0,91 - 1) + \sqrt{(0,91 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,91 - 0,5)}{705}} \right] \\
 &= 3,14
 \end{aligned}$$

Tabel V. 39 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa dari Waktu Hijau (NQ1)
Usulan 3

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS	NQ1
1	U	348	0,89	3,09
2	S	313	0,89	3,65
3	T	705	0,91	3,14
4	B	585	0,90	3,63

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Keterangan: DS di bawah 0,5 maka NQ1 = 0

Langkah selanjutnya menghitung NQ2 (jumlah antrian yang datang selama fase merah). Untuk menghitung NQ2 diperlukan juga rasio hijau (GR) yang didapatkan dari waktu hijau dibagi kapasitas. Berikut merupakan perhitungan NQ2 pada kaki simpang Timur:

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

$$NQ2 = 195 \times \frac{1 - 0,25}{1 - 0,25 \times 0,91} \times \frac{625}{3600}$$

$$NQ2 = 32,63$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel V. 40 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah (NQ2)
Usulan 3

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Arus (Q) (smp/jam)	NQ2
1	U	0,15	195	0,89	310	16,49
2	S	0,15	195	0,89	285	15,65
3	T	0,25	195	0,91	625	32,63
4	B	0,33	195	0,90	528	27,23

Sumber: Hasi Analisis, 2022

Penentuan NQmaks dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih. Hasil perhitungan adalah seperti tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel V. 41 Perhitungan Jumlah Kendaraan Antri Kondisi Usulan 3

No	Kode Pendekat	Jumlah Kendaraan Antri (smp)			
		NQ1	NQ2	NQ (NQ1+NQ2)	NQ _{MAX}
1	U	3,09	16,49	19,58	29
2	S	3,65	15,65	18,86	27
3	T	3,14	32,63	35,77	51
4	B	3,63	27,23	30,86	43

Sumber: Hasi Analisis, 2022

Setelah NQ diketahui, selanjutnya dihitung panjang antrian dengan mengalikan NQ dengan luas rata – rata yang digunakan per

smp (20 m²) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Timur:

$$\begin{aligned}
 QL \text{ Timur} &= \frac{NQ_{max} \times 20}{W \text{ masuk}} \\
 &= \frac{51 \times 20}{6} \\
 &= 170 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel V. 42 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Usulan 3 Simping Kebonagung

No	Kode Pendekat	NQ maks (smp)	Lebar Efektif (We) (m)	PanjangAntrian (QL) (m)
1	U	29	5	116
2	S	27	4,5	120
3	T	51	6	170
4	B	43	3,5	245,71

Sumber: Hasi Analisis, 2022

Dari perhitungan usulan 3 diatas didapat nilai panjang antrian tertinggi terdapat pada pendekat barat dengan nilai 245,71 m. untuk usulan ketiga panjang antrian pada kaki barat lebih pendek dari kondisi usulan kedua.

5. Kendaraan Terhenti (NSV)

Perhitungan Kendaraan terhenti diperoleh dari angka henti, jumlah kendaraan yang terhenti dan angka henti total pada semua pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Timur:

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

$$NS = 0,9 \times \frac{35,77}{625 \times 195} \times 3600$$

$$NS = 0,95 \text{ stop/smp}$$

Selanjutnya menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada masing – masing pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Timur:

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 625 \times 0,95$$

$$Nsv = 594,31 \text{ smp/jam}$$

Untuk perhitungan kendaraan terhenti (NS) dan kendaraan stop (Nsv) pada kondisi usulan 3 simpang Kebonagung dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel V. 43 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 3

No	Kode Pendekat	NQ Tot	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (Psv) (stop/smp)	Nsv (smp/jam)
1	U	19,58	310	195	1,05	325,31
2	S	18,86	285	195	1,1	313,43
3	T	35,77	625	195	0,95	594,31
4	B	30,86	528	195	0,97	312,78
Total						1746
$\Sigma Nsv/Q_{tot}$						0,84

Sumber: Hasi Analisis, 2022

Dari perhitungan usulan 3 diketahui nilai kendaraan terhenti tertinggi pada pendekat Timur sebesar 594,31 smp/jam dengan nilai total kendaraan terhenti pada semua pendekat sebesar 0,84 stop/smp.

6. Tundaan Rata-Rata (D)

Perhitungan tundaan didapatkan melalui perhitungan tundaan lalu lintas, tundaan geometri, tundaan rata-rata dan tundaan total. Berikut contoh perhitungan Tundaan pendekat Timur pada kondisi usulan 3:

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

$$DT = 195 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,25)^2}{(1 - 0,25 \times 0,91)} + \frac{3,14 \times 3600}{705}$$

$$DT = 21,64 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 44 Tundaan Lalu Lintas Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 3

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Kapasitas (C) (smp/jam)	NQ1	Tundaan (DT) (detik/smp)
1	U	195	0,89	0,15	348	3,09	113,40
2	S	195	0,89	0,15	313	3,65	123,64
3	T	195	0,91	0,25	705	3,14	86,86
4	B	195	0,90	0,33	585	3,63	84,28

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berikut merupakan contoh perhitungan DG pada kaki simpang Timur:

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

$$DG = (1 - 0,95) \times 0,51 \times 6 + (0,95 \times 4)$$

$$DG = 3,96 \text{ det/smp}$$

Untuk kaki simpang yang lain dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel V. 45 Tundaan Geometrik Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 3

No	Kode Pendekat	Rasio NS (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
1	U	1,05	0,14	4,00
2	S	1,1	0,62	4,00
3	T	0,95	0,51	3,95
4	B	0,97	0,59	3,99

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setiap pendekat tundaan rata rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D1 = \frac{\sum (Q \times D)}{Q_{TOT}}$$

$$D1 = \frac{176148,01}{2066}$$

$$D1 = 85,26$$

Tabel V. 46 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Usulan 3 Simpang Kebonagung

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q)	Jumlah Kendaraan terhenti Nsv (smp/jam)	Tundaan			
			Tundaan Lalu Lintas Rata - Rata DT (det/smp)	Tundaan Geometri Rata-Rata DG (det/smp)	Tundaan Rata-Rata D=DT+DG (det/smp)	Tundaan Total D x Q (det/smp)
U	310	325,31	113,40	4,00	117,40	36418,92
S	285	313,43	123,64	4,00	127,64	36414,99
T	625	594,31	86,86	3,95	90,82	56752,92
B	528	312,78	84,28	3,99	88,27	46561,17
LTOR (semua)	318					
Arus kor. Qkor	5,04		Total			176148,01
Arus total Qtot	2066		Tundaan Simpang Rata-Rata (det/smp)			85,26

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Dari hasil analisis kondisi usulan 3 diatas, menunjukkan bahwa kinerja persimpangan Kebonagung memiliki tingkat pelayanan simpang yang sangat buruk, hal ini dapat dilihat pada tabel diatas yang menunjukkan bahwa tundaan rata-rata simpang Kebonagung adalah sebesar 85,26 det/smp, dimana tundaan rata-rata yang dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan indeks Tingkat Pelayanan Simpang maka kondisi usulan 3 simpang Kebonagung mendapatkan nilai F (Sangat Buruk).

5.4 Analisis Kinerja Simpang Kebonagung Usulan 4

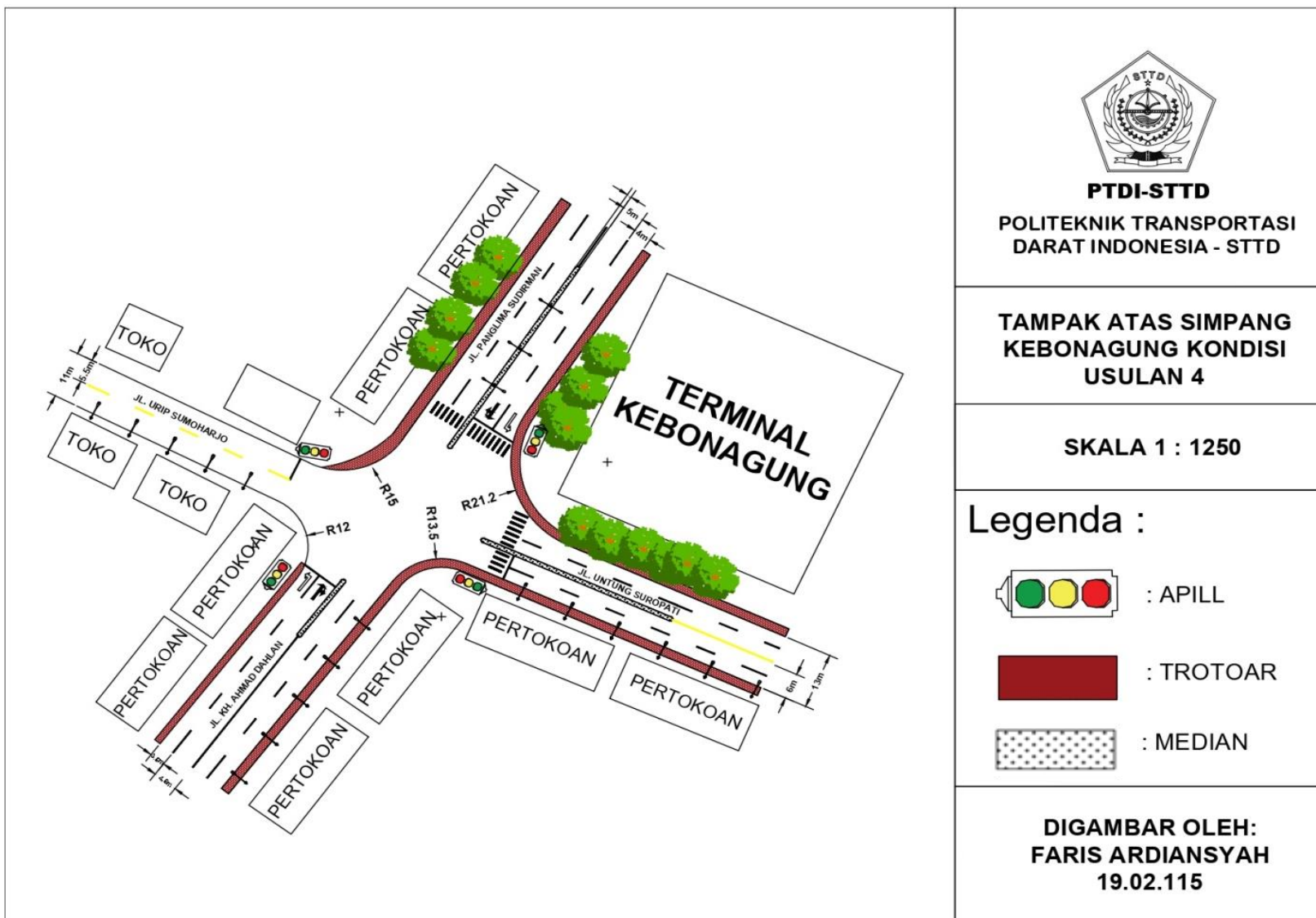
Untuk usulan keempat, melakukan penggabungan antara usulan 1 dengan usulan perubahan geometrik jalan. Dapat dilihat pada tabel berikut lebar efektif setelah dilakukan perubahan geometri:

Tabel V. 47 Lebar dan Tipe Pendekat Simpang Kebonagung Kondisi Usulan 4

No	Kode Pendekat	Nama Jalan	Tipe Jalan	Lebar Pendekat	Tipe Pendekat
1	U	Jl. Panglima Sudirman	4/2 D	9	O (Terlawan)
2	S	Jl. KH. Ahmad Dahlan	2/2 D	8	O (Terlawan)
3	T	Jl. Untung Suropati	4/2 D	3,5	O (Terlawan)
4	B	Jl. Urip Sumoharjo	2/2 UD	5,5	O (Terlawan)

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Untuk layout simpang setelah dilakukan perubahan geometrik dapat dilihat pada halaman berikut ini:



Sumber: Hasil Analisis, 2022

Gambar V. 6 Layout Simpang Kebonagung Setelah Perubahan Geometrik

Perubahan geometrik dilakukan pada kaki simpang Barat dengan melebarkan 1,5 meter pada sisi kiri jalan dan 2,5 meter pada sisi kanan jalan. Sehingga lebar jalan menjadi 11 meter dan lebar efektif pendekat kaki Barat menjadi 5,5 meter. Serta dengan menerapkan belok kiri langsung (LTOR) pada kaki Timur. Setelah dilakukan perubahan pada geometrik jalan, selanjutnya melakukan perhitungan indikator kinerja persimpangan setelah dilakukan perubahan geometri.

1. Waktu Siklus

a. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (cua)

$$\begin{aligned} \text{cua} &= (1,5 \times \text{LTI} + 5) / (1 - \text{IFR}) \\ &= (1,5 \times 10 + 5) / (1 - 0,5) \\ &= 40 \text{ detik} \end{aligned}$$

b. Waktu Hijau (g)

$$\begin{aligned} \text{g Pendekat Utara} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Utara} \\ &= (40 - 10) \times 0,36 \\ &= 11 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g Pendekat Selatan} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Selatan} \\ &= (40 - 10) \times 0,32 \\ &= 10 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g Pendekat Timur} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Timur} \\ &= (40 - 10) \times 0,64 \\ &= 19 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g Pendekat Barat} &= (\text{cua} - \text{LTI}) \times \text{PR Barat} \\ &= (40 - 10) \times 0,60 \\ &= 18 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan total waktu hijau tertinggi tiap fase dari keempat pendekat adalah 11 detik dan 19 detik.

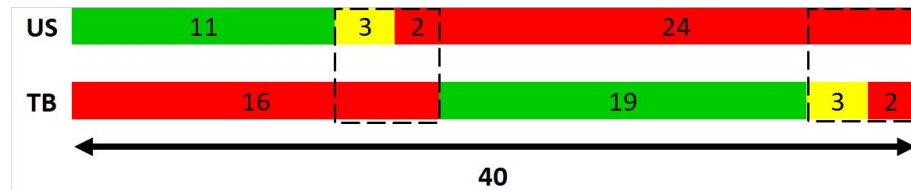
2) Waktu siklus yang disesuaikan (c)

$$c = \sum g + \text{LTI}$$

$$= 30 + 10$$

$$= 40 \text{ detik}$$

Dari perhitungan waktu siklus yang disesuaikan dengan waktu hijau dan LTI untuk kondisi usulan 4 diperoleh waktu siklus sebesar 40 detik. Berikut diagram fase pada usulan pertama :



Sumber : Hasil Analisis, 2022

Gambar V. 7 Diagram Fase Kondisi Usulan 4

Pada kondisi usulan 1, waktu hijau untuk fase dua yaitu pada kaki simpang Timur dan Barat lebih banyak yaitu 19 detik. Banyaknya waktu hijau pada simpang memiliki hubungan dengan jumlah volume lalu lintas yang melewati kaki simpang tersebut. Semakin banyak waktu hijau pada suatu kaki simpang menandakan bahwa volume lalu lintas pada kaki tersebut juga besar dan membutuhkan waktu lebih untuk melepaskan antrian yang ada.

2. Kapasitas (C)

Kapasitas simpang pada usulan keempat dihitung dengan rumus III.6. Berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas pada pendekat Utara:

$$\begin{aligned}
 C (\text{Pendekat Utara}) &= S \times g / c \\
 &= 1701 \times 11 / 40 \\
 &= 468 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan kapasitas pada kondisi usulan 4 dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel V. 48 Kapasitas pada Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung

No	Kode Pendekat	S (smp/jam)	Hijau (g) (detik)	Waktu Siklus (c) (detik)	Kapasitas (C) (smp/jam)
1	U	1701	11	40	468
2	S	1794	11	40	493
3	T	1447	19	40	687
4	B	1755	19	40	834

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dapat diketahui dari analisis usulan 4 di atas nilai kapasitas simpang terbesar terdapat pada pendekat Barat dengan nilai kapasitas sebesar 834 smp/jam.

3. Derajat Kejenuhan (DS)

Pada usulan 4 arus jenuh dan arus lalu lintas tetap menggunakan kondisi saat ini. Perhitungan derajat kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{DS utara} &= Q/C \\
 &= 310/468 \\
 &= 0,66
 \end{aligned}$$

Berikut nilai DS pada tiap pendekat pada usulan 4 :

Tabel V. 49 Derajat Kejenuhan pada Kondisi Usulan 4

No	Kode Pendekat	Arus (Q) (smpjam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
1	U	310	468	0,66
2	S	285	493	0,58

Tabel V. 49 Lanjutan

No	Kode Pendekat	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan (DS)
3	T	625	687	0,67
4	B	528	834	0,63

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari perhitungan usulan 4 diatas didapatkan nilai derajat kejenuhan yang lebih rendah dari kondisi saat ini dengan nilai rata-rata 0,64.

4. Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian diperoleh dari perhitungan NQ1 dan NQ2 kemudian dicari NQmax dengan menyesuaikan nilai pada grafik gambar III.6 dan menghitung nilai QL dengan menggunakan perhitungan dari rumus III.19. Berikut nilai panjang antrian pada tiap pendekat pada perhitungan usulan 4 kaki Utara:

$$\begin{aligned}
 NQ_1 \text{ Utara} &= 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \\
 &= 0,25 \times 468 \times \left[(0,66 - 1) + \sqrt{(0,66 - 1)^2 + \frac{8 \times (0,66 - 0,5)}{468}} \right] \\
 &= 0,48
 \end{aligned}$$

Tabel V. 50 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa dari Waktu Hijau (NQ1) Usulan 4

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS	NQ1
1	U	468	0,66	0,48
2	S	493	0,58	0,18

Tabel V. 50 Lanjutan

No	Kode Pendekat	Kapasitas (C) (smp/jam)	DS	NQ1
3	T	687	0,67	0,51
4	B	834	0,63	0,36

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Keterangan: DS di bawah 0,5 maka NQ1 = 0

Langkah selanjutnya menghitung NQ2 (jumlah antrian yang datang selama fase merah). Untuk menghitung NQ2 diperlukan juga rasio hijau (GR) yang didapatkan dari waktu hijau dibagi kapasitas. Berikut merupakan perhitungan NQ2 pada kaki simpang Utara:

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

$$NQ2 = 40 \times \frac{1 - 0,28}{1 - 0,28 \times 0,66} \times \frac{310}{3600}$$

$$NQ2 = 3,54$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel V. 51 Jumlah Antrian yang Datang Selama Fase Merah (NQ2) Usulan 4

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Arus (Q) (smp/jam)	NQ2
1	U	0,28	40	0,66	310	3,06
2	S	0,28	40	0,58	285	2,73
3	T	0,48	40	0,67	625	3,94

Tabel V. 51 Lanjutan

No	Kode Pendekat	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Arus (Q) (smp/jam)	NQ2
4	B	0,48	40	0,63	528	4,40

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Penentuan NQmaks dapat ditentukan dengan menggunakan grafik peluang untuk pembebanan lebih. Hasil perhitungan adalah seperti tercantum pada tabel berikut ini:

Tabel V. 52 Perhitungan Jumlah Kendaraan Antri Kondisi Usulan 4

No	Kode Pendekat	Jumlah Kendaraan Antri (smp)			
		NQ1	NQ2	NQ (NQ1+NQ2)	NQ _{MAX}
1	U	0,48	3,06	3,54	7
2	S	0,18	2,73	2,92	6
3	T	0,51	3,94	4,45	9
4	B	0,36	4,40	4,76	9

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setelah NQ diketahui, selanjutnya dihitung panjang antrian dengan mengalikan NQ dengan luas rata – rata yang digunakan per smp (20 m²) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Utara:

$$\begin{aligned}
 QL \text{ Utara} &= \frac{NQ_{max} \times 20}{W \text{ masuk}} \\
 &= \frac{7 \times 20}{5} \\
 &= 28 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel V. 53 Panjang Antrian Kendaraan pada Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung

No	Kode Pendekat	NQ maks (smp)	Lebar Efektif (We) (m)	PanjangAntrian (QL) (m)
1	U	7	5	28
2	S	6	4,5	26,67
3	T	9	3,5	51,43
4	B	9	5,5	32,73

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Pada usulan 4 diatas didapat nilai panjang antrian tertinggi terdapat pada pendekat Timur dengan nilai 51,43 m yang berarti kendaraan yang mengantri saat waktu merah sepanjang 51,43 m.

5. Kendaraan Terhenti (NSV)

Nilai kendaraan terhenti diperoleh melalui nilai angka henti, jumlah kendaraan yang terhenti, dan nilai angka henti total pada seluruh pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Utara:

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

$$NS = 0,9 \times \frac{3,54}{310 \times 40} \times 3600$$

$$NS = 0,92 \text{ stop/smp}$$

Selanjutnya menghitung jumlah kendaraan terhenti (Nsv) pada masing – masing pendekat. Berikut merupakan contoh perhitungan pada kaki simpang Utara:

$$Nsv = Q \times NS$$

$$Nsv = 310 \times 0,92$$

$$N_{sv} = 286,57 \text{ smp/jam}$$

Untuk perhitungan kendaraan terhenti (NS) dan kendaraan stop (N_{sv}) pada kondisi usulan 4 simpang Kebonagung dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel V. 54 Kendaraan Terhenti Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 4

No	Kode Pendekat	NQ Tot	Q (smp/jam)	Waktu Siklus (c) (detik)	Rasio NS (P_{sv}) (stop/smp)	N_{sv} (smp/jam)
1	U	3,54	310	40	0,92	286,57
2	S	2,92	285	40	0,83	236,33
3	T	4,45	625	40	0,78	360,77
4	B	4,76	528	40	0,73	385,48
Total						1269
$\Sigma N_{sv}/Q_{tot}$						1,63

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Pada tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai kendaraan terhenti paling tinggi pada kondisi saat ini terdapat pada pendekat Barat sebesar 385,48 smp/jam dengan angka rata-rata kendaraan terhenti pada seluruh pendekat simpang sebesar 0,61 stop/smp.

6. Tundaan Rata-Rata (D)

Untuk memperoleh nilai tundaan dilakukan perhitungan tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG). Berikut merupakan contoh perhitungan DT pada kaki simpang Utara:

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

$$DT = 40 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,28)^2}{(1 - 0,28 \times 0,66)} + \frac{0,48 \times 3600}{478}$$

$$DT = 16,56 \text{ det/smp}$$

Tabel V. 55 Tundaan Lalu Lintas Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 4

No	Kode Pendekat	Waktu Siklus (c) (detik)	DS	Rasio Hijau (GR) (g/c)	Kapasitas (C) (smp/jam)	NQ1	Tundaan (DT) (detik/smp)
1	U	40	0,66	0,28	468	0,48	16,56
2	S	40	0,58	0,28	493	0,18	13,85
3	T	40	0,67	0,48	687	0,51	10,77
4	B	40	0,63	0,48	834	0,36	9,44

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berikut merupakan contoh perhitungan DG pada kaki simpang Utara:

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

$$DG = (1 - 0,92) \times 0,14 \times 6 + (0,92 \times 4)$$

$$DG = 3,76 \text{ det/smp}$$

Untuk kaki simpang yang lain dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel V. 56 Tundaan Geometrik Simpang Kebonagung pada Kondisi Usulan 4

No	Kode Pendekat	Rasio NS (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
1	U	0,92	0,14	3,76
2	S	0,83	0,62	3,95

Tabel V. 56 Lanjutan

No	Kode Pendekat	Rasio NS (stop/smp)	Rasio Kendaraan Belok (pt) (smp/jam)	Tundaan Geometrik (DG) (detik/smp)
3	T	0,78	0,34	3,57
4	B	0,73	0,59	3,89

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Setiap pendekat tundaan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$D1 = \frac{\sum (Q \times D)}{QTOT}$$

$$D1 = \frac{25018,55}{2066}$$

$$D1 = 12,11$$

Untuk perhitungan tundaan rata-rata pada usulan 4 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 57 Tundaan Rata-rata pada Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q)	Jumlah Kendaraan terhenti Nsv (smp/jam)	Tundaan			
			Tundaan Lalu Lintas Rata - Rata DT (det/smp)	Tundaan Geometri Rata-Rata DG (det/smp)	Tundaan Rata-Rata D=DT+DG (det/smp)	Tundaan Total D x Q (det/smp)
U	310	286,57	16,56	3,76	20,32	6304,40
S	285	236,33	13,85	3,95	17,80	5077,73
T	625	360,77	10,77	3,57	14,35	6608,01

Tabel V. 57 Lanjutan

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas (smp/jam) (Q)	Jumlah Kendaraan terhenti Nsv (smp/jam)	Tundaan			
			Tundaan Lalu Lintas Rata - Rata DT (det/smp)	Tundaan Geometri Rata-Rata DG (det/smp)	Tundaan Rata-Rata $D=DT+DG$ (det/smp)	Tundaan Total $D \times Q$ (det/smp)
B	528	385,48	9,44	3,89	13,32	7028,41
LTOR (semua)	483					
Arus kor. Qkor	7,31					Total 25018,55
Arus total Qtot	2066		Tundaan Simping Rata-Rata (det/smp)			12,11

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Dari hasil analisis kondisi usulan 4 diatas, menunjukkan bahwa kinerja persimpangan Kebonagung nilai tundaan rata-rata simping menjadi menurun dari 18,24 det/smp menjadi 12,11 det/smp hal ini dapat dilihat pada tabel di atas. Dimana tundaan rata-rata yang dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan suatu persimpangan. Sehingga berdasarkan indeks Tingkat Pelayanan Simping maka kondisi usulan 4 simping Kebonagung mendapatkan nilai B (Baik).

5.5 Perbandingan Kinerja Simping Kebonagung Sebelum dan Sesudah Dilakukan Optimalisasi

5.5.1 Berdasarkan Derajat Kejenuhan

Berdasarkan tabel dibawah ini, menunjukkan kinerja Simping Kebonagung berdasarkan derajat kejenuhan. Kinerja simping pada perubahan fase dan penyesuaian waktu siklus menunjukkan

perubahan kinerja yang paling kecil yaitu 0,01. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel perbandingan berikut:

Tabel V. 58 Perbandingan DS Kondisi Saat Ini dengan Kondisi Usulan

No.	Simpang Kebonagung	Saat Ini	Usulan			
			I	II	III	IV
1	Jl. Panglima Sudirman	0,42	0,51	0,91	0,9	0,66
2	Jl. Untung Suropati	0,71	0,71	0,83	0,91	0,58
3	Jl. KH. Ahmad Dahlan	0,35	0,45	0,83	0,89	0,67
4	Jl. Urip Sumoharjo	0,79	0,79	0,98	0,89	0,63
Rata-rata		0,57	0,61	0,88	0,89	0,64

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Jadi rekomendasi yang diusulkan untuk peningkatan kinerja Simpang Kebonagung yaitu penyesuaian waktu siklus dan perubahan lebar pendekat mengalami peningkatan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,06 dari derajat kejenuhan rata-rata saat ini 0,56 menjadi 0,64.

5.4.1 Berdasarkan Panjang Antrian

Berdasarkan Tabel di bawah ini, menunjukkan kinerja Simpang Kebonagung berdasarkan panjang antrian. Untuk kombinasi dari usulan I dan usulan IV yaitu penyesuaian waktu siklus dan juga pelebaran pendekat mengalami peningkatan kinerja terbaik dengan rata-rata sebesar 47,79 m.

Tabel V. 59 Perbandingan Panjang Antrian Kondisi Saat Ini dengan Kondisi Usulan

No.	Simpang Kebonagung	Saat Ini	Usulan			
			I	II	III	IV
1	Jl. Panglima Sudirman	48 m	36 m	104 m	116 m	28 m
2	Jl. Untung Suropati	90 m	50 m	130 m	170 m	26,67 m
3	Jl. KH. Ahmad Dahlan	48,9 m	31,1 m	97,8 m	120 m	51,43 m
4	Jl. Urip Sumoharjo	142,9 m	80 m	262,9 m	245,7 m	32,73 m
Rata-rata		82,5 m	49,28 m	148,7 m	162,9 m	34,71 m

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Jadi rekomendasi yang diusulkan untuk peningkatan kinerja Simpang Kebonagung yaitu penyesuaian waktu siklus dan perubahan lebar pendekat mengalami penurunan panjang antrian rata-rata sebesar 47,79 m dari panjang antrian saat ini 82,5 m menjadi 34,71 m.

5.4.2 Berdasarkan Tundaan

Berdasarkan tabel dibawah ini, terlihat bahwa kinerja Simpang Kebonagung pada kondisi usulan mengalami peningkatan kinerja pada kondisi simpang setelah dilakukan penyesuaian Tingkat Pelayanan saat ini adalah D yaitu buruk dan setelah dilakukan penyesuaian waktu siklus dan pelebaran pendekat maka :

1. Usulan I

Untuk kondisi usulan I, hasil tundaan rata-rata simpang menjadi 18,24det/smp. Untuk penyesuaian waktu siklus dengan tingkat pelayanan berubah dari D (buruk) menjadi C (cukup).

2. Usulan II

Untuk kondisi usulan II, hasil tundaan rata-rata menjadi 76,78 det/smp. Untuk perubahan fase dari 2 fase menjadi 3 fase tingkat pelayanan menurun yaitu F (sangat buruk)

3. Usulan III

Untuk kondisi usulan III, hasil tundaan rata-rata menjadi 85,26 det/smp. Untuk perubahan fase menjadi 4 fase tingkat pelayanan tetap menurun yaitu F (sangat buruk).

4. Usulan IV

Untuk kondisi usulan IV, hasil tundaan rata-rata menjadi 12,11 det/smp. Untuk usulan IV yaitu penyesuaian waktu siklus dan perubahan lebar pendekat tingkat pelayanan mengalami peningkatan yaitu B (Baik).

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel perbandingan tundaan rata-rata pada kondisi saat ini dengan kondisi usulan berikut:

Tabel V. 60 Perbandingan Tundaan Rata-rata Kondisi Saat Ini dengan Kondisi Usulan

No.	Usulan	Tundaan (det/smp)		Tingkat Pelayanan
		Sebelum	Sesudah	
1	Penyesuaian waktu siklus	27,75	18,24	C
2	Perubahan fase menjadi 3 fase		76,78	F

Tabel V. 60 Lanjutan

No.	Usulan	Tundaan (det/smp)		Tingkat Pelayanan
		Sebelum	Sesudah	
3	Perubahan fase menjadi 4 fase		85,26	F
4	Penyesuaian waktu siklus dan perubahan geometri		12,11	B

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Jadi rekomendasi yang diusulkan untuk peningkatan kinerja Simpang Kebonagung yaitu penyesuaian waktu siklus dan perubahan lebar pendekat simpang yang mengalami penurunan tundaan rata-rata sebesar 15,64 det/smp dari tundaan saat ini 27,75 det/smp menjadi 12,11 det/smp.

Setelah dilakukannya perbandingan kinerja simpang Kebonagung kondisi saat ini dengan kondisi usulan yang dilakukan, maka kinerja yang paling optimal adalah dengan menerapkan kondisi usulan keempat yaitu dengan melakukan pengaturan ulang terhadap waktu siklus, menerapkan belok kiri langsung pada kaki Timur dan juga perubahan geometrik. Dengan nilai rata-rata derajat kejenuhan sebesar 0,63, panjang antrian rata-rata 30,35 meter, kendaraan terhenti rata-rata 0,63 stop/smp, dan tundaan rata-rata sebesar 12,11 det/smp dengan tingkat pelayanan naik menjadi B. Melalui penerapan usulan keempat ini maka resiko konflik dan kinerja simpang yang bermasalah seperti derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan dapat diminimalisir.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada Simpang Kebonagung Kota Pasuruan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja Simpang Kebonagung Kota Pasuruan kondisi saat ini memiliki tingkat pelayanan berdasarkan derajat kejenuhan tertinggi sebesar 0,79 pada pendekat Barat, antrian terpanjang 142,86 meter, dan tundaan simpang rata-rata sebesar 27,75 det/smp.
2. Untuk meningkatkan kinerja persimpangan dilakukan beberapa usulan yaitu usulan pertama dengan menyesuaikan ulang waktu siklus, usulan kedua dengan menerapkan pengaturan tiga fase, usulan ketiga menerapkan pengaturan empat fase, dan usulan keempat dengan melakukan kombinasi antara usulan pertama dan melakukan perubahan geometrik. Kondisi usulan yang paling optimal untuk dapat diterapkan guna meningkatkan kinerja simpang adalah kondisi usulan keempat dimana dengan melakukan penyesuaian ulang waktu siklus dan perubahan geometrik persimpangan pada kaki Barat. Pada kondisi usulan ini kapasitas yang dihasilkan menjadi lebih besar sehingga menurunkan nilai derajat kejenuhan menjadi 0,63, tundaan simpang rata-rata sebesar 12,11 det/smp sehingga tingkat pelayanan menjadi B.
3. Berdasarkan analisa perbandingan pada kondisi saat ini dan kondisi usulan keempat dapat dilihat bahwa kinerja persimpangan lebih optimal dengan nilai tundaan simpang rata-rata yang awalnya 27,75 det/smp dengan tingkat pelayanan D menjadi 12,11 det/smp dengan tingkat pelayanan B.

6.2 Saran

Dari analisis yang telah dilakukan terdapat saran untuk meningkatkan kinerja Simpang Kebonagung agar lebih baik diantaranya yaitu:

1. Untuk kinerja simpang yang lebih optimal maka diharapkan dapat menerapkan dengan kondisi usulan keempat yaitu dengan pengaturan ulang waktu siklus dan juga perubahan geometrik jalan pada kaki simpang sebelah Barat.
2. Perlu adanya pengawasan dari petugas yang berwenang terkait kedisiplinan pengguna jalan di sekitar simpang dan melakukan sosialisasi kepada masyarakat terkait perubahan geometrik simpang agar tidak terjadi konflik sosial di masyarakat.
3. Perlu dilakukan suatu pendekatan khusus dari pemerintah untuk melakukan pembebasan lahan di sekitar jaringan jalan secara umum dan pada simpang khususnya, untuk memungkinkan suatu perencanaan perubahan geometrik jalan sehingga dapat meningkatkan kapasitas dari persimpangan tersebut agar dapat mengimbangi kapasitas dari persimpangan agar dapat memperlancar tingginya arus lalu lintas yang semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, K., Muryanto, I., & Eka Wijayanti, H. (2012). KAJIAN Pergerakan kendaraan belok kiri langsung dan lurus langsung pada simpang bersinyal. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 9(1).
<https://doi.org/10.22219/jmts.v9i1.1114>
- Afdhal, Chairil., (2014). Definisi Rekayasa Lalu Lintas. 1 Juli 2014.
<http://cyrilengineering.blogspot.co.id/2014/07/definisi-rekayasa-lalu-lintas.html>
- Dirgantara, A., Fachryano, Ode, A. La, & Nompo, T. (2019). Studi Pergerakan Kendaraan Belok Kiri Langsung (LTOR) dan Belok Kiri Tidak Langsung (NLTOR) Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Pramuka - Jalan Khairil Anwar). *Prosiding Simposium Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi Ke-22 Universitas Halu Oleo, Kendari*, 85 (November), 1–3.
- Kelompok PKL Kota Pasuruan. (2022). *Pola Umum Manajemen Transportasi Jalan Kota Pasuruan Dan Identifikasi Permasalahannya*, Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD: Bekasi
- Malkhamah, Siti, 1996, Manajemen Lalu Lintas, KMTS FT Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia. (1997). Highway Capacity Manual Project (HCM). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, 1(I), 564.
- Morlok, Edward K. (1991). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Erlangga : Jakarta
- Munawar, A. 2004. Manajemen Lalu Lintas Perkotaan. Yogyakarta : Penerbit Beta Offset.
- Oglesby, C.H. dan Hicks, R.G. 1982. Teknik Jalan Raya. Alih Bahasa : Purwo Setianto. Erlangga. Jakarta.
- Risdiyanto. (2014). *Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Leutika Nouvalitera.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir SIG IV Kondisi Saat Ini Simpang Kebonagung

Kode Pendekat	Hija Dalam Fase	Tipe Pendekat	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= Frcrit/ IFR	Waktu hijau det (g)	Kapasitas smp/jam (S x g/c)	Derajat Kejenuhan (Q/C)		
						Arah dari	Arah Lawan		Faktor-Faktor Penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau (S)									
			P L TOR	P L T	P R T			Q R T	Q R TO	We	Nilai dasar smp/jam hijau (So)	Semua Tipe pendekat				Hanya Tipe P								
												Ukuran Kota (FCS)	Hambatan Sampang (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		
U	1	O	0.31		0.14	43.4	176.1	5.00	2100	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1638	310	0.19	0.35	55.00	739	0.42		
T	2	O		0.26	0.25	156.5	213.6	6.00	2500	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1951	625	0.32	0.59	55.00	879	0.71		
S	1	O	0.38		0.62	176.1	43.4	4.50	2300	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1794	285	0.16	0.29	55.00	809	0.35		
B	2	O		0.19	0.40	213.6	156.5	3.50	1900	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1482	528	0.36	0.65	55.00	668	0.79		
																					3095			
Waktu hilang total L LTI (det)			24	Waktu siklus sebelum penyesuaian (CUA)												IFR= $\sum Frcrit$		0.55						
				Waktu siklus disesuaikan (c)						(det)														

Lampiran 2 Formulir SIG V Kondisi Saat Ini Simpang Kebonagung

SIMPANG BERSINYAL					Tanggal											
Formulir SIG-V					Kota/ Kabupaten		: KOTA PASURUAN									
PANJANG ANTRIAN					Simpang		: KEBONAGUNG									
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Waktu Siklus		122									
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 (NSV) smp/jam	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total (NQ1+NQ2) NQ	NQ max				Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT) det/smp	Tundaan Geometri (DG) det/smp	Tundaan Rata-Rata (D=DT+DG) det/smp	Tundaan Total (D x Q) det/smp	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
U	310.20	738.63	0.42	0.45	0.00	7.12	7.12	12	48.00	0.61	189.13	22.69	2.77	25.46	7897.89	
T	624.90	879.32	0.71	0.45	0.72	17.11	17.84	27	90.00	0.76	473.69	30.03	3.78	33.81	21128.89	
S	285.30	808.98	0.35	0.45	0.00	6.31	6.31	11	48.89	0.59	167.67	21.88	3.88	25.75	7347.40	
B	527.50	668.29	0.79	0.45	1.35	15.24	16.59	25	142.86	0.84	440.54	35.82	3.93	39.75	20969.23	
Q LTOR	318					Total				1,271		Total				57,343.40
					Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp				0.62		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)				27.75	

Lampiran 3 Formulir SIG IV Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung

Kode Pendekat	Hija Dalam Fase	Tipe Pendekat	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= Frcrit/ IFR	Waktu hijau det (g)	Kapasitas smp/jam (S x g/c)	Derajat Kejenuhan (Q/C)		
						Arah dari	Arah Lawan		Faktor-Faktor Penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau (S)									
			P L TOR	P L T	P R T			Q R T	Q R TO	We	Nilai dasar smp/jam hijau (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		
U	1	O	0.31		0.14	43.4	176.1	5.00	2180	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1701	310	0.18	0.34	22.00	604	0.51		
T	2	O		0.26	0.25	156.5	213.6	6.00	2500	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1951	625	0.32	0.60	28.00	881	0.71		
S	1	O	0.38		0.62	176.1	43.4	4.50	2300	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1794	285	0.16	0.30	22.00	637	0.45		
B	2	O		0.19	0.40	213.6	156.5	3.50	1900	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1482	528	0.36	0.66	28.00	669	0.79		
																					2791			
Waktu hilang total L LTI (det)			12	Waktu siklus sebelum penyesuaian (CUA)												IFR= $\sum Frcrit$	0.54							
				Waktu siklus disesuaikan (c)						(det)						62								

Lampiran 4 Formulir SIG V Kondisi Usulan 1 Simpang Kebonagung

SIMPANG BERSINYAL					Tanggal										
Formulir SIG-V					Kota/ Kabupaten		: KOTA PASURUAN								
PANJANG ANTRIAN					Simpang		: KEBONAGUNG								
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Waktu Siklus										
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 (NSV) smp/jam	Tundaan			
					NQ1	NQ2	Total (NQ1+NQ2) NQ	NQ max				Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT) det/smp	Tundaan Geometri (DG) det/smp	Tundaan Rata-Rata (D=DT+DG) det/smp	Tundaan Total (D x Q) det/smp
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	310.20	342.28	0.91	0.14	3.55	13.83	17.38	26	104.00	1.11	345.49	106.27	4.00	110.27	34204.78
T	624.90	753.87	0.83	0.39	1.87	25.54	27.41	39	130.00	0.87	544.83	54.06	3.88	57.94	36206.59
S	285.30	344.94	0.83	0.14	1.78	12.56	14.35	22	97.78	1.00	285.16	86.69	4.00	90.69	25874.97
B	527.50	536.57	0.98	0.36	9.34	23.66	33.00	46	262.86	1.24	655.92	114.18	4.00	118.18	62339.90
															-
Total											1,831	Total		158,626.24	
Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp											0.89	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)		76.78	

Lampiran 5 Formulir SIG IV Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung

Kode Pendekat	Hija Dalam Fase	Tipe Pendekat	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= Frcrit/ IFR	Waktu hijau det (g)	Kapasitas smp/jam (S x g/c)	Derajat Kejenuhan (Q/C)	
						Arah dari	Arah Lawan		Faktor-Faktor Penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau (S)								
			P L TOR	P L T	P R T	Q R T	Q R TO	We	Nilai dasar smp/jam hijau (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
U	1	P	0.31		0.14	43.4	176.1	5.00	3000	0.83	0.94	1.00	1.00	1.04	1.00	2426	310	0.13	0.16	23.00	342	0.91	
T	2	O		0.26	0.25	156.5	213.6	6.00	2500	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1951	625	0.32	0.40	63.00	754	0.83	
S	1	P	0.38		0.62	176.1	43.4	4.50	2700	0.83	0.94	1.00	1.00	1.16	1.00	2445	285	0.12	0.15	23.00	345	0.83	
B	3	O		0.19	0.40	213.6	156.5	3.50	1900	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1482	528	0.36	0.44	59.00	537	0.98	
																					1978		
Waktu hilang total L LTI (det)			18	Waktu siklus sebelum penyesuaian (CUA)												IFR= $\sum Fr_{crit}$		0.80					
				Waktu siklus disesuaikan (c)						(det)													

Lampiran 6 Formulir SIG V Kondisi Usulan 2 Simpang Kebonagung

SIMPANG BERSINYAL					Tanggal										
Formulir SIG-V					Kota/ Kabupaten		: KOTA PASURUAN								
PANJANG ANTRIAN					Simpang		: KEBONAGUNG								
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Waktu Siklus										
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 (NSV) smp/jam	Tundaan			
					NQ1	NQ2	Total (NQ1+NQ2) NQ	NQ max				Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT) det/smp	Tundaan Geometri (DG) det/smp	Tundaan Rata-Rata (D=DT+DG) det/smp	Tundaan Total (D x Q) det/smp
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	310.20	342.28	0.91	0.14	3.55	13.83	17.38	26	104.00	1.11	345.49	106.27	4.00	110.27	34204.78
T	624.90	753.87	0.83	0.39	1.87	25.54	27.41	39	130.00	0.87	544.83	54.06	3.88	57.94	36206.59
S	285.30	344.94	0.83	0.14	1.78	12.56	14.35	22	97.78	1.00	285.16	86.69	4.00	90.69	25874.97
B	527.50	536.57	0.98	0.36	9.34	23.66	33.00	46	262.86	1.24	655.92	114.18	4.00	118.18	62339.90
															-
Total											1,831	Total			158,626.24
Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp											0.89	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			76.78

Lampiran 7 Formulir SIG IV Kondisi Usulan 3 Simpang Kebonagung

Kode Pendekat	Hija Dalam Fase	Tipe Pendekat	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= Frcrit/ IFR	Waktu hijau det (g)	Kapasitas smp/jam (S x g/c)	Derajat Kejenuhan (Q/C)	
						Arah dari	Arah Lawan		Faktor-Faktor Penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau (S)								
			P L TOR	P L T	P R T			Q R T	Q R TO	We	Nilai dasar smp/jam hijau (So)	Semua Tipe pendekat				Hanya Tipe P							
						Ukuran Kota (FCS)	Hambatan Sampung (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	
U	1	P	0.31		0.14	43.4	176.1	5.00	3000	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	2341	310	0.13	0.17	29	348	0.89	
T	2	P		0.26	0.25	156.5	213.6	6.00	3600	0.83	0.94	1.00	1.00	1.07	0.96	2866	625	0.22	0.28	48	705	0.89	
S	3	P	0.38		0.62	176.1	43.4	4.50	2700	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	2107	285	0.14	0.17	29	313	0.91	
B	4	P		0.19	0.40	213.6	156.5	3.50	2100	0.83	0.94	1.00	1.00	1.11	0.97	1755	528	0.30	0.38	65	585	0.90	
																					1952		
Waktu hilang total L LTI (det)			24	Waktu siklus sebelum penyesuaian (CUA)												IFR= $\sum Fr_{crit}$		0.79					
				Waktu siklus disesuaikan (c)						(det)													

Lampiran 8 Formulir SIG V Kondisi Usulan 3 Simpang Kebonagung

SIMPANG BERSINYAL					Tanggal											
Formulir SIG-V					PANJANG ANTRIAN		Kota/ Kabupaten		: KOTA PASURUAN							
					JUMLAH KENDARAAN TERHENTI		Simpang		: KEBONAGUNG							
					TUNDAAN		Waktu Siklus									
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 (NSV) smp/jam	Tundaan				
					NQ1	NQ2	Total (NQ1+NQ2) NQ	NQ max				Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT) det/smp	Tundaan Geometri (DG) det/smp	Tundaan Rata-Rata (D=DT+DG) det/smp	Tundaan Total (D x Q) det/smp	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
U	310	348.09	0.89	0.15	3.09	16.49	19.58	29	116.00	1.05	325.31	113.40	4.00	117.40	36418.92	
T	625	705.42	0.89	0.25	3.14	32.63	35.77	51	170.00	0.95	594.31	86.86	3.95	90.82	56752.92	
S	285	313.28	0.91	0.15	3.65	15.22	18.86	27	120.00	1.10	313.43	123.64	4.00	127.64	36414.99	
B	528	585.02	0.90	0.33	3.63	27.23	30.86	43	245.71	0.97	512.78	84.28	3.99	88.27	46561.17	
																-
Total											1,746	Total			176,148.01	
Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp											0.84	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			85.26	

Lampiran 9 Formulir SIG IV Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung

Kode Pendekat	Hija Dalam Fase	Tipe Pendekat	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= Frcrit/ IFR	Waktu hijau det (g)	Kapasitas smp/jam (S x g/c)	Derajat Kejenuhan (Q/C)		
						Arah dari	Arah Lawan		Faktor-Faktor Penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau (S)									
			P L TOR	P L T	P R T			Q R T	Q R TO	We	Nilai dasar smp/jam hijau (So)	Semua Tipe pendekat				Hanya Tipe P								
												Ukuran Kota (FCS)	Hambatan Sampang (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		
U	1	O	0.31		0.14	43.4	176.1	5.0	2180	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1701	310	0.18	0.38	22.00	604	0.51		
T	2	O		0.26	0.25	156.5	213.6	6.0	2500	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1951	625	0.32	0.66	28.00	881	0.71		
S	1	O	0.38		0.62	176.1	43.4	4.5	2300	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1794	285	0.16	0.33	22.00	637	0.45		
B	2	O		0.19	0.40	213.6	156.5	5.5	2250	0.83	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1755	528	0.30	0.62	28.00	793	0.67		
																					2914			
Waktu hilang total L LTI (det)			12	Waktu siklus sebelum penyesuaian (CUA)								44				IFR= $\sum Fr_{crit}$			0.48					
				Waktu siklus disesuaikan (c)								(det)												

Lampiran 10 Formulir SIG V Kondisi Usulan 4 Simpang Kebonagung

SIMPANG BERSINYAL					Tanggal										
Formulir SIG-V					PANJANG ANTRIAN		Kota/ Kabupaten		: KOTA PASURUAN						
					JUMLAH KENDARAAN TERHENTI		Simpang		: KEBONAGUNG						
					TUNDAAN		Waktu Siklus								
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 (NSV) smp/jam	Tundaan			
					NQ1	NQ2	Total (NQ1+NQ2) NQ	NQ max				Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT) det/smp	Tundaan Geometri (DG) det/smp	Tundaan Rata-Rata (D=DT+DG) det/smp	Tundaan Total (D x Q) det/smp
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	310.20	603.52	0.51	0.35	0.03	4.22	4.24	8	32.00	0.72	221.80	15.95	3.10	19.05	5910.03
T	624.90	880.87	0.71	0.45	0.72	8.68	9.40	15	50.00	0.79	491.26	16.65	3.80	20.45	12778.83
S	285.30	636.74	0.45	0.35	0.00	3.77	3.77	7	31.11	0.69	196.97	15.34	3.91	19.25	5492.23
B	527.50	792.78	0.67	0.45	0.49	7.12	7.61	13	47.27	0.75	397.92	15.56	3.90	19.46	10266.03
															-
Total											1,308	Total		34,447.12	
Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp											0.63	Tundaan simpang rata-rata (det/smp)		16.67	

SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT



KARTU ASISTENSI

NAMA : FARIS ARDIANSYAH **DOSEN** : RIAN TO RILI P.
NOTAR : 1902115 **ARI ANANDA P.**
PROGRAM STUDI : D III MTJ **SEMESTER** : VI
TAHUN AJARAN : 2021/2022

NO	TGL	KETERANGAN	PARAF	NO	TGL	KETERANGAN	PARAF
1	01/07/ 2022	Proses Penyusunan KKW bab 1-4		1	01/07/ 2022	Proses Penyusunan KKW bab 1-4	
2	09/07/ 2022	Tata cara penulisan KKW		2	08/07/ 2022	Tata cara penulisan latar belakang, identifikasi masalah dan rumusan masalah	
3	17/07/ 2022	Menggunakan gambar teknis, revisi penyusunan naskah		3	15/07/ 2022	Revisi pembuatan alur pikir dan bagan alir	

4	27/07/ 2022	Pembahasan bab 1-6		4	01/08/ 2022	Penambahan narasi pada draft KKW	
5	01/08/ 2022	Pengecekan draft final		5	01/08/ 2022	Pembuatan PPT sidang	