



**PENINGKATAN KINERJA SIMPANG 4 BUNDARAN BURUNG DAN
BUNDARAN KECIL DI KOTA PALANGKA RAYA**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

HAFIZAH TITI ADILA

NOTAR: 20.01.150

**PROGRAM STUDI
SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI DARAT
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
BEKASI
2024**

**PENINGKATAN KINERJA SIMPANG 4 BUNDEAN
BURUNG DAN BUNDEAN KECIL DI KOTA
PALANGKA RAYA**

SKRIPSI

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi
Transportasi Darat Sarjana Terapan
Guna Memperoleh Sebutan Sarjana Sains Terapan



PTDI – STTD
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

DIAJUKAN OLEH:

HAFIZAH TITI ADILA

20.01.150

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TRANSPORTASI**

DARAT

BEKASI

2024

ABSTRAK
PENINGKATAN KINERJA SIMPANG 4 BUNDRAN BURUNG DAN
BUNDRAN KECIL DI KOTA PALANGKA RAYA

Oleh:

HAFIZAH TITI ADILA

NOTAR: 20.01.150

Untuk meningkatkan kinerja persimpangan APILL, maka diperlukan beberapa skenario yang dapat mengatasi permasalahan yang sering terjadi di persimpangan seperti banyaknya kendaraan yang harus berhenti pada persimpangan dengan jarak yang berdekatan dan terhambat oleh alat pengendali lalu lintas serta menimbulkan volume lalu lintas yang besar sehingga dapat mempersulit pergerakan lalu lintas. Di Kota Palangka Raya buruknya kinerja pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil, diketahui eksisting kinerja masing-masing simpang yaitu Simpang 4 Bundaran Burung dengan derajat kejenuhan sebesar 0,58, memiliki panjang antrian sebesar 46,53, rata-rata tundaan adalah 65,18 det/smp serta tingkat pelayanannya F, sedangkan Simpang 4 Bundaran Kecil dengan derajat kejenuhan sebesar 0,56, memiliki panjang antrian sebesar 44,43, rata-rata tundaan adalah 62,58 det/smp serta tingkat pelayanannya F. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan evaluasi dan peningkatan kinerja pada kedua simpang tersebut. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Analisis yang digunakan dengan membandingkan kondisi eksisting dan kondisi pengaturan ulang fase serta mempertimbangkan kondisi keselamatan bagi pengendara lalu lintas. Indikator yang digunakan dalam analisis untuk membandingkan yaitu derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan dari kondisi eksisting.

Kata Kunci: Persimpangan APILL, Derajat Kejenuhan, Antrian, dan Tundaan

ABSTRACT

PERFORMANCE IMPROVEMENT OF INTERSECTION 4 BIRD ROUNDBOUT AND SMALL ROUNDBOUT IN PALANGKA RAYA CITY

By:

HAFIZAH TITI ADILA

NOTAR: 20.01.150

To improve the performance of APILL intersections, several scenarios are needed that can overcome the problems that often occur at intersections such as the number of vehicles that have to stop at intersections with close proximity and are hampered by traffic control devices and cause large traffic volumes that can complicate traffic movements. In Palangka Raya City, the poor performance at Intersection 4 of the Bird Roundabout and Intersection 4 of the Small Roundabout, it is known that the existing performance of each intersection is Intersection 4 of the Bird Roundabout with a degree of saturation of 0.58, has a queue length of 46.53, the average delay is 65.18 sec/smp and the level of service is F, while Intersection 4 of the Small Roundabout with a degree of saturation of 0.56, has a queue length of 44.43, the average delay is 62.58 sec/smp and the level of service is F. Based on these problems, it is necessary to evaluate and improve the performance of the two intersections. The analysis method used in this research refers to the Indonesian Road Capacity Guidelines 2023. The analysis used by comparing existing conditions and phase rearrangement conditions and considering safety conditions for traffic drivers. The indicators used in the analysis to compare are degree of saturation, queue length, and delay from existing conditions.

Keywords: *Signalized Intersection, Degree of Saturation, Queue, and Delay*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, atas kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan karunianya. Sehingga, Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Peningkatan Kinerja Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil", diilhami Saya yang melaksanakan perkuliahan dimulai dari semester I – semester VIII dengan bantuan bimbingan dan arahan dari dosen – dosen Kami tercinta di PTDI – STTD. Pembelajaran yang Kami terima sebagai Taruna – Taruni selama dikampus akan dikembangkan demi peningkatan transportasi khususnya kepada para pengguna jalan supaya dapat mencapai kelancaran, keamanan, keselamatan, dan ketertiban. Ilmu yang sudah Kami dapat akan diterapkan pada kebutuhan dan permintaan transportasi yang efektif serta efisien menggunakan perbantuan teknologi akan menciptakan kepatuhan dan keteraturan dari para pengguna jalan. Selain itu, dalam menjunjung keilmuan yang interdisiplin pengetahuan, transportasi disatukan dengan pengaturan digitalisasi pada masa kemajuan teknologi yang tiada habisnya demi membantu kelancaran umat manusia dalam melakukan aktivitasnya. Penulis memperoleh data melalui wilayah kajian Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Kota Palangka Raya dimulai pada tanggal 04 September 2023 – 04 Desember 2023. Penulis termasuk ke tim lalu lintas (Traffic Engineering). Berdasarkan hasil perolehan data dari PKL Kota Palangka Raya, terdapat persimpangan bersinyal dengan kinerja. Sehingga, tersusunlah karya tulis berupa skripsi sebagai syarat kelulusan di Kampus PTDI – STTD, Bekasi.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Orang tua Penulis yaitu Bapak Hendri dan Ibu Susri Afrianti, SP. serta seluruh keluarga besar yang sangat berperan dan selalu memberikan doa serta dukungannya kepada anaknya dalam penyelesaian pendidikan
2. Bapak DR. Hananto Prakoso selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD beserta staff dan jajarannya.
3. Bapak Yuanda Patria Tama, S.ST., M.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat

4. Bapak Panji Pasa Pratama, S.S.T (TD), M.T dan Bapak Robert Simanjuntak, SE, MM selaku Dosen Pembimbing yang sudah membimbing dan mengarahkan dalam penyelesaian proposal skripsi ini
5. Bapak M. Andi Rachmatullah, S.E.,M.M.Tr selaku Kepala BPTD Kelas II Kalimantan Tengah.
6. Seluruh Unit Kerja Balai Pengelola Transportasi Darat Kelas II Kalimantan Tengah.
7. Seluruh staf dan Dosen pengajar pada Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat.
8. Seluruh rekan Taruna/I Tim Praktek Kerja Lapangan Kota Palangka Raya Tahun 2023.
9. Rekan-rekan Copit Nentiin saya yang bernama Adiba, Sindy, Anna, Indira dan Alora yang sudah menemani dan membantu dari zaman Madatukar hingga saat ini.
10. Rekan-rekan Taruna/I Tingkat IV PTDI-STTD Angkatan 42, khususnya Pleton 4 yang sedang menyusun skripsi.
11. Seluruh pihak yang ikut serta membantu saya dalam penyusunan proposal skripsi ini.

Saya menyadari bahwa dalam penelitian yang telah dilakukan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu diharapkan saran dan masukan yang membangun dalam menyempurnakan skripsi ini. Semoga apa yang saya tulis dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan bidang Transportasi Darat.

Bekasi, 2024
Penulis

HAFIZAH TITI ADILA
Nomor Taruna : 20.01.150

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan	5
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II GAMBARAN UMUM	5
2.1 Kondisi Transportasi.....	6
2.1.1 Kondisi Geografis dan Wilayah Administrasi	6
2.1.2 Kondisi Demografi	10
2.2 Karakteristik Jaringan Jalan	12
2.3 Kondisi Sarana	13
2.4 Kondisi Wilayah Kajian (Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil)	13
BAB III KAJIAN PUSTAKA	26
3.1 Jalan	26
3.2 Persimpangan	27
3.3 Penentuan Pengendalian Persimpangan	29
3.4 Kinerja Lalu Lintas Simpang APILL.....	32
3.5 Tingkat Pelayanan	35

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	37
4.1 Desain Penelitian	37
4.2 Teknik Pengumpulan Data	39
4.3 Sumber Data	42
4.4 Teknik Analisa Data	42
4.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	43
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	45
5.1 Analisis Kinerja Simpang Eksisting	45
5.2Usulan Pemecahan Masalah.....	65
5.3Perbandingan Kinerja Simpang.....	104
5.4 Kondisi Pengaturan Lalu Lintas.....	106
BAB VI PENUTUP	111
6.1 Kesimpulan	111
6.2 Saran	112
DAFTAR PUSTAKA.....	114
LAMPIRAN	115

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Luas Wilayah Per Kecamatan di Kota Palangka Raya	7
Tabel II. 2 Data Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kota Palangka Raya Tahun 2022	10
Tabel II. 3 Analisa Bagian Jalinan Simpang 4 Bundaran Burung.....	18
Tabel II. 4 Analisa Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Burung	19
Tabel II. 5 Analisa Bagian Jalinan Simpang 4 Bundaran Kecil	24
Tabel II. 6 Analisa Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Kecil	25
Tabel III. 1 Ekuivalensi mobil penumpang (EMP)	32
Tabel V. 1 Arus Simpang 4 Bundaran Burung.....	45
Tabel V. 2 Lebar Efektif Pendekat Simpang 4 Bundaran Burung	46
Tabel V. 3 Waktu Siklus Simpang 4 Bundaran Burung	46
Tabel V. 4 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Burung.....	47
Tabel V. 5 Arus Jenuh Dasar Simpang 4 Bundaran Burung	48
Tabel V. 6 Faktor Penyesuaian Hambatan Sampung	49
Tabel V. 7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	49
Tabel V. 8 Kapasitas Simpang 4 Bundaran Burung.....	52
Tabel V. 9 Derajat Kejenuhan Simpang 4 Bundaran Burung.....	53
Tabel V. 10 Panjang Antrian Simpang 4 Bundaran Burung	53
Tabel V. 11 Angka Henti Simpang 4 Bundaran Burung.....	54
Tabel V. 12 Tundaan Simpang 4 Bundaran Burung.....	55
Tabel V. 13 Arus Simpang 4 Bundaran Kecil	55
Tabel V. 14 Lebar Efektif Pendekat Simpang 4 Bundaran Kecil.....	56
Tabel V. 15 Waktu Siklus Simpang 4 Bundaran Kecil	56
Tabel V. 16 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Kecil	57
Tabel V. 17 Arus Jenuh Dasar Simpang 4 Bundaran Kecil.....	58
Tabel V. 18 Faktor Penyesuaian Hambatan Sampung	59
Tabel V. 19 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	59
Tabel V. 20 Arus Jenuh Simpang 4 Bundaran Kecil.....	62
Tabel V. 21 Kapasitas Simpang 4 Bundaran Kecil	62

Tabel V. 22 Derajat Kejenuhan Bundaran Kecil	63
Tabel V. 23 Panjang Antrian Bundaran Kecil	63
Tabel V. 24 Angka Henti Simpang 4 Bundaran Kecil	64
Tabel V. 25 Tundaan Simpang 4 Bundaran Kecil	65
Tabel V. 26 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian	66
Tabel V. 27 Perhitungan Rasio Arus.....	66
Tabel V. 28 Perhitungan Rasio Fase.....	67
Tabel V. 29 Waktu Siklus dan Hijau	67
Tabel V. 30 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Burung.....	68
Tabel V. 31 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat	68
Tabel V. 32 Perhitungan Derajat Kejenuhan	69
Tabel V. 33 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya	69
Tabel V. 34 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah	70
Tabel V. 35 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian	70
Tabel V. 36 Perhitungan Angka Henti.....	70
Tabel V. 37 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti.....	71
Tabel V. 38 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas	71
Tabel V. 39 Perhitungan Tundaan Geometri	71
Tabel V. 40 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total	72
Tabel V. 41 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian	72
Tabel V. 42 Perhitungan Rasio Arus.....	73
Tabel V. 43 Perhitungan Rasio Fase.....	73
Tabel V. 44 Waktu Siklus dan Hijau	74
Tabel V. 45 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Kecil	75
Tabel V. 46 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat	75
Tabel V. 47 Perhitungan Derajat Kejenuhan	76
Tabel V. 48 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya	76
Tabel V. 49 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah	76
Tabel V. 50 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian	77
Tabel V. 51 Perhitungan Angka Henti.....	77

Tabel V. 52 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti.....	77
Tabel V. 53 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas	78
Tabel V. 54 Perhitungan Tundaan Geometri	78
Tabel V. 55 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total	78
Tabel V. 56 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian	79
Tabel V. 57 Perhitungan Rasio Arus.....	79
Tabel V. 58 Perhitungan Rasio Fase.....	80
Tabel V. 59 waktu Siklus dan Hijau.....	81
Tabel V. 60 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Burung.....	81
Tabel V. 61 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat	82
Tabel V. 62 Perhitungan Derajat Kejenuhan	82
Tabel V. 63 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya	83
Tabel V. 64 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah	83
Tabel V. 65 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian	83
Tabel V. 66 Perhitungan Angka Henti.....	84
Tabel V. 67 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti.....	84
Tabel V. 68 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas	84
Tabel V. 69 Perhitungan Tundaan Geometri	85
Tabel V. 70 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total	85
Tabel V. 71 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian	85
Tabel V. 72 Perhitungan Rasio Arus.....	86
Tabel V. 73 Perhitungan Rasio Fase.....	86
Tabel V. 74 Waktu Siklus dan Hijau	87
Tabel V. 75 Diagram Fase.....	88
Tabel V. 76 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat	88
Tabel V. 77 Perhitungan Derajat Kejenuhan	89
Tabel V. 78 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya	89
Tabel V. 79 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah	89
Tabel V. 80 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian	90
Tabel V. 81 Perhitungan Angka Henti.....	90

Tabel V. 82 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti.....	90
Tabel V. 83 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas	91
Tabel V. 84 Perhitungan Tundaan Geometri	91
Tabel V. 85 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total	91
Tabel V. 86 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian	92
Tabel V. 87 Perhitungan Rasio Arus.....	92
Tabel V. 88 Perhitungan Rasio Fase.....	93
Tabel V. 89 Waktu Siklus dan Hijau	94
Tabel V. 90 Diagram Fase.....	94
Tabel V. 91 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat	95
Tabel V. 92 Perhitungan Derajat Kejenuhan	95
Tabel V. 93 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya	96
Tabel V. 94 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah	96
Tabel V. 95 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian	96
Tabel V. 96 Perhitungan Angka Henti.....	97
Tabel V. 97 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti.....	97
Tabel V. 98 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas	97
Tabel V. 99 Perhitungan Tundaan Geometri	98
Tabel V. 100 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total	98
Tabel V. 101 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian	98
Tabel V. 102 Perhitungan Rasio Arus.....	99
Tabel V. 103 Perhitungan Rasio Fase.....	99
Tabel V. 104 Waktu Siklus dan Hijau	100
Tabel V. 105 Diagram Fase.....	100
Tabel V. 106 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat	101
Tabel V. 107 Perhitungan Derajat Kejenuhan	101
Tabel V. 108 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya .	102
Tabel V. 109 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah	102
Tabel V. 110 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian	102
Tabel V. 111 Perhitungan Angka Henti.....	103

Tabel V. 112 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti.....	103
Tabel V. 113 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas	103
Tabel V. 114 Perhitungan Tundaan Geometri	104
Tabel V. 115 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total	104
Tabel V. 116 Tabel Perbandingan Kinerja Simpang Kondisi Eksisting dan Kondisi Usulan.....	105
Tabel V. 117 Tabel Skenario Pengaturan Fase Simpang 4 Bundaran Burung .	107
Tabel V. 118 Tabel Skenario Pengaturan Fase Simpang 4 Bundaran Burung .	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Peta Administrasi Kota Palangka Raya	8
Gambar II. 2	Peta Administrasi Kota Palangka Raya	9
Gambar II. 3	Gambar Simpang 4 Bundaran Burung Tampak Atas	14
Gambar II. 4	Gambar Geometrik Simpang 4 Bundaran Burung	16
Gambar II. 5	Ilustrasi Pola Pergerakan pada Simpang 4 Bundaran Burung	17
Gambar II. 6	Gambar Simpang 4 Bundaran Kecil Tampak Atas	20
Gambar II. 7	Gambar Geometrik Simpang 4 Bundaran Kecil	22
Gambar II. 8	Ilustrasi Pola Pergerakan pada Simpang 4 Bundaran Kecil	23
Gambar III. 1	Kriteria Pengendalian Simpang	30
Gambar III. 2	Grafik Peluang Antrian	34
Gambar IV. 1	Alur Pikir Penelitian	37
Gambar IV. 2	Bagan Alir Penelitian	39
Gambar V. 1	Diagram Arus Simpang 4 Bundaran Burung	46
Gambar V. 2	Diagram Siklus Simpang 4 Bundaran Burung	47
Gambar V. 3	Grafik Arus Jenuh Dasar	48
Gambar V. 4	Faktor Penyesuaian Kelandaian	50
Gambar V. 5	Arus Jenuh yang disesuaikan	52
Gambar V. 6	Diagram Arus Simpang 4 Bundaran Kecil	56
Gambar V. 7	Diagram Siklus Simpang 4 Bundaran Kecil	57
Gambar V. 8	Grafik Arus Jenuh Dasar	58
Gambar V. 9	Faktor Penyesuaian Kelandaian	60
Gambar V. 10	Usulan Penanganan Pemasangan Rambu APILL	109
Gambar V. 11	Usulan Penanganan Pemasangan Rambu Pemberhentian Angkutan Umum	109
Gambar V. 12	Usulan Penanganan Pemasangan Rambu Dilarang Belok Kanan	110
Gambar V. 13	Usulan Penanganan Pemasangan Rambu APILL	110

DAFTAR RUMUS

Rumus III. 1 Kapasitas Simpang Bersinyal.....	30
Rumus III. 2 Arus Jenuh.....	31
Rumus III. 3 Waktu Siklus	31
Rumus III. 4 Waktu Hijau	31
Rumus III. 5 Arus Lalu Lintas dan EMP	32
Rumus III. 6 Derajat Kejenuhan	32
Rumus III. 7 Panjang Antrian.....	33
Rumus III. 8 Rasio kendaraan henti.....	33
Rumus III. 9 Jumlah rata-rata kendaraan berhenti	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Survei CTMC	115
Lampiran 2 Kondisi Eksisting	116
Lampiran 3 SIG I Simpang 4 Bundaran Burung	117
Lampiran 4 SIG II Simpang 4 Bundaran Burung	117
Lampiran 5 SIG I Simpang 4 Bundaran Kecil	118
Lampiran 6 SIG II Simpang 4 Bundaran Kecil	118

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persimpangan adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu, disini arus lalu lintas mengalami konflik. Untuk mengendalikan konflik ini ditetapkan aturan lalu lintas untuk mendahulukan kendaraan yang memiliki hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan. Oleh karena itu dibutuhkan alat pengendali pada persimpangan agar dapat berjalan dengan lancar. Simpang bersinyal atau biasa disebut dengan simpang yang menggunakan Alat Pengendali Isyarat Lalu Lintas (APILL) mengontrol waktu siklus dan fase di persimpangan. Pengaturan lampu lalu lintas berupa pengaturan waktu hijau (green time), waktu antar hijau (intergreen), waktu kuning (amber time), dan waktu siklus (cycle time). Tidak hanya itu, terdapat fasilitas lainnya berupa, rambu – rambu, zebra cross, alat penerangan jalan, dan fasilitas perlengkapan lainnya yang menunjang keamanan serta keselamatan pengguna jalan.

Bundaran merupakan titik persimpangan dimana lalu lintas langsung mencakup suatu pulau jalan berbentuk bundar yang letaknya berada di konvergensi. Pengendalian simpang APILL berbentuk bundaran (Roundabout) merupakan bagian dari perencanaan jalan raya yang amat penting. Pada simpang bundaran terjadi konflik antara kendaraan yang berbeda kepentingan, asal maupun tujuan. Berkaitan dengan hal tersebut perencanaan bundaran harus direncanakan dengan cermat, sehingga tidak menimbulkan akses yang lebih buruk, misalnya kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas menimbulkan kerugian yang lebih besar yaitu biaya yang makin tinggi akibat pemborosan bahan bakar, polusi udara, kebisingan dan keterlambatan arus barang dan jasa.

Kota Palangka Raya merupakan ibu kota dari provinsi Kalimantan Tengah. Pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya tentu dapat menambah tingkat kepadatan penduduk dan ruang gerak masyarakat pada Kota Palangka Raya. Jalur transportasi di Kota

Palangka Raya menjadi salah satu lokasi strategis di Kalimantan Tengah sehingga banyak kendaraan yang melintas keluar masuk di wilayah Kota Palangka Raya sehingga menimbulkan beberapa permasalahan di perkotaan seperti pergerakan transportasi yang tinggi pada jam sibuk terutama di persimpangan menyebabkan terjadinya kemacetan. Oleh karena itu persimpangan menjadi indikator yang harus diperhatikan dalam upaya melancarkan lalu lintas perkotaan. Persimpangan di Kota Palangka Raya dikendalikan oleh beberapa jenis pengendalian, yaitu simpang non APILL, simpang APILL, dan bundaran. Simpang 4 APILL yang akan dikaji ada 2 yaitu Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran kecil.

Simpang 4 Bundaran Burung terletak pada ruas jalan arteri primer dan lokal dengan tata guna lahan komersial serta hambatan samping rendah. Simpang 4 bundaran dengan 4 kaki simpang dimana 2 kaki simpang mayor pada Jalan RTA Milono 3 dan RTA Milono 2 serta 2 kaki simpang minor pada Jalan Ir. Seokarno dan Adonis Samad dengan arus lalu lintas tiap-tiap kaki simpang adalah dua arah. Sedangkan untuk Simpang 4 Bundaran Kecil terletak pada ruas jalan arteri primer dan kolektor dengan tata guna lahan komersial serta hambatan samping sedang. Simpang 4 bundaran dengan 4 kaki simpang dimana 2 kaki simpang mayor pada Jalan Imam Bonjol 2 dan RTA Milono 7 serta 2 kaki simpang minor pada Jalan Diponegoro 1 dan G Obos 1 dengan arus lalu lintas tiap-tiap kaki simpang adalah dua arah.

Berdasarkan hasil survei dan analisis dari Tim Praktek Kerja Lapangan (PKL) Palangka Raya tahun 2023 dengan indikator kinerja simpang dinilai dari fase APILL, derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan. Simpang 4 Bundaran Burung memiliki derajat kejenuhan 0,58 dengan panjang antrian 46,53 m, dan rata-rata tundaan 65,18 det/smp. Sedangkan pada Simpang 4 Bundaran Kecil memiliki derajat kejenuhan 0,56 dengan panjang antrian 44,53 m, dan rata-rata tundaan 62,58 det/smp sehingga diidentifikasi tingkat pelayanan kinerja Simpang 4 tersebut adalah F. Hal tersebut disebabkan karena tingginya volume lalu lintas namun kurang optimalnya kinerja Simpang tersebut, kemudian perlu penerapan sistem pengaturan waktu yang memaksimalkan efisiensi, yaitu tidak terlalu lama dalam fase lampu merah

agar tidak terjadi tundaan yang tinggi dan antrian yang panjang, dan juga tidak terlalu cepat dalam fase lampu hijau agar volume kendaraan yang lewat tidak terlalu kecil. Sehingga mengurangi derajat kejenuhan. Oleh karena itu, penulis melakukan kajian berupa "**Peningkatan Kinerja Simpang 4 Bundaran Burung Dan Bundaran Kecil**" untuk menganalisis dan memberikan solusi atas permasalahan tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang terjadi di Bundaran Burung dan Bundaran Kecil Kota Palangka Raya sebagai berikut:

1. Pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil volume lalu lintas kendaraannya tinggi dan menyebabkan kemacetan sehingga belum optimalnya kinerja simpang.
2. Dikarenakan kemacetan yang tinggi pada Simpang 4 Bundaran Burung memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,58 dan Simpang 4 Bundaran Kecil memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,56.
3. Simpang 4 Bundaran Burung memiliki Panjang antrian sebesar 46,53 dan Simpang 4 Bundaran Kecil memiliki Panjang antrian sebesar 44,53.
4. Rata-rata tundaan pada Simpang 4 Bundaran Burung adalah 65,18 det/smp dan pada Simpang 4 Bundaran Kecil 62,58 det/smp.
5. Tingkat Pelayanan persimpangan pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil adalah F.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana skenario untuk melakukan peningkatan kinerja persimpangan pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil?
2. Bagaimana perbandingan kondisi kinerja lalu lintas pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil di Kota Palangka Raya sebelum dan sesudah dilakukan peningkatan kinerja persimpangan?

3. Bagaimana desain yang terbaik dalam peningkatan kinerja persimpangan pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil di Kota Palangka Raya?

1.5 Ruang Lingkup

Cakupan penelitian dari skripsi ini adalah:

1. Meningkatkan kinerja Persimpangan pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil di Kota Palangka Raya
2. Metode perhitungan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023)
3. Kajian hanya mencakup analisa derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan total dan rata-rata pada setelah dilakukan rekayasa lalu lintas
4. Penentuan rekomendasi lalu lintas sesuai peraturan perundangan.
5. Perbandingan kinerja pelayanan kondisi eksisting dan kondisi setelah rekomendasi.

1.4 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan peningkatan kinerja simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil serta memberikan gambaran kondisi bundaran saat ini dan memberikan rekomendasi usulan kinerja bundaran. Berdasarkan rumusan masalah yang dikaji maka tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis skenario peningkatan kinerja Persimpangan Lalu Lintas pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil di Kota Palangka Raya.
2. Membandingkan kondisi kinerja Persimpangan lalu lintas pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil sebelum dan setelah dilakukan peningkatan kinerja Persimpangan.
3. Merekomendasikan desain yang terbaik dalam kinerja Persimpangan pada Simpang 4 Bundaran Bundaran Burung dan Bundaran Kecil di Kota Palangka Raya.

BAB II

GAMBARAN UMUM

2.1 Kondisi Transportasi

2.1.1 Kondisi Geografis dan Wilayah Administrasi

Transportasi menjadi salah satu peranan penting bagi keberlangsungan kehidupan manusia, yaitu sebagai usaha memindahkan objek dari tempat asal ke tempat tujuan dengan selamat, lancar, aman dan nyaman (Akbar, 2021). Transportasi terdiri dari lalu lintas dan angkutan. Definisi Lalu lintas menurut Undang - Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Pasal 1 Angka 2, adalah gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Kemudian, pada Pasal 1 Angka 3, pengertian angkutan adalah perpindahan orang dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kendaraan di ruang lalu lintas jalan. Lalu lintas erat kaitannya dengan mobilisasi masyarakat dalam melakukan aktivitas. Dalam melakukan mobilisasi, maka dibutuhkan aksesibilitas yang baik supaya perjalanan orang dan atau barang berjalan dengan aman, lancar, dan selamat.

Secara geografis wilayah Kota Palangka Raya adalah kota terbesar di Indonesia yang terletak di Provinsi Kalimantan Tengah dan menjadi ibu kota dari Kalimantan Tengah dimana pusat pemerintahannya berada pada Kecamatan Pahandut dan Jekan Raya. Secara koordinat, Kota Palangka Raya berada di 113°30' – 114°07' Bujur Timur dan 1°35' – 2°24' Lintang Selatan dengan batas administrasi wilayah yaitu:

1. Sebelah Utara, berbatasan dengan Kabupaten Gunung Mas
2. Sebelah Selatan, berbatasan dengan Kabupaten Pulang Pisau
3. Sebelah Barat, berbatasan dengan Kabupaten Katingan
4. Sebelah Timur, berbatasan dengan Kabupaten Gunung Mas dan Kabupaten Pulang Pisau.

Kota Palangka Raya memiliki luas wilayah sebesar 2.853,12 km² dan secara administratif terdiri atas 5 kecamatan dan 30 kelurahan. Luas Wilayah menurut Kecamatan di Kota Palangka Raya. Berikut merupakan **Tabel II.1** keterangan luas wilayah per kecamatan di Kota Palangka Raya.

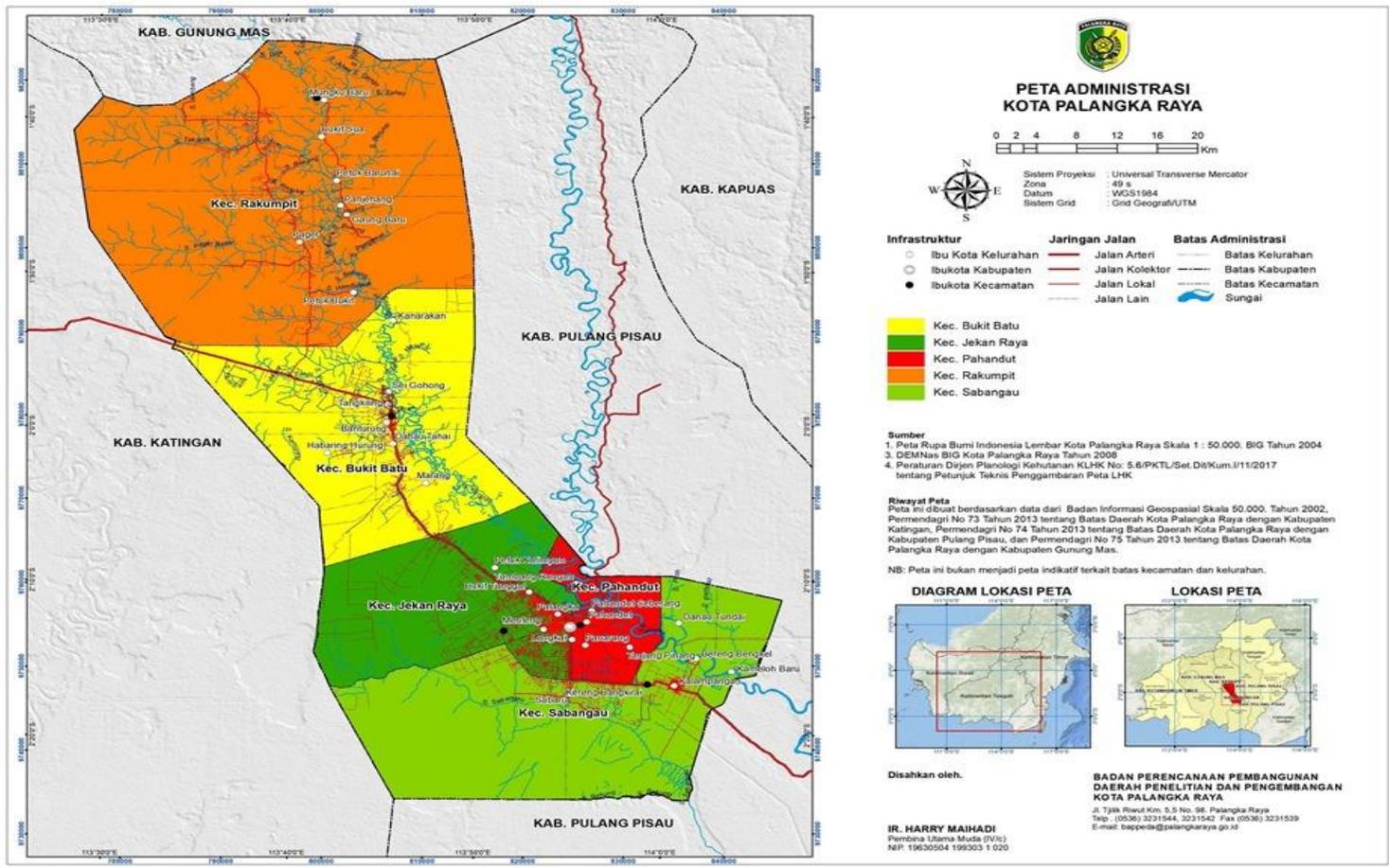
Tabel II. 1 Luas Wilayah Per Kecamatan di Kota Palangka Raya

Kecamatan	Luas Wilayah Palangka Raya Menurut Kecamatan (km²)
Rakumpit	1.101,99
Sabangau	640,73
Bukit Batu	603,14
Jekan Raya	387,53
Pahandut	119,73

Sumber: Kota Palangka Raya Dalam Angka 2022

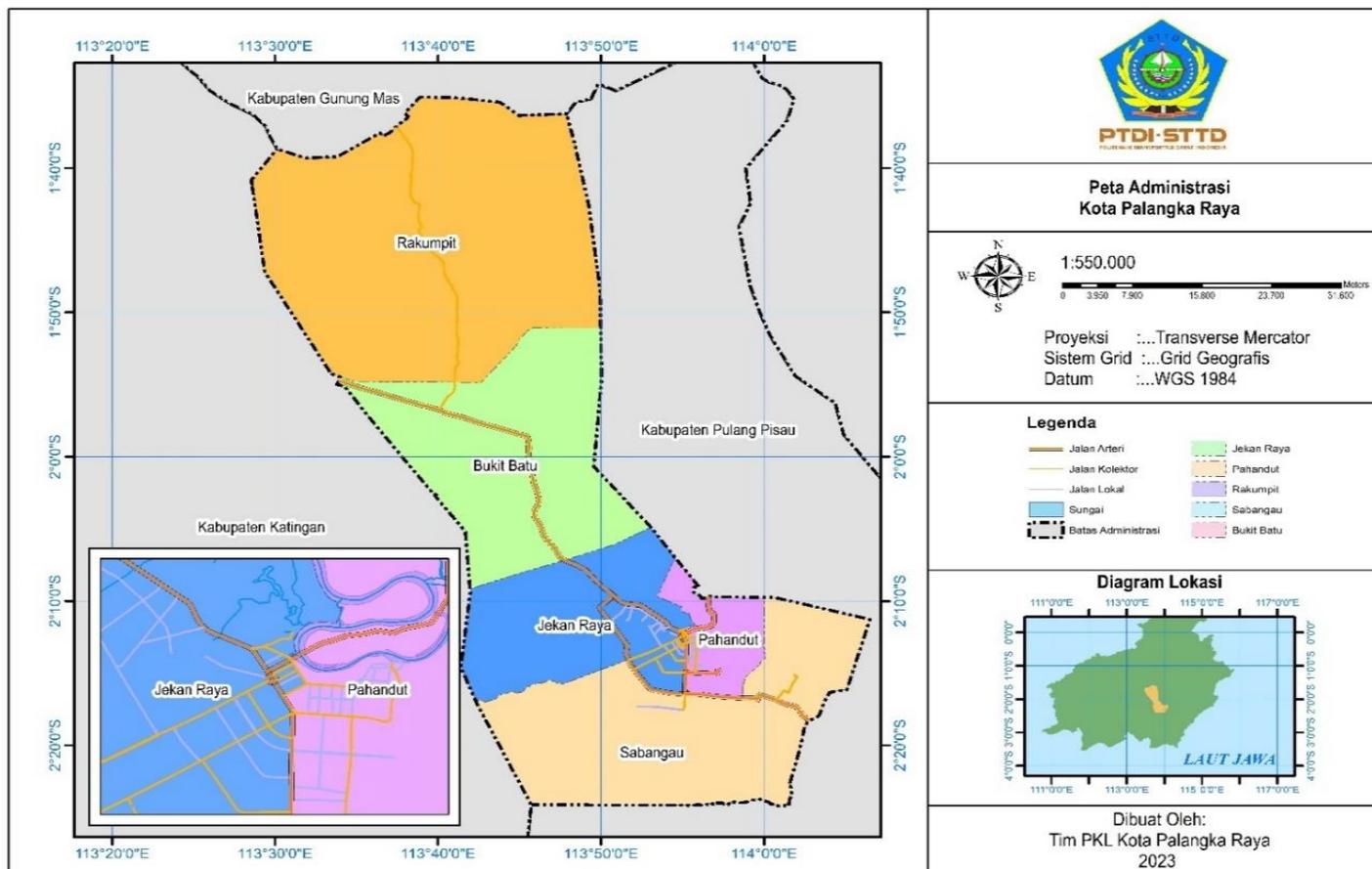
Dari lima kecamatan yang ada, wilayah kecamatan terluas berada di Kecamatan Rakumpit (1.101,99km²) dan wilayah kecamatan terkecil berada di Kecamatan Pahandut (119,73 km²).

Gambar II.1 dibawah ini adalah peta administrasi Kota Palangka Raya yang sumbernya dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Palangka Raya.



Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Palangka Raya

Gambar II. 1 Peta Administrasi Kota Palangka Raya yang bersumber dari BAPPEDA Kota Palangka Raya



Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Palangka Raya 2023

Gambar II. 2 Peta Administrasi Kota Palangka Raya yang bersumber dari hasil analisis Tim PKL Kota Palangka Raya 2023

Pada Gambar II.2 diatas merupakan Peta Administrasi Kota Palangka Raya yang bersumber dari hasil analisis Tim PKL Kota Palangka Raya 2023.

2.1.2 Kondisi Demografi

Jumlah penduduk Kota Palangka Raya berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya tahun 2022 sebanyak 295.677 jiwa. Jumlah penduduk pada setiap Kecamatan di Kota Palangka Raya bervariasi, dengan jumlah tertinggi adalah Kecamatan Jekan Raya sebanyak 154.162 jiwa, sedangkan jumlah penduduk terendah berada di Kecamatan Rakumpit sebanyak 3.873 jiwa. Berikut adalah **Tabel II.2** yang menjelaskan data jumlah kepadatan penduduk perkelurahan di Kota Palangka Raya Tahun 2022.

Tabel II. 2 Data Jumlah dan Kepadatan Penduduk Kota Palangka Raya Tahun 2022

No	Kelurahan	Luas Wilayah	Jumlah Penduduk	Jumlah KK	Kepadatan Penduduk
		KM ²	Jiwa	KK	Jiwa/KM ²
1	Kelurahan Pahandut	8,202	27472	9536	3349,556
2	Kelurahan Panarung	23,096	30389	9880	1315,795
3	Kelurahan Langkai	8,883	29648	9536	3337,697
4	Kelurahan Tumbang Rungan	23,303	864	249	37,077
5	Kelurahan Tanjung Pinang	48,258	5063	1576	104,916
6	Kelurahan Pahandut Seberang	7,945	5407	1651	680,540

No	Kelurahan	Luas Wilayah	Jumlah Penduduk	Jumlah KK	Kepadatan Penduduk
		KM ²	Jiwa	KK	Jiwa/KM ²
7	Kelurahan Kereng Bangkirai	323,445	11973	3873	37,017
8	Kelurahan Sabaru	151,149	6190	2020	40,953
9	Kelurahan Kalampangan	42,292	4681	1653	110,684
10	Kelurahan Kameloh Baru	63,676	817	258	12,831
11	Kelurahan Bereng Bengkel	19,432	1166	362	60,003
12	Kelurahan Danau Tundai	40,782	249	81	6,106
13	Kelurahan Menteng	31,268	50126	16191	1603,106
14	Kelurahan Palangka	22,486	54302	15001	2414,919
15	Kelurahan Bukit Tungal	274,145	54302	17511	198,077
16	Kelurahan Petuk Katimpun	59,626	3351	1167	56,200
17	Kelurahan Marang	128,636	1101	369	8,559
18	Kelurahan Tumbang Tahai	60,915	2986	972	49,019
19	Kelurahan Banturung	57,775	3770	1221	65,253
20	Kelurahan Tangkiling	83,870	3245	1014	38,691

No	Kelurahan	Luas Wilayah	Jumlah Penduduk	Jumlah KK	Kepadatan Penduduk
		KM ²	Jiwa	KK	Jiwa/KM ²
21	Kelurahan Sei Gohong	97,912	1627	547	16,617
22	Kelurahan Kanarakan	100,606	251	113	2,495
23	Kelurahan Habaring Hurung	73,431	1063	341	14,476
24	Kelurahan Petuk Bukit	299,979	1001	324	3,337
25	Kelurahan Pager	197,729	471	158	2,382
26	Kelurahan Panjehang	39,444	254	83	6,440
27	Kelurahan Gaung Baru	53,774	293	84	5,449
28	Kelurahan Petuk Barunai	155,693	868	272	5,575
29	Kelurahan Mungku Baru	193,363	724	236	3,744
30	Kelurahan Bukit Sua	162,012	262	79	1,617

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya

2.2 Karakteristik Jaringan Jalan

Transportasi mengambil peran penting dalam mendukung kegiatan perekonomian, sehingga diperlukan upaya pembangunan dan peningkatan infrastruktur transportasi di darat, laut dan udara. Meningkatnya Pembangunan infrastruktur transportasi, dapat menyokong kegiatan distribusi barang serta jasa yang bisa meningkatkan perekonomian Masyarakat.

Jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri atas sistem jaringan primer dan sistem jaringan sekunder yang berhubungan. Jalan merupakan prasarana yang mendukung akses bagi sarana untuk

mempermudah mobilitas dan kegiatan perekonomian. Dengan demikian, jalan berperan penting yang menjadi kunci kelancaran aktivitas perpindahan orang maupun barang. Kota Palangka Raya pada tahun 2023 memiliki jalan nasional sepanjang 136.870 m atau 136,87 km.

2.3 Kondisi Sarana

Angkutan umum di Kota Palangka Raya saat ini dilayani oleh beberapa angkutan umum meliputi Angkutan Umum Dalam Trayek dan Angkutan Umum Tidak Dalam Trayek. Untuk angkutan umum dalam trayek jumlahnya adalah 77 yang terdiri dari Angkutan Antar Kota Antar Provinsi (AKAP) dan Angkutan Antar Kota Dalam Provinsi (AKDP) dan untuk angkutan umum tidak dalam trayek jumlahnya adalah 85 yang terdiri dari Angkutan Antar Jemput Dalam Provinsi (AJDP). Kota Palangka Raya juga dilayani Angkutan Kota dengan trayek tidak tetap yang terdiri dari 5 trayek dengan armada sejumlah 47 unit (Hasil Survei Tim PKL Kota Palangka Raya 2023).

2.4 Kondisi Wilayah Kajian (Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil)

Berdasarkan hasil penelitian dari Praktek Kerja Lapangan Kota Palangka Raya Tahun 2023, terdiri dari Simpang dengan APILL, Bundaran, dan Simpang tanpa pengendali. Terdapat 19 simpang dengan APILL, 12 simpang tanpa pengendali dan 2 bundaran dengan APILL. Simpang 4 yang akan dikaji ada 2 yaitu Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran kecil.

1. Simpang 4 Bundaran Burung

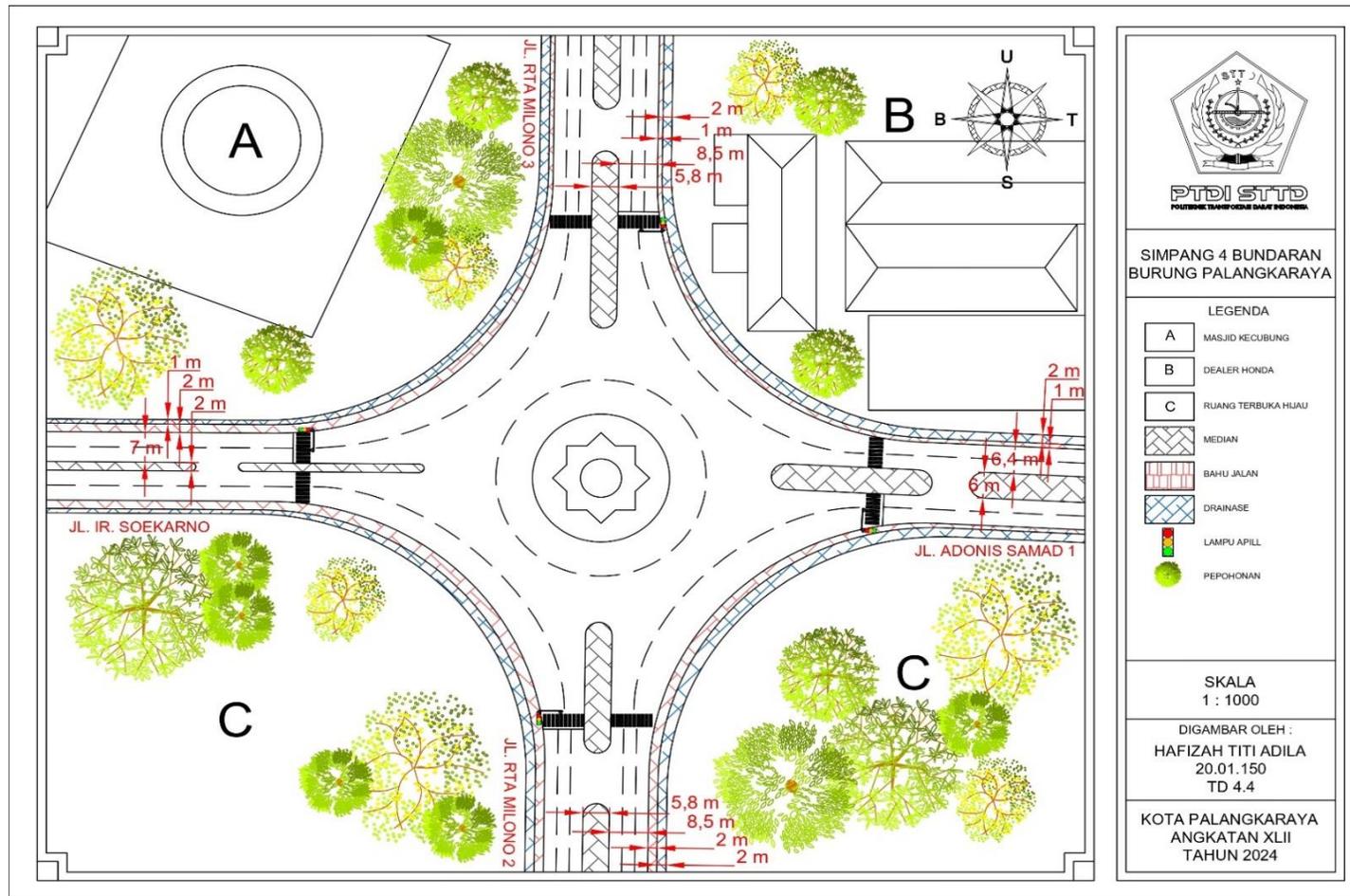
Simpang 4 Bundaran Burung terletak pada ruas jalan arteri primer dan lokal dengan tata guna lahan komersial serta hambatan samping sedang. Bundaran dengan 4 kaki simpang dimana 2 kaki simpang mayor pada Jalan serta 2 kaki simpang minor. Bundaran ini ramai dilalui kendaraan ringan maupun berat karna akses untuk menuju ke pusat Kota Palangka Raya. Simpang 4 Bundaran Burung bearada pada daerah komersial dan hambatan samping rendah karena adanya pertokoan dan tempat ibadah dikawasan ini. **Gambar II. 3** dibawah ini merupakan visualisasi kondisi eksisting Simpang 4 Bundaran Burung di Kota Palangka Raya:



Sumber: Google Maps 2023

Gambar II. 3 Gambar Simpang 4 Bundaran Burung Tampak Atas

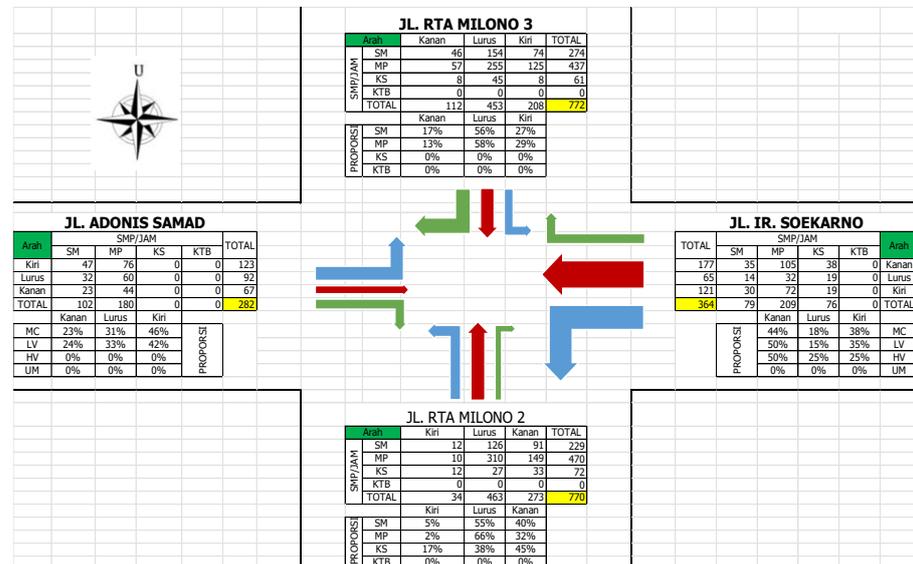
Simpang 4 Bundaran Burung termasuk kedalam tipe bundaran R20-22 meskipun memiliki jari-jari bundaran kurang dari 25 m dan memiliki jumlah lajur masuk 1 dimasing-masing kaki simpang. Kaki simpang utara adalah Jalan RTA Milono 3 dengan tipe jalan 6/2 T (arteri) memiliki lebar efektif 17 m. Kaki pendekat timur adalah Jalan Adonis Samad 1 dengan tipe jalan 4/2 T (arteri) memiliki lebar efektif 12,8 m. Kaki pendekat Selatan adalah Jalan RTA Milono 2 dengan tipe jalan 6/2 T (arteri) memiliki lebar efektif 17 m. Sedangkan kaki pendekat barat adalah Jalan Ir. Soekarno dengan tipe jalan 4/2 T (kolektor) memiliki lebar efektif 14 m. **Gambar II.4** dibawah ini merupakan geometrik Simpang 4 Bundaran Burung Kota Palangka Raya kondisi eksisting:



Sumber: Hasil Analisis

Gambar II. 4 Gambar Geometrik Simpang 4 Bundaran Burung

Pergerakan arus di Simpang 4 Bundaran Burung dapat dilihat pada **Gambar II.5** diagram arus pola pergerakan dibawah. Pada ilustrasi dapat dilihat volume lalu lintas total tertinggi berasal dari kaki sebelah utara dengan volume 772 smp/jam. Untuk volume lalu lintas total terendah berasal dari kaki sebelah barat dengan volume 282 smp/jam.



Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Palangka Raya 2023

Gambar II. 5 Ilustrasi Pola Pergerakan pada Simpang 4 Bundaran Burung

Berikut **Tabel II.3** merupakan tabel hasil analisa bagian jalinan Simpang 4 Bundaran Burung kondisi eksisting yang telah dilakukan oleh Tim Praktek Kerja Lapangan Kota Palangka Raya tahun 2023:

Tabel II. 3 Analisa Bagian Jalinan Simpang 4 Bundaran Burung

															Formulir SIG-V			
SIMPANG BERSINYAL										Tanggal								
Formulir SIG-V										Kota					0			
PANDIANG ANTRIAN										:PALANGKA RAYA								
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI										Simpang					:Bundaran Burung			
TUNDAAN										Waktu Siklus					101			
Kode Pendekat	Anus Lulu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejenuluan	Rasio Haju	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian	Rasio Kendaraan Terhenti	Jumlah Kendaraan Terhenti	Tundaan						
	q	C	Dj	RH	NQ1	NQ2	Nq	NqMAX	PA	RKH	NKH	Tundaan lalu lintas rata-rata TL	Tundaan geometrik rata-rata TG	Tundaan rata-rata D =	Tundaan Total			
	SMP/jam	SMP/jam			SMP	SMP	SMP	SMP	m		SMP	det/smp	det/smp	det/smp	Smp.det			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)			
U	663	1.298	0,51	0,02	0,02	18,39	18,41	18,41	43	0,89	591	48,89	3,71	52,60	34.856,21			
S	710	1.358	0,52	0,02	0,05	19,73	19,77	19,77	47	0,89	634	49,04	3,60	52,64	37.394,67			
T	395	527	0,75	0,03	0,93	11,01	11,95	11,95	34	0,97	383	55,21	3,92	59,13	23.371,86			
B	244	460	0,53	0,03	0,07	6,76	6,82	6,82	21	0,90	219	48,77	3,80	52,57	12.844,53			
Bki / BKOT	384		0,58						46,53			55,21	3,92	59,1	22.720,78			
Anus kor. Qkoreksi	93,03									Total	1.827			Total	131.188,06			
Anus total Qtotal	2.013								Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp	0,91		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)			65,18			

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Palangka Raya 2023

Bundaran Burung memiliki derajat kejenuhan 0,58 Panjang antrian 46,53 meter dan tundaan rata-rata 65,18 det/smp sehingga sesuai Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas, diidentifikasi tingkat pelayanan kinerja persimpangan tersebut adalah F.

Selain itu, kendaraan dominan yang melintas adalah sepeda motor sebanyak 1295 kendaraan/jam atau 54% dari seluruh kendaraan di simpang 4 APILL Bundaran Burung. Simpang 4 bundaran ini memiliki 4 fase dan waktu siklus 101 detik. Berikut **Tabel II.4** merupakan tabel Analisa hasil analisis waktu siklus:

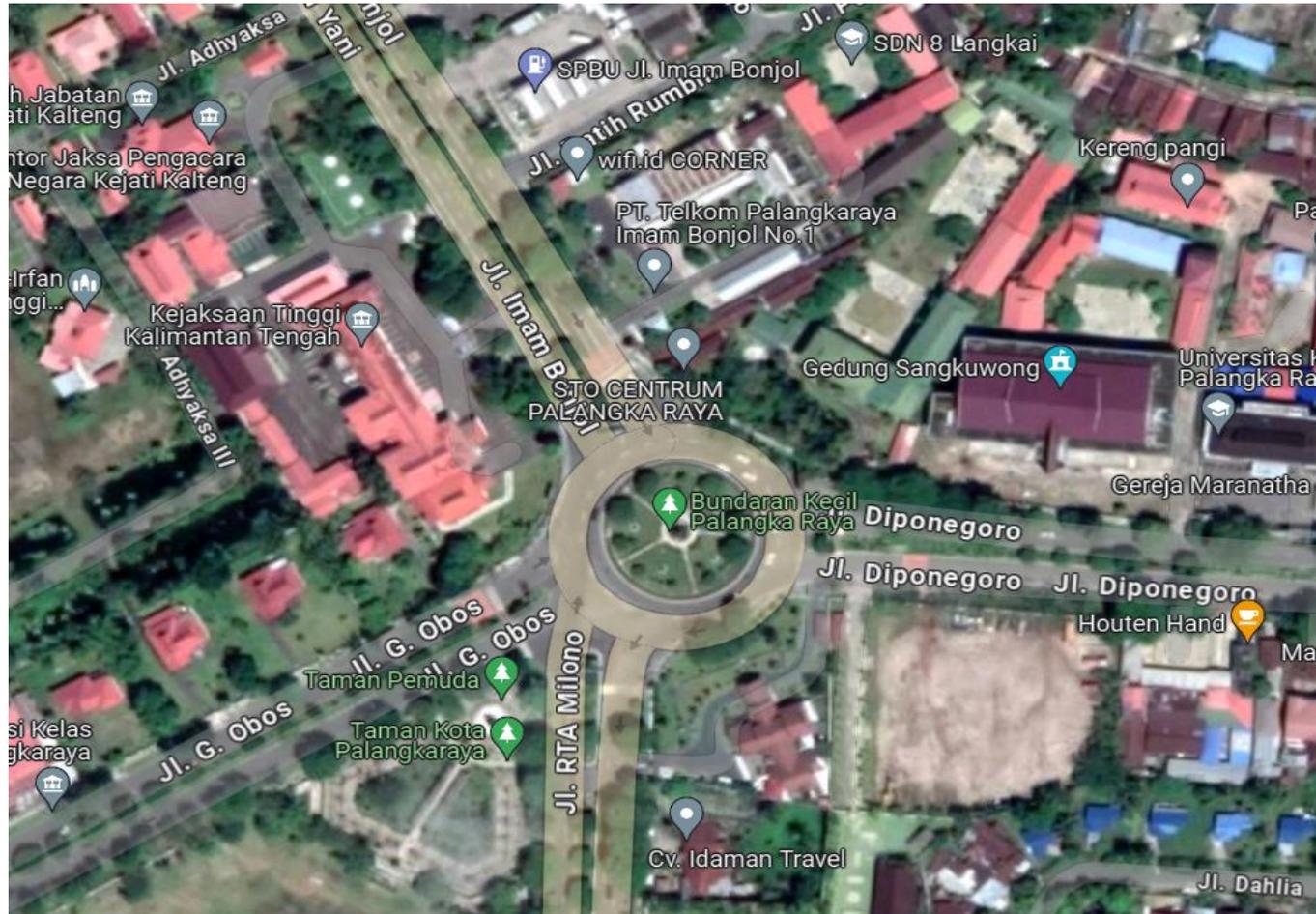
Tabel II. 4 Analisa Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Burung

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal		0						
Formulir SIG-1:		Kota		:PALANGKA RAYA						
GEOMETRI		Simpang		:Bundaran Burung						
PENGATURAN LALU LINTAS		Ukuran Kota		:294067						
LINGKUNGAN		Perihal		:						
		Periode		: Jam Sibuk Pagi - Sore						
FASE SINYAL YANG ADA										
				Waktu Siklus (detik) C : 101						
				Waktu Hilang Total LTI = Σ IG=						
				32						
Hijau	29	Hijau	29	Hijau	14					
Merah	75	Merah	75	Merah	90					
Kuning	5	Kuning	5	Kuning	5					
Diagram Fase :										
FASE 1	JL. RTA MILONO 3									
FASE 2	JL. RTA MILONO 2									
FASE 3	JL. IR. SOEWARNO									
FASE 4	JL. ADONIS SAMAD									
KONDISI LAPANGAN										
Kode Pendekat	Tipe Lingkungan jalan	Hambatan Samping	Median Ya/Tidak	Kelandaian (+/- %)	Belok Kiri Langsung (Bakar)	Jarak ke Kendaraan Parkir (m)	Lebar Pendekat (m)			
							pada awal lajur	pada garis henti	pada lajur belok kiri	pada lajur keluar
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	4,25	4,25	0	4,25
S	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	4,25	4,25	0	4,25
T	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	3,5	3,5	0	3,5
B	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	3,2	3,2	0	3,2

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Palangka Raya 2023

2. Simpang 4 Bundaran Kecil

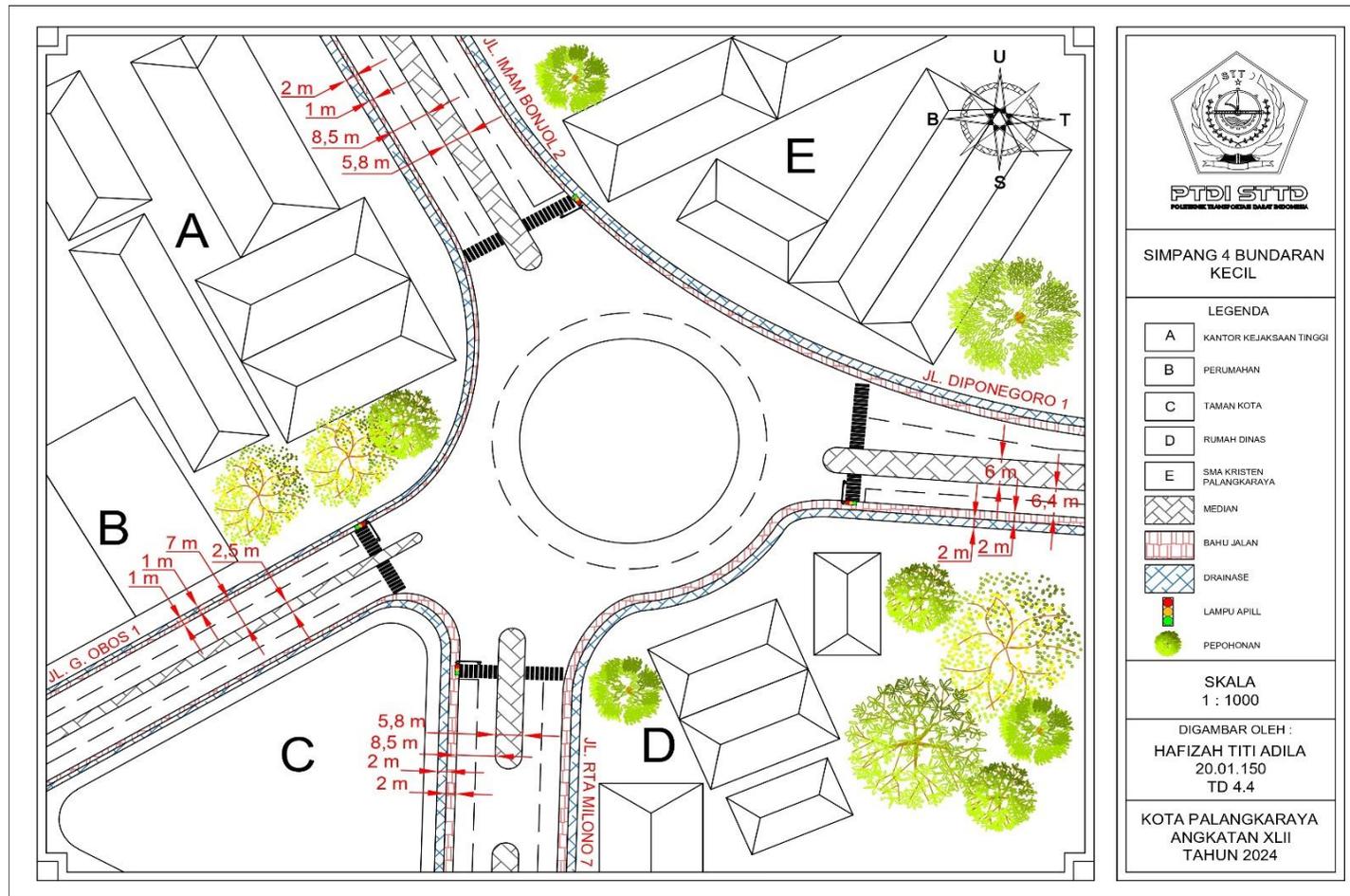
Simpang 4 Bundaran Kecil terletak pada ruas jalan arteri primer dan kolektor dengan tata guna lahan komersial serta hambatan samping sedang. Bundaran dengan 4 kaki simpang dimana 2 kaki simpang mayor serta 2 kaki simpang minor. Simpang 4 ini ramai dilalui kendaraan ringan maupun sedang karna titik persimpangan ini terletak di tengah Kota Palangka Raya. Simpang 4 Bundaran ini berada pada daerah komersial dan hambatan samping sedang karena disekitar ruas jalan nya terdapat perkantoran, kawasan Pendidikan, taman kota dan tempat ibadah. **Gambar II.6** dibawah ini merupakan gambar visualisasi kondisi eksisting Simpang 4 Bundaran Kecil Kota Palangka Raya:



Sumber: Google Maps 2023

Gambar II. 6 Gambar Simpang 4 Bundaran Kecil Tampak Atas

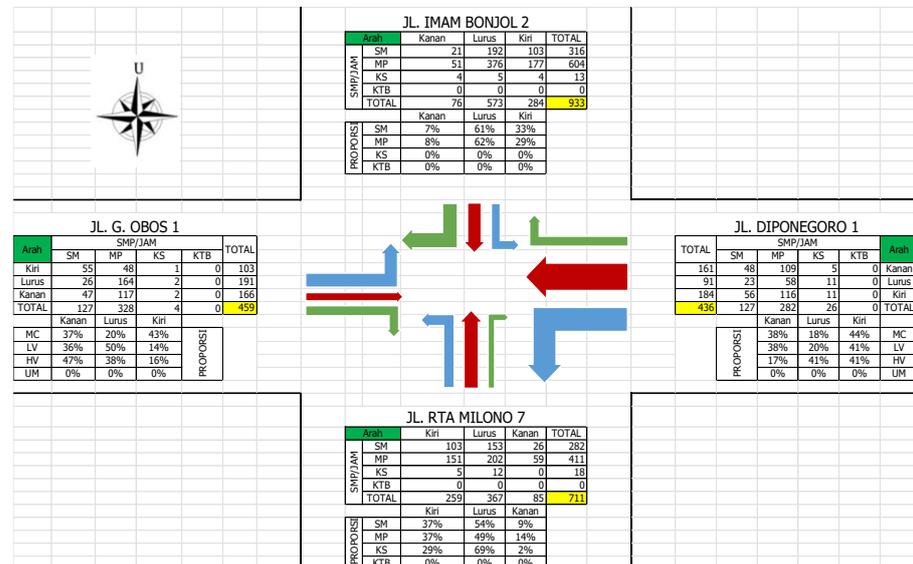
Simpang 4 Bundaran Kecil juga termasuk kedalam tipe bundaran R20-22 meskipun memiliki jari-jari bundaran kurang dari 25 m dan memiliki jumlah lajur masuk 1 dimasing-masing kaki simpang. Kaki simpang utara adalah Jalan Imam Bonjol 2 dengan tipe jalan 6/2 T (arteri) memiliki lebar efektif 17 m. Kaki pendekat timur adalah Jalan Diponegoro 1 dengan tipe jalan 4/2 T (kolektor) memiliki lebar efektif 12,8 m. Kaki pendekat Selatan adalah Jalan RTA Milono 7 dengan tipe jalan 6/2 T (arteri) memiliki lebar efektif 17 m. Sedangkan kaki pendekat barat adalah Jalan G Obos 1 dengan tipe jalan 4/2 T (kolektor) memiliki lebar efektif 14 m. **Gambar II.7** dibawah ini merupakan gambar geometrik Simpang 4 Bundaran Kecil Kota Palangka Raya kondisi eksisting:



Sumber: Hasil Analisis

Gambar II. 7 Gambar Geometrik Simpang 4 Bundaran Kecil

Pergerakan arus di Simpang 4 Bundaran Kecil dapat dilihat pada **Gambar II.8** diagram arus pola pergerakan dibawah. Pada ilustrasi dapat dilihat volume lalu lintas total tertinggi berasal dari kaki sebelah utara dengan volume 933 smp/jam. Untuk volume lalu lintas total terendah berasal dari kaki sebelah timur dengan volume 436 smp/jam.



Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Palangka Raya 2023

Gambar II. 8 Ilustrasi Pola Pergerakan pada Simpang 4 Bundaran Kecil

Tabel II.5 dibawah ini merupakan tabel hasil analisis Simpang 4 Bundaran Kecil kondisi eksisting yang telah dilakukan oleh Tim Praktek Kerja Lapangan Kota Palangka Raya tahun 2023:

Tabel II. 5 Analisa Bagian Jalinan Simpang 4 Bundaran Kecil

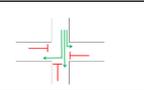
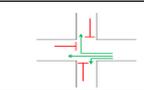
														Formulir SIG-V	
SIMPANG BERSINYAL										Tanggal					
Formulir SIG-V										:PALANGKA RAYA		0			
PANDANG ANTRIAN										Kota					
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI										:Bundaran Kecil					
TUNDAAN										Waktu Siklus		88			
Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas	Kapasitas	Derajat Kejuhan	Rasio Hijau	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian	Rasio Kendaraan Terhenti	Jumlah Kendaraan Terhenti	Tundaan			
	q	C	Dj	RH	NQ1	NQ2	Nq	NqMAX	PA	RKH	NKH	Tundaan lalu lintas rata-rata TL	Tundaan geometrik rata-rata TG	Tundaan rata-rata D = TL + TG	Tundaan Total D x Q
	SMP/jam	SMP/jam			SMP	SMP	SMP	SMP	m		SMP	det/smp	det/smp	det/smp	smp.det
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	777	1.490	0,52	0,02	0,05	18,88	18,93	18,93	45	0,89	694	42,96	3,75	46,71	36.300,07
S	566	1.491	0,38	0,02	-0,20	13,71	13,52	13,52	32	0,88	496	42,26	3,75	46,01	26.039,98
T	402	569	0,71	0,03	0,67	9,78	10,45	10,45	33	0,95	383	46,88	3,91	50,79	20.405,56
B	408	632	0,65	0,02	0,40	9,93	10,33	10,33	30	0,93	379	45,03	3,80	48,83	19.924,23
Bki / BKJT	631		0,56						44,53			46,88	3,91	50,8	32.068,50
Anus kor. Qkoreksi	98,76									Total	1.952			Total	134.738,34
Anus total Qtotal	2.153									Kendaraan terhenti rata-rata stoop/smp	0,91		Tundaan simpang rata-rata (det/smp)		62,58

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Palangka Raya 2023

Simpang 4 Bundaran Kecil memiliki derajat kejenuhan 0,56 dengan Panjang antrian 44,53 meter dan tundaan rata-rata 62,58 det/smp sehingga sesuai Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas, diidentifikasi tingkat pelayanan kinerja bundaran tersebut adalah F.

Selain itu, kendaraan dominan yang melintas adalah sepeda motor sebanyak 1746 kendaraan/jam atau 57% dari seluruh kendaraan di simpang 4 Bundaran Kecil. Simpang 4 bundaran ini memiliki 4 fase dan waktu siklus 88 detik. **Tabel II.6** berikut ini tabel hasil Analisa waktu siklus pada Simpang 4 Bundaran Kecil:

Tabel II. 6 Analisa Waktu Siklus dan Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Kecil

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal		0						
Formulir SIG-1:		Kota		:PALANGKA RAYA						
GEOMETRI		Simpang		:Bundaran Kecil						
PENGATURAN LALU LINTAS		Ukuran Kota		:294.067						
LINGKUNGAN		Perihal		:						
		Periode		: Jam Sibuk Pagi - Sore						
FASE SINYAL YANG ADA										
				Waktu Siklus (detik) s : 88						
				Waktu Hilang Total LTI = Σ IG = 24						
Hijau	30	Hijau	30	Hijau	15					
Merah	75	Merah	75	Merah	90					
Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3					
Diagram Fase :										
FASE 1	JL. IMAM BONJOL 2	30	3	3	75	111				
FASE 2	JL. RTA MILONO 7	30	30	3	3	45	111			
FASE 3	JL. DIPONEGORO 1	30	15	3	3	40	111			
FASE 4	JL. G. OBOS 1	30	15	3	3	40	111			
KONDISI LAPANGAN										
Kode Pendekat	Tipe Lingkungan jalan	Hambatan Sampung	Median Ya/Tidak	Kelandaian (+/- %)	Belok Kiri Langsung (Bkur)	Jarak ke Kendaraan Parkir (m)	Lebar Pendekat (m)			
							pada awal lajur	pada garis henti	pada lajur belok kiri	pada lajur keluar
							L	L _M	L _{BKUR}	L _K
							m	m	m	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	8,5	8,5	0	8,5
S	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	8,5	8,5	0	8,5
T	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	6,4	6,4	0	6,4
B	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	7	7	0	7

Sumber: Hasil Analisis Tim PKL Kota Palangka Raya 2023

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Jalan

Berdasarkan (Undang Undang Republik Indonesia Nomor 2, 2022) Pasal 1, Angka 1 yaitu, jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan penghubung, bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel, jalan lori, dan jalan kabel.

Sering sekali kita mendengar istilah jalan (Raharjo,N. 2022), yang merujuk pada prasarana transportasi darat yang digunakan sebagai prasarana kegiatan dalam masyarakat. Beberapa istilah jalan secara spesifik dapat diuraikan sebagai berikut (disesuaikan berdasarkan Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022):

1. Jalan Umum, yaitu jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas masyarakat umum, yang dikelompokka dalam beberapa jalan berikut:
 - a. Jalan Arteri: Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - b. Jalan Kolektor: Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - c. Jalan Lokal: Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
 - d. Jalan Lingkungan: Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.
2. Jalan Khusus, yaitu jalan yang dibangun hanya untuk akses keluar masuk secara terbatas pada suatu komunitas atau golongan tertentu saja (tidak

terbuka secara umum, dan tidak digunakan oleh masyarakat secara umum).

3. Jalan Bebas Hambatan, yaitu jalan arteri dengan pembatasan secara penuh akses jalan masuk, termasuk di sini adalah jalan tol.

3.2 Persimpangan

Persimpangan (Ramadhani, R., & Lestari, L. (2017). adalah suatu bentuk pertemuan jalan, dimana pada setiap mulut simpangan (akhir jalan/pertemuan dengan jalan lain) memiliki pergerakan lalu lintas, karakteristik dan pergerakan geometrik, geometrik jalan dan konflik-konflik tertentu yang terjadi pada suatu persimpangan.

Persimpangan menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023) pertemuan dua atau lebih ruas jalan, dapat berupa simpang atau simpang APILL atau bundaran atau simpang tidak sebidang. Sedangkan Menurut (Tamin, 2000), persimpangan merupakan suatu daerah atau ruang yang digunakan sebagai tempat pertemuan dua atau lebih ruas jalan yang saling bertemu atau bersilangan mulai dari yang sederhana hingga yang kompleks. Menurut (AASHTO, 2001), persimpangan didefinisikan sebagai lokasi dimana dua atau lebih jalan dapat bergabung atau bersimpangan, termasuk juga fasilitas jalan dan tepi jalan yang digunakan untuk pergerakan lalu lintas di titik tersebut. Menurut (Khisty and B 2005), persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisah dan sesuai sistem jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya.

Berdasarkan (PP No 43 Tahun Tentang Prasarana Dan Lalu Lintas Jalan, 1993) menyebutkan bahwa Persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun yang tidak sebidang. Yang termasuk dalam pengertian persimpangan adalah pertigaan (simpang tiga), perempatan (simpang empat), perlimaan (simpang lima), persimpangan

bentuk bundaran, dan persimpangan tidak sebidang, namun tidak termasuk persilangan sebidang dengan rel kereta api.

Menurut (Abubakar, 1995) persimpangan jalan adalah simpul pada jaringan jalan tempat jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan perpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan adalah merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan. Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki, oleh karena itu persimpangan jalan merupakan aspek yang penting dalam pengendalian lalu lintas. Masalah utama pada persimpangan adalah:

1. Volume dan kapasitas, yang secara langsung mempengaruhi hambatan
2. Desain geometrik, dan kebebasan pandang
3. Kecelakaan dan keselamatan jalan, kecepatan, lampu jalan
4. Parkir, akses dan pembangunan yang sifatnya umum
5. Pejalan kaki
6. Jarak antar persimpangan

Dalam (Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2015) tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dijelaskan bahwa pengendalian lalu lintas pada persimpangan dapat berupa:

7. Pengendalian dengan simpang prioritas.
8. Pengendalian dengan simpang ber APILL.
9. Pengendalian dengan simpang ber APILL yang dilengkapi dengan aturan belok kiri langsung.
10. Pengendalian dengan simpang ber APILL otonom adaptif.
11. Pengendalian simpang dengan system APILL Terkoordinasi (Area Traffic Control System).
12. Pengendalian simpang dengan bundaran.

13. Pengendalian simpang dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan lalu lintas (Intellegent Transportation System/ITS)
14. Pengendalian simpang dengan penerapan marka kotak kuning di persimpangan.
15. Pengendalian simpang dengan penyediaan ruang henti khusus sepeda motor di persimpangan.

3.3 Penentuan Pengendalian Persimpangan

Menurut (Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Perkotaan, 1999), pergerakan kendaraan di persimpangan dibagi menjadi empat jenis dasar alih gerakan, yaitu :

1. Merging (Bergabung)

Merging merupakan kondisi lalu lintas dimana kendaraan yang berasal dari beberapa jalur yang berbeda bergabung ke dalam satu lajur yang sama.

2. Weaving (Bersilangan)

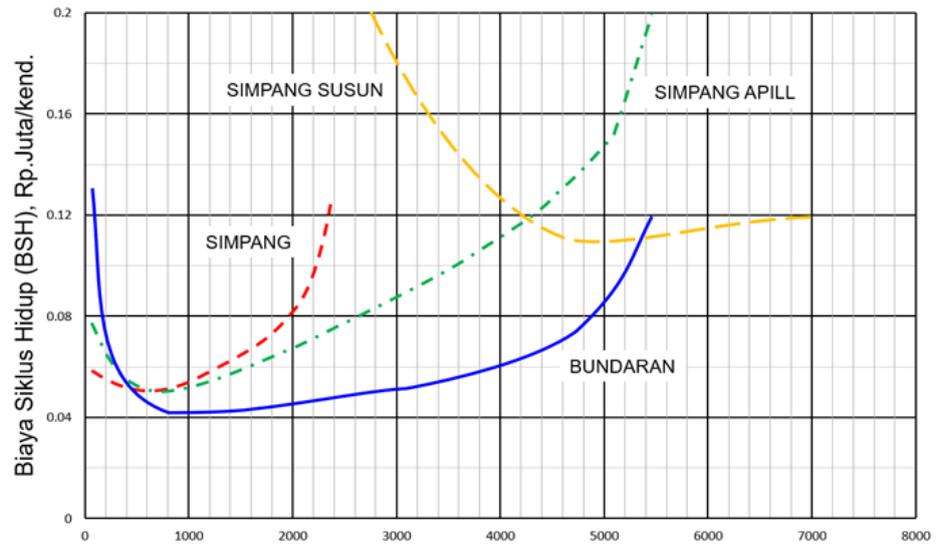
Weaving adalah gerakan pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih dimana kendaraan akan memisah kemudian bergabung atau gerakan berpisah dari beberapa kendaraan dalam satu ruas jalan.

3. Diverging (Berpencar)

Diverging adalah kondisi lalu lintas dimana kendaraan melakukan pergantian jalur ke jalur lainnya atau gerakan membelok kendaraan.

4. Crossing (Berpotongan)

Crossing adalah gerakan memotong suatu kendaraan terhadap kendaraan lain dari arah yang bersilangan pada suatu persimpangan. Gerakan ini paling berbahaya dan paling sering menimbulkan konflik di persimpangan. Dalam menentukan jenis pengaturan pengendalian persimpangan, menggunakan pedoman yang berdasarkan volume lalu lintas pada masing-masing kaki simpang. Berikut adalah gambar penentuan pengendalian persimpangan:



Sumber : (PKJI, 2023)

Gambar III. 1 Kriteria Pengendalian Simpang

Kinerja simpang menggunakan parameter derajat kejenuhan (Degree of Saturation), antrian dan tundaan. Untuk menentukan nilai parameter tersebut sebelumnya harus ditentukan jenis pengendalian simpangnya. Untuk menentukan nilai derajat kejenuhan simpang maka terlebih dahulu menentukan kapasitas simpangnya.

a. Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang bersinyal dinyatakan sebagai berikut:

$$C = J \times \frac{w_H}{s}$$

Sumber : (PKJI, 2023)

Rumus III. 1 Kapasitas Simpang Bersinyal

Keterangan:

- C = kapasitas Simpang APILL, dalam SMP/jam.
- J = arus jenuh, dalam SMP/jam.
- Wh = total waktu hijau dalam satu siklus, dalam detik.
- S = waktu siklus, dalam detik

b. Penentuan Arus Jenuh

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

Sumber : (PKJI, 2023)

Rumus III. 2 Arus Jenuh

Keterangan :

F_{HS} = faktor koreksi J_0 akibat hambatan samping lingkungan jalan

F_{UK} = faktor koreksi J_0 terkait ukuran kota

F_G = faktor koreksi J_0 akibat kelandaian memanjang pendekat

F_P = faktor koreksi J_0 akibat adanya jarak garis henti pada mulut pendekat terhadap kendaraan yang parkir pertama

c. Waktu Siklus

$$S = \frac{(1,5 \times w_{HH} + 5)}{(1 - \sum R_{q/J \text{ kritis}})}$$

Sumber : (PKJI, 2023)

Rumus III. 3 Waktu Siklus

Keterangan:

S = waktu siklus, dalam detik.

w_{HH} = jumlah waktu hijau hilang per siklus, dalam detik.

$R_{q/J}$ = rasio arus, yaitu arus dibagi arus jenuh, q/J

d. Waktu Hijau

$$w_{Hi} = (s - w_{HH}) \times \frac{R_{q/J \text{ kritis}}}{\sum_i (R_{q/J \text{ kritis}})_i}$$

Sumber : (PKJI, 2023)

Rumus III. 4 Waktu Hijau

Keterangan :

w_{Hi} = waktu hijau pada fase i , detik.

I = indeks untuk fase ke i .

3.4 Kinerja Lalu Lintas Sempang APILL

a. Arus Lalu Lintas dan EMP

$$q_{JP} = LHRT \times K$$

Sumber : (PKJI, 2023)

Rumus III. 5 Arus Lalu Lintas dan EMP

Keterangan:

LHRT = lalu lintas harian rata-rata tahunan, dinyatakan dalam SMP/hari.

K = faktor jam perencanaan, ditetapkan dari kajian fluktuasi arus lalu lintas jam-jam selama satu tahun. Nilai K yang dapat digunakan untuk jalan perkotaan berkisar antara 7% sampai dengan 12%.

Tabel III. 1 Ekuivalensi mobil penumpang (EMP)

Jenis kendaraan	EMP untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
MP	1,00	1,00
KS	1,30	1,30
SM	0,15	0,40

Sumber : (PKJI, 2023)

b. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan ditetapkan sebagai :

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

Sumber : (PKJI, 2023)

Rumus III. 6 Derajat Kejenuhan

Keterangan :

D_j = derajat kejenuhan

Q = arus lalu lintas total ($Q_{smp} = Q_{kend} \times F_{smp}$) C

C = kapasitas

c. Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian kendaraan (SMP) pada awal isyarat lampu hijau (N_q) dihitung sebagai jumlah kendaraan terhenti (SMP) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (N_{q1}) ditambah jumlah kendaraan (SMP) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah (N_{q2}).

$$N_q = N_{q1} + N_{q2}$$

Sumber : (PKJI, 2023)

Rumus III. 7 Panjang Antrian

1) Rasio Kendaraan Henti (R_{KH})

Rasio kendaraan henti (R_{KH}) adalah rasio kendaraan pada pendekatan yang harus berhenti ditentukan dengan rumus dibawah ini :

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600$$

Sumber : (PKJI, 2023)

Rumus III. 8 Rasio kendaraan henti

Keterangan :

- N_q = jumlah rata-rata antrian kendaraan pada awal isyarat hijau
- s = waktu siklus (det)
- q = arus lalu lintas dari pendekatan yang ditinjau (SMP/jam)

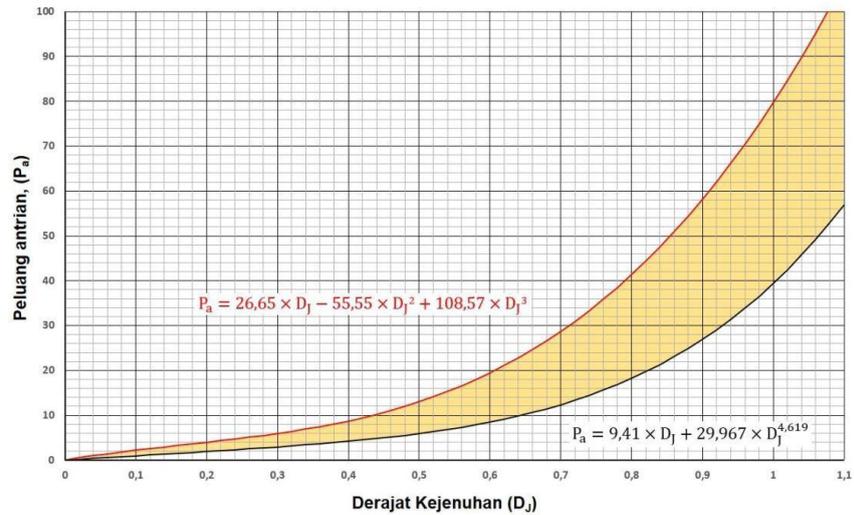
2) Jumlah rata-rata kendaraan berhenti (N_{KH})

N_{KH} adalah jumlah berhenti rata-rata per kendaraan sebelum melewati suatu simpang APILL. Ditentukan dengan rumus dibawah ini:

$$N_{KH} = q \times R_{KH}$$

Sumber : (PKJI, 2023)

Rumus III. 9 Jumlah rata-rata kendaraan berhenti



Sumber : (PKJI, 2023)

Gambar III. 2 Grafik Peluang Antrian

d. Tundaan Lalu Lintas Simpang (T_{LL})

Untuk menghitung tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. T_{LL} adalah tundaan yang disebabkan oleh interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas. Bedakan T_{LL} dari seluruh simpang, dari jalan mayor saja atau jalan minor saja. T_G adalah tundaan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan yang terganggu saat kendaraan-kendaraan membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti. T dihitung menggunakan Persamaan:

$$\bar{T} = T_{LL} + T_G$$

Sumber: (PKJI, 2023)

untuk $D_j \leq 0,6$

$$T_{LL} = 2 + 8,2078 \times D_j - (1 - D_j)^2$$

Sumber: (PKJI, 2023)

Untuk $D_j \geq 0,6$

$$T_{LL} = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 D_j)} - (1 - D_j)^2$$

Sumber: (PKJI, 2023)

e. Tundaan Lalu Lintas Jalan Mayor (T_{LLma})

Tundaan lalulintas jalan utama adalah tundaan lalu lintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama.

untuk $D_j \leq 0,6$

$$T_{LLma} = 1,8000 + 5,8234 \times D_j - (1 - D_j)^{1,8}$$

Sumber: (PKJI, 2023)

untuk $D_j \geq 0,6$

$$T_{LLma} = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 D_j)} - (1 - D_j)^{1,8}$$

Sumber: (PKJI, 2023)

f. Penentuan Tundaan Lalu lintas Jalan Minor (T_{LLmi})

Tundaan lalu lintas jalan minor rata-rata ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata.

$$T_{LLmi} = \frac{(qKB \times TLL) - (qMA \times TLLma)}{qmi}$$

Sumber: (PKJI, 2023)

g. Tundaan Geometri Simpang (T_G)

Tundaan geometri simpang adalah tundaan geometri rata-rata seluruh kendaraan bermotor masuk simpang.

untuk $D_j < 1,0$

$$T_G = (1 - D_j) \times \{6 R_B + 3(1 - R_B)\} + 4 D_j$$

Sumber: (PKJI, 2023)

untuk $D_j > 1$: $T_G = 4$ detik/SMP

3.5 Tingkat Pelayanan

Dalam Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dijelaskan bahwa tingkat pelayanan adalah sebagai ukuran kuantitatif dan kualitatif yang digunakan untuk menggambarkan kondisi operasional lalu lintas. Tingkat pelayanan harus memenuhi standar indikator:

1. Rasio antara volume dan kapasitas jalan
2. Kecepatan yang merupakan kecepatan batas atas dan kecepatan batas bawah yang ditetapkan berdasarkan kondisi daerah
3. Waktu perjalanan
4. Kebebasan bergerak
5. Keamanan
6. Keselamatan

7. Ketertiban
8. Kelancaran
9. Penilaian pengemudi terhadap kondisi arus lalu lintas

Dalam Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas juga dijelaskan bahwa tingkat pelayanan pada persimpangan dikategorikan atas:

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik perkendaraan.
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan.
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan antara lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan.
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan.
5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik perkendaraan.
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik perkendaraan.

Sedangkan tingkat pelayanan persimpangan yang diinginkan pada ruas jalan system jaringan jalan primer sesuai fungsinya, meliputi:

1. Jalan arteri primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B.
2. Jalan kolektor primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B.
3. Jalan lokal primer, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C.
4. Jalan tol, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B.

Untuk tingkat pelayanan yang diinginkan pada ruas jalan pada system jaringan jalan sekunder sesuai fungsinya meliputi:

1. Jalan arteri sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C.
2. Jalan kolektor sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C.
3. Jalan lokal sekunder, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D.
4. Jalan lingkungan, tingkat pelayanan sekurang-kurangnya D.

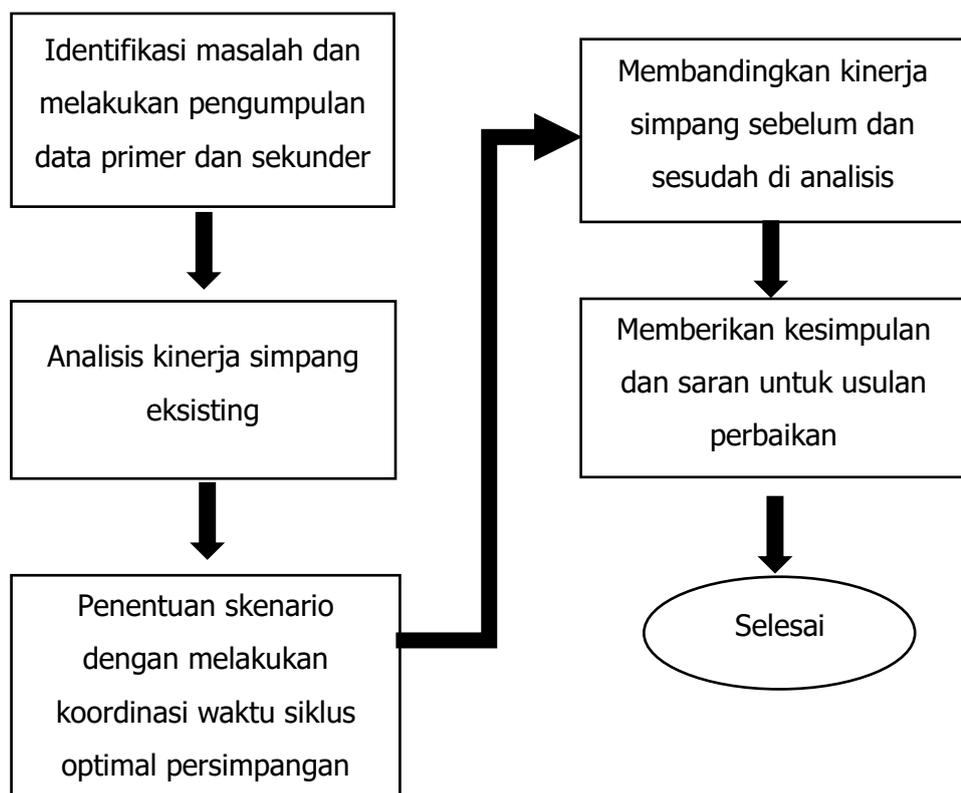
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Desain penelitian dibuat agar penulis lebih mudah dalam memahami proses maupun tahapan dalam pengerjaan penelitian ini. Tahap penelitian yang dilakukan untuk peningkatan kinerja simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil di Kota Palangka Raya. Dalam proses pengerjaan penelitian ini akan dijelaskan secara urutan serta proses penelitian dari awal hingga akhir.

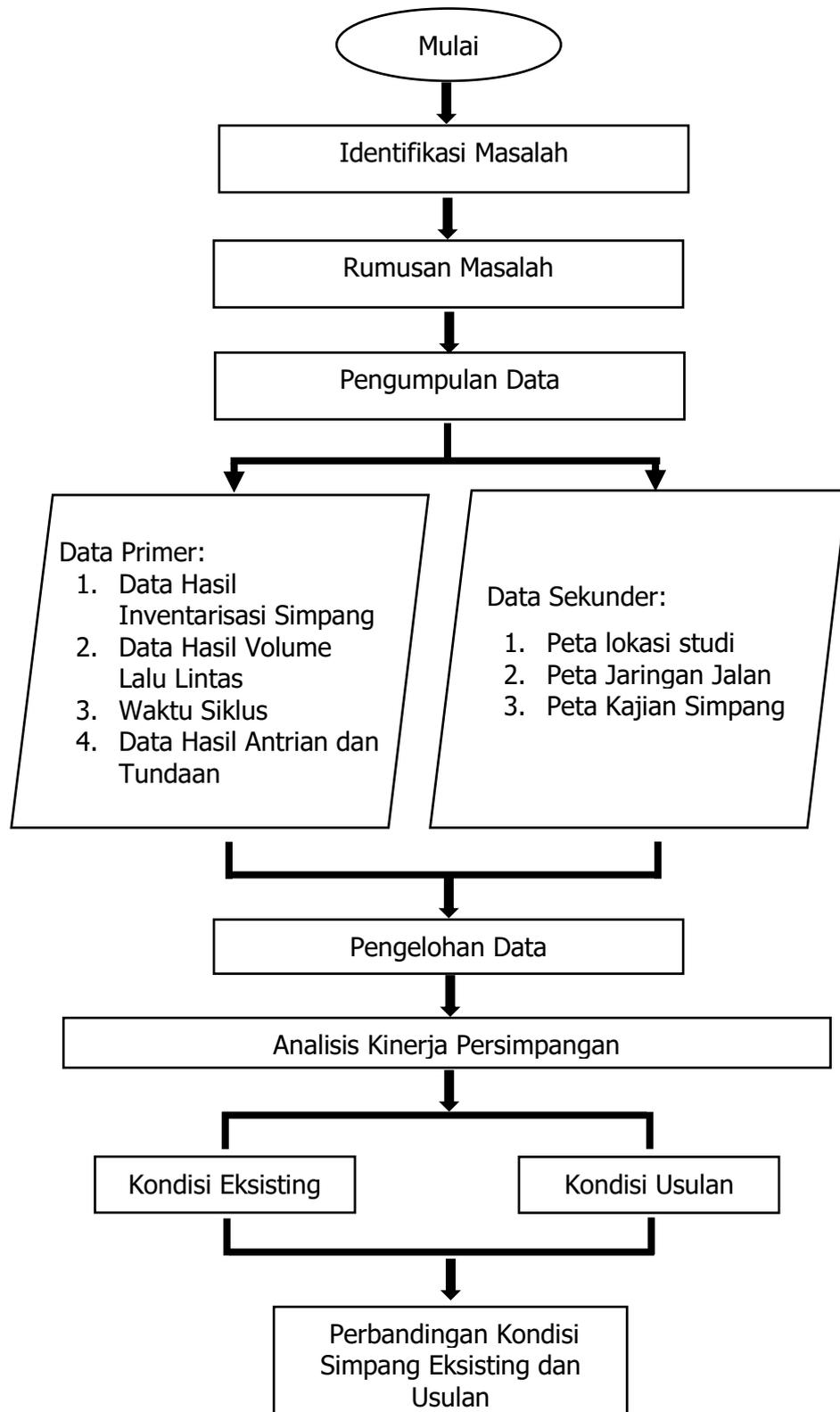
1. Alur Pikir Penelitian

Pada alur penelitian ini akan dijelaskan proses-proses penelitian termasuk masukan sampai keluaran yang diharapkan penulis.



Gambar IV. 1 Alur Pikir Penelitian

2. Bagan Alir Penelitian





Gambar IV. 2 Bagan Alir Penelitian

4.2 Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian pengumpulan data yaitu pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Pengumpulan data meliputi berbagai informasi berkaitan dengan data yang diperlukan secara lengkap mengenai kondisi wilayah studi.

1. Pengumpulan Data Sekunder

Adapun data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

- a. Data jaringan jalan, data ini didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Palangka Raya

2. Pengumpulan Data Primer

Data primer pada umumnya diperoleh dari hasil survei-survei yang dilakukan secara langsung dilokasi wilayah kajian untuk mendapatkan data persimpangan.

a. Survei Inventarisasi

Survei inventarisasi persimpangan ini dilakukan untuk mengetahui kondisi persimpangan eksisting yaitu kondisi fisik persimpangan yang meliputi tipe persimpangan, bahu jalan, median, alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL), rambu dan marka jalan serta perlengkapan persimpangan lainnya. Untuk survei inventarisasi pada bundaran yaitu mengidentifikasi lebar pendekat, lebar jalinan, kelas ukuran kota, tipe lingkungan jalan, hambatan samping.

Survei ini dilakukan dengan cara mengamati, mengukur dan mencatat data pada formulir survei, sesuai dengan target data yang akan diambil. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan survei ini

adalah pengukuran langsung terhadap semua perlengkapan yang terdapat pada persimpangan dan bundaran.

Target data:

- 1) Panjang dan lebar jalan
- 2) Tipe bundaran
- 3) Lebar pendekat
- 4) Lebar jalinan
- 5) Lebar masuk rata-rata
- 6) Panjang jalinan
- 7) Kondisi tata guna lahan
- 8) Hambatan samping
- 9) Prasarana jalan lainnya

Peralatan survei:

- 1) Walking Measure
- 2) Roll meter
- 3) Clip Board dan alat tulis
- 4) Formulir survey

b. Survei Gerakan Membelok Terklasifikasi

Survei pencacahan gerakan membelok terklasifikasi (*Classified Turning Moving Counting*) digunakan untuk mendapatkan data volume lalu lintas di persimpangan sehingga dapat mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas pada suatu persimpangan, dalam hal ini yaitu Bundaran Burung dan Bundaran Kecil. Tujuan dari survei ini adalah untuk mengetahui derajat kejenuhan, tundaan lalu lintas, dan peluang antrian. Adapun peralatan yang digunakan dalam survei gerakan membelok terklasifikasi adalah sebagai berikut:

- 1) Counter
- 2) Clip Board dan alat tulis
- 3) Formulir survei
- 4) Stopwatch

Survei gerakan membelok terklasifikasi dilaksanakan dengan cara menempatkan surveyor pada setiap kaki bundaran dengan padangan

ke arah bundaran yang jelas tanpa terhalang dan menghitung kendaraan sesuai dengan klasifikasi pergerakan baik lurus, belok kiri, ataupun belok kanan. Jumlah kendaraan dihitung untuk setiap interval waktu 15 menit selama 2 jam sibuk.

c. Survei Antrian dan Tundaan

Untuk mengetahui data jumlah antrian dan waktu tundaan dilakukan Survei Antrian dan Tundaan di masing-masing simpang.

Tata cara survei:

- 1) Surveyor menempati titik-titik kaki persimpangan yang dapat mengamati panjang antrian kendaraan dan memiliki acuan dalam menentukan panjang antrian seperti tiang Listrik maupun tiang lampu penerangan jalan umum dan jumlah kendaraan yang ada dalam tundaan.
- 2) Masing- masing surveyor dapat mencatat Panjang antrian (meter) dan jumlah kendaraan yang masuk dalam tundaan
- 3) Kendaraan dihitung untuk setiap interval waktu 15 detik, selama 5 menit pada waktu peak.

Peralatan survei:

- 1) Counter
- 2) Clip Board dan alat tulis
- 3) Formulir survei
- 4) Stopwatch

d. Survei Waktu Siklus

Survei waktu siklus dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu hijau, merah dan kuning pada tiap kaki persimpangan tersebut. Cara melakukan survei ini dengan mengamati dan mencatat lama waktu hijau, merah, dan kuning pada setiap fase disimpang yang dikaji.

Peralatan survei:

- 1) Stopwatch
- 2) Clip Board dan alat tulis

4.3 Sumber Data

Dalam penulisan skripsi ini penulis memperoleh data dari kegiatan Praktek Kerja Lapangan (PKL) yang dilaksanakan selama 3 bulan di Kota Palangka Raya. Dalam waktu 3 bulan tersebut Tim Praktek Kerja Lapangan Kota Palangka Raya mengumpulkan data primer maupun data sekunder yang diperlukan untuk Menyusun Laporan Umum.

Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil survei Tim PKL secara langsung di daerah kajian Kota Palangka Raya. Sedangkan data sekunder merupakan data yang dikumpulkan berasal dari pihak atau instansi terkait.

4.4 Teknik Analisa Data

Metode analisis kinerja simpang dilakukan untuk mengetahui kinerja dari Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil. Analisis skenario usulan upaya peningkatan kinerja Simpang 4 Bundaran Burung dan Bundaran Kecil berpedoman pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023).

1. Parameter kinerja simpang yaitu derajat kejenuhan, tundaan, dan antrian. Untuk menentukan nilai parameter tersebut harus menentukan jenis pengendalian simpangnya terlebih dahulu. Kemudian untuk menentukan nilai derajat kejenuhan simpang harus menentukan kapasitas simpangnya.
2. Data yang dibutuhkan untuk perhitungan kapasitas pada simpang bersinyal yaitu pendekat masuk, lebar median, ukuran kota/kabupaten, tata guna lahan sekitar, persentase belok kiri dan kanan untuk dihitung kapasitas simpangnya.
3. Tahap selanjutnya adalah menentukan volume simpang yang diperoleh dari survei Gerakan Membelok (Classified Turning Movement Counting). Kemudian dengan membagi nilai volume dengan kapasitas dapat menentukan nilai derajat kejenuhannya.
4. Tundaan simpang terdiri dari tundaan lalu lintas dan tundaan geometri. Jumlah dari kedua nilai tundaan tersebut akan menghasilkan tundaan rata-rata pendekat simpang. Pada simpang bersinyal dapat ditentukan panjang antriannya.

5. Analisis kinerja simpang diukur dari derajat kejenuhan, Panjang antrian, tundaan serta dari segi pengguna jalan. Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan kinerja eksisting simpang meliputi: arus jenuh yang disesuaikan, kapasitas simpang, derajat kejenuhan, angka henti kendaraan, tundaan dan antrian.
6. Penentuan skenario untuk persimpangan yakni dengan sistem peningkatan kinerja simpang dengan opsi persinyalan atau waktu siklus yang optimal untuk simpang, opsi atau pilihan untuk skenario penerapan:
 - a. Kondisi eksisting
 - b. Kondisi usulan
7. Selanjutnya melakukan perbandingan kinerja simpang eksisting dan usulan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan kinerja sebelum dilakukan peningkatan kinerja dengan setelah dilakukan peningkatan kinerja. Indikator yang dijadikan perbandingannya yaitu derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan rata-rata. Setelah dilakukan perbandingan maka dapat ditentukan skenario yang menjadi rekomendasi terbaik dan lebih tepat diterapkan pada persimpangan tersebut.
8. Penarikan Kesimpulan

Selanjutnya penarikan kesimpulan dari seluruh Analisa data dalam penentuan peningkatan kinerja simpang di Kota Palangka Raya.

4.5 Lokasi dan Jadwal Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah dengan wilayah studi kasus:

- a. Simpang 4 Bundaran Burung
- b. Simpang 4 Bundaran Kecil

2. Waktu Penelitian

Berikut merupakan jadwal penelitian, dapat dilihat pada

NO	NAMA KEGIATAN	WAKTU PELAKSANAAN																						
		FEBRUARI				MARET				APRIL				MEI				JUNI				JULI		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	Bimbingan Skripsi																							
2	Seminar Proposal Skripsi																							
3	Seminar Progres Skripsi																							
4	Seminar Akhir Skripsi I																							
5	Seminar Akhir Skripsi II																							
6	Seminar Ulang Akhir Skripsi																							
7	Pengumpulan Skripsi Akhir																							

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kinerja Simpang Eksisting

Perhitungan kinerja simpang saat kondisi eksisting dilakukan dengan menggunakan panduan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Berikut hasil perhitungan kondisi eksisting yang diperoleh:

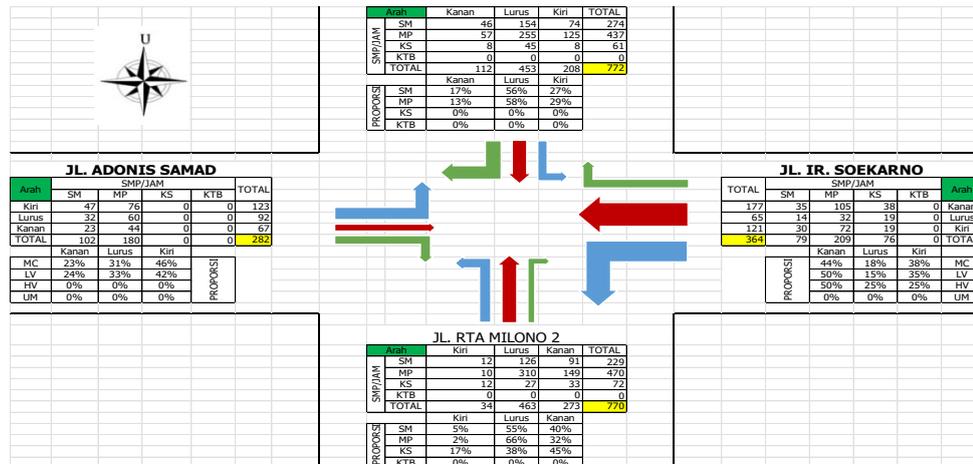
1. Simpang 4 Bundaran Burung

Simpang 4 Bundaran Burung merupakan simpang yang berada di ruas jalan ruas jalan arteri primer dan lokal dan merupakan simpang APILL dengan tipe 422. Tata guna lahan disekitar simpang ini berupa kawasan pertokoan, tempat ibadah, SPBU dan lahan hijau. Adapun diagram arus untuk Simpang 4 Bundaran Burung dapat dilihat pada **Tabel** sebagai berikut:

Tabel V. 1 Arus Simpang 4 Bundaran Burung

Lengan Pendekat	Nama Jalan	Arus Lalu Lintas
		smp/jam
Utara	Jl. RTA Milono 3	663
Selatan	Jl. RTA Milono 2	710
Timur	Jl. IR. Soekarno	395
Barat	Jl. Adonis Samad	244

Dari **Tabel V. 1** diketahui bahwa arus terbanyak pada Simpang 4 Bundaran Burung berasal dari pendekat Selatan dengan total volume 710 smp/jam. Lebih jelas diagram arusnya dapat dilihat pada **Gambar V. 1** berikut ini.



Gambar V. 1 Diagram Arus Simpang 4 Bundaran Burung

Simpang 4 Bundaran Burung memiliki rincian lebar pendekat seperti pada **Tabel V. 2** berikut:

Tabel V. 2 Lebar Efektif Pendekat Simpang 4 Bundaran Burung

Nama Simpang	Lebar Pendekat	Lebar Efektif (Le) (m)
Simpang 4 Bundaran Burung	Utara (Jl. RTA Milono 3)	8,5 meter
	Selatan (Jl. RTA Milono 2)	8,5 meter
	Timur (Jl. IR. Soekarno)	7 meter
	Barat (Jl. Adonis Samad)	6,4 meter

Lebar terbesar berada pada pendekat Utara dan Selatan sebesar 8,5 meter. Selain itu waktu siklus dan fase pada Simpang 4 Bundaran Burung pada **Tabel V. 3** sebagai berikut:

Tabel V. 3 Waktu Siklus Simpang 4 Bundaran Burung

Kaki	Fase	Hijau	Kuning	Merah	Waktu Siklus Per Fase
Utara	1	29	5	75	109
Selatan	3	29	5	75	
Timur	2	14	5	90	
Barat	4	14	5	90	

Berikut fase dan siklus untuk Simpang 4 Bundaran Burung dapat dilihat pada **Tabel V. 4** dan **Gambar V. 2** dibawah ini:

Tabel V. 4 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Burung

FASE SINYAL YANG ADA						Waktu Siklus (detik)		
								C : 104
						Waktu Hilang Total		
						LTI = Σ IG =		32
Hijau	29	Hijau	29	Hijau	14	Hijau	14	
Merah	75	Merah	75	Merah	90	Merah	90	
Kuning	5	Kuning	5	Kuning	5	Kuning	5	

FASE 1	JL. RTA MILONO 3	29	5	3	75			
FASE 2	JL. RTA MILONO 2	30			29	5	3	45
FASE 3	JL. IR. SOEWARNO	50			14	5	3	40
FASE 4	JL. ADONIS SAMAD	90			14	5	3	

Gambar V. 2 Diagram Siklus Simpang 4 Bundaran Burung

Terdapat beberapa indikator dalam menentukan kinerja persimpangan diantaranya derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Hasil indikator kinerja tersebut dapat digunakan untuk menentukan baik buruknya persimpangan yang dilihat dari Tingkat Pelayanan. Dalam menentukan indikator tersebut, diperlukan beberapa langkah terlebih dahulu seperti menghitung Arus Jenuh yang disesuaikan, dan Kapasitas.

a. Arus Jenuh Dasar

Perhitungan kapasitas diperlukan nilai arus jenuh yang disesuaikan. Adapun perhitungan untuk menghitung arus jenuh dasar memiliki perbedaan antara tipe simpang terlawan dan tipe simpang terlindungi.

1) Arus Jenuh Dasar Terlindungi

Contoh perhitungan arus jenuh dasar tipe pendekat terlindungi:

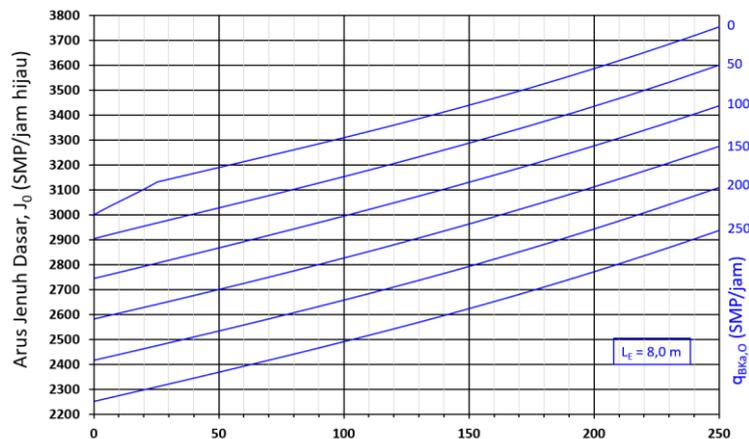
$$J_0 = 600 \times L_E$$

$$J_0 = 600 \times 8,5$$

$$J_0 = 5.100 \text{ smp/jam}$$

2) Arus Jenuh Terlawan

Dalam menghitung arus jenuh terlawan dilihat dari L_E , q_{BKa} , dan q_{BKa0} yang disesuaikan dengan grafik dibawah ini.



Gambar V. 3 Grafik Arus Jenuh Dasar

Contoh Perhitungan:

Diketahui pendekat Selatan memiliki $q_{BKa} = 221$ smp/jam, dan $q_{BKa,0} = 450$ smp/jam. Berdasarkan grafik diketahui $J_0 = 5100$ smp/jam.

Berikut ini merupakan perhitungan arus jenuh dasar pada pendekat lainnya pada Simpang 4 Bundaran Burung.

Tabel V. 5 Arus Jenuh Dasar Simpang 4 Bundaran Burung

Pendekat	Tipe	Le	qBKA	Qbka.O	J0 (smp/jam)
Utara	Terlindung	8,5	221	450	5100
Selatan	Terlindung	8,5	307	392	5100
Timur	Terlindung	7	210	145	4200
Barat	Terlindung	6,4	82	260	3840

b. Arus Jenuh yang disesuaikan

Langkah selanjut berikutnya setelah diketahui arus jenuh dasar masing-masing pendekat dalam menghitung kinerja yaitu menghitung arus jenuh yang disesuaikan dengan perhitungan berikut:

1) Arus Jenuh dasar (J_0)

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKa}$$

Nilai J_0 didapat dari perhitungan pada subbab a.

2) Faktor Koreksi Hambatan samping (FHS)

Faktor penyesuaian hambatan samping didapatkan dari rasio kendaraan tidak bermotor, lingkungan jalan, hambatan samping dan tipe fasenya.

Tabel V. 6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping	F _{HS} untuk nilai R _{KTB}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Contoh perhitungan: Pendekat Timur memiliki rasio kendaraan 0,00 tak bermotor dengan lingkungan jalan mayoritas wilayah komersial pertokoan, hambatan samping sedang dan merupakan fase terlindung maka nilai F_{HS} nya yaitu 0,94.

3) Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

Nilai FUK merupakan jumlah penduduk suatu kota yang disesuaikan dengan ketentuan dari PKJI.

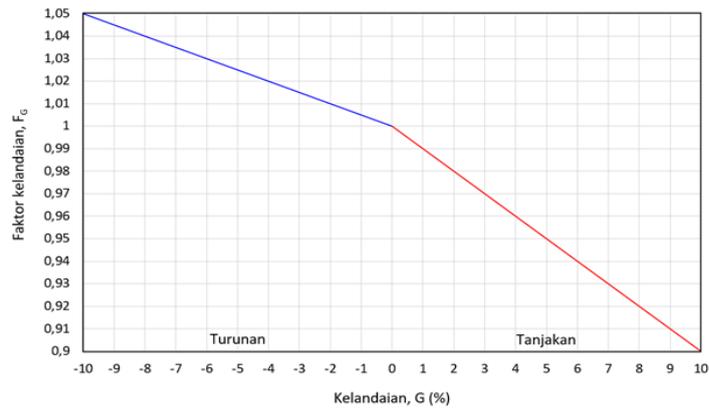
Tabel V. 7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran kota	Populasi penduduk, juta jiwa	FUK
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1–0,5	0,88
Sedang	0,5–1,0	0,94
Besar	1,0–3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

Kota Palangka Raya memiliki jumlah penduduk sebesar 295.677 jiwa, maka faktor penyesuaian ukuran kota 0,88.

4) Faktor Kelandaian (FG)

Faktor kelandaian disesuaikan dengan kondisi kemiringan permukaan tanah berupa datar, menurun atau menanjak yang ditunjukkan dalam grafik berikut ini



Gambar V. 4 Faktor Penyesuaian Kelandaian

Contoh: Simpang 4 Bundaran Burung berada dipermukaan tanah datar sehingga nilai F_G nya yaitu 1.

5) Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Faktor penyesuaian parkir didapatkan menggunakan perhitungan

$$F_P = \frac{\left[\frac{L_P}{3} - \frac{(L-2) \times \left(\frac{L_P}{3} - w_H \right)}{L} \right]}{w_H}$$

Keterangan:

L_p adalah jarak antara garis henti ke kendaraan yang parkir pertama pada lajur belok kiri atau panjang dari lajur belok kiri yang pendek, dalam meter.

L adalah lebar pendekat, dalam meter.

w_H adalah waktu hijau pada pendekat yang ditinjau (nilai normalnya 27 detik).

FBK_i adalah faktor koreksi JO akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri

FBK_a adalah faktor koreksi JO akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan Faktor koreksi membelok ke kiri (FBK_i)

Contoh Perhitungan:

Pada semua pendekat di Simpang 4 Bundaran Burung tidak ada kendaraan parkir sehingga nilai FP yaitu 1.

6) Faktor koreksi membelok ke kiri (FBKi)

Merupakan fungsi dari rasio kendaraan belok kiri, yang didapat melalui perhitungan sebagai berikut untuk Tipe Terlindungi, sedangkan untuk Tipe Terlawan nilai yaitu 1

Contoh perhitungan:

$$R_{BK_i} = 0,23, \text{ maka } F_{BK_i} \text{ sebagai berikut:}$$

$$\begin{aligned} F_{BK_i} &= 1,0 - R_{BK_i} \times 0,16 \\ &= 1,0 - 0,23 \times 0,16 \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

7) Faktor koreksi membelok ke kanan (FBKa)

Merupakan fungsi dari rasio kendaraan belok kiri, yang didapat melalui perhitungan sebagai berikut untuk Tipe Terlindungi, sedangkan untuk Tipe Terlawan nilai yaitu 1

Contoh perhitungan:

$$R_{BK_a} = 0,43, \text{ maka } F_{BK_a} \text{ sebagai berikut:}$$

$$\begin{aligned} F_{BK_a} &= 1,0 + R_{BK_a} \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,43 \times 0,26 \\ &= 1,11 \end{aligned}$$

8) Arus Jenuh yang disesuaikan (J)

Untuk menghitung arus jenuh yang disesuaikan digunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

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

Contoh perhitungan:

Diketahui

$$\begin{aligned} J_0 &= 5100 & F_P &= 1 \\ F_{HS} &= 0,94 & F_{BK_i} &= 0,96 \\ F_{UK} &= 0,88 & F_{BK_a} &= 1,11 \\ F_G &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J &= 5100 \times 0,94 \times 0,88 \times 1 \times 1 \times 0,96 \times 1,11 \\ &= 4520 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Berikut **Gambar V. 5** merupakan hasil perhitungan arus jenuh yang disesuaikan untuk pendekat lainnya.

Gambar V. 5 Arus Jenuh yang disesuaikan

Jo (smp/jam)	FHS	FUK	FG	FP	FBKi	FBKa	J (smp/jam)
5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,11	4.520
5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,99	1,13	4.728
4200	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,14	3.800
3840	0,94	0,88	1,00	1,00	0,94	1,11	3.321

c. Kapasitas

Mencari nilai kapasitas simpang tiap pendekatnya, dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$C = J \times \frac{wH}{s}$$

Contoh:

Pendekat Utara memiliki waktu hijau 29 detik dan waktu siklus 101 detik dengan arus yang disesuaikan 4520 smp/jam

$$C = J \times \frac{wH}{s}$$

$$C = 4520 \times \frac{29}{101}$$

$$C = 1298 \text{ smp/jam}$$

Adapun hasil dari kapasitas pendekat lainnya yang dihitung menggunakan cara yang sama dapat dilihat pada dibawah ini.

Tabel V. 8 Kapasitas Simpang 4 Bundaran Burung

Pendekat	Arus Jenuh yang disesuaikan (J)	Waktu Hijau (WH)	Waktu Siklus (s)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	4.520	29	101	1.298
Selatan	4.728	29		1.358
Timur	3.800	14		527
Barat	3.321	14		460

Dilihat dari analisis pada diatas setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan kapasitas terbesar berada pada pendekat Selatan dengan nilai kapasitas sebesar 1358 smp/jam.

d. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalu lintas terhadap kapasitas. Dimana derajat kejenuhan merupakan perbandingan dari total arus lalu lintas (smp/jam) terhadap besarnya kapasitas pada suatu persimpangan

(smp/jam). Mencari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan rumus berikut ini

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

$$D_j = \frac{663}{1298}$$

$$D_j = 0,51$$

Tabel V. 9 Derajat Kejenuhan Simpang 4 Bundaran Burung

Pendekat	Fase	Volume (q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	1	663	1.298	0,51
Selatan	3	710	1.358	0,52
Timur	2	395	527	0,75
Barat	4	244	460	0,53

Berdasarkan Simpang 4 Bundaran Burung memiliki derajat kejenuhan tertinggi pada pendekat Timur dan derajat kejenuhan terendah terdapat pada pendekat utara dengan rata-rata derajat kejenuhan pada Simpang 4 Bundaran Burung sebesar 0,58.

e. Panjang Antrian

Berikut merupakan Panjang antrian di Simpang 4 Bundaran Burung, dapat dilihat pada dibawah ini:

Tabel V. 10 Panjang Antrian Simpang 4 Bundaran Burung

Pendekat	Lengan Pendekat	Panjang Antrian (PA)
Utara	Jl. RTA Milono 3	43
Selatan	Jl. RTA Milono 2	47
Timur	Jl. IR. Soekarno	34
Barat	Jl. Adonis Samad	21

Dilihat dari diketahui bahwa Panjang antrian pada Simpang 4 Bundaran Burung yang terpanjang berada pada pendekat Selatan yaitu sepanjang 47 meter. Sedangkan Panjang antrian terpendek berada pada pendekat Barat yaitu jalan Adonis Samad sepanjang 21 meter. Rata-rata panjang antrian di Simpang 4 Bundaran Burung yaitu sepanjang 46,53 meter.

f. Angka Henti Kendaraan

Untuk mencari nilai angka henti dapat digunakan rumus berikut ini:

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

Contoh perhitungan:

Nq pendekat utara sebesar 18,41 dan arus pendekat utara sebesar 663 smp/jam serta siklus selama 101 detik sehingga Angka hentinya:

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{18,41}{663 \times 101} \times 3600 = 0,89 \text{ stop/smp}$$

Setelah dihitung angka henti R_{KH} maka dihitung kendaraan yang terhenti N_{KH} dengan rumus sebagai berikut:

$$N_{KH} = q \times R_{KH}$$

$$N_{KH} = 663 \times 0,89 = 591 \text{ smp/jam}$$

Kemudian untuk menghitung angka henti total keseluruhan simpang dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} R_{KH} \text{ Total} &= (\Sigma N_{KH}) / q_{\text{Total}} \\ &= 1827 / 2013 \\ &= 0,91 \text{ stop/smp} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut maka dapat hasil pada sebagai berikut:

Tabel V. 11 Angka Henti Simpang 4 Bundaran Burung

Pendekat	Arus Lalu Lintas	Waktu Siklus	Nq	RKH	NKH
	smp/jam	s (detik)			
Utara	663	101	18,41	0,89	591
Selatan	710		19,77	0,89	634
Timur	395		11,95	0,97	383
Barat	244		6,82	0,90	219
Total	2013			0,91	1827

Berdasarkan diketahui bahwa angka henti total rata-ratanya di Simpang 4 Bundaran Burung yaitu sebesar 0,91 stop/smp.

g. Tundaan

Adapun tundaan pada Simpang 4 Bundaran Burung pada sebagai berikut:

Tabel V. 12 Tundaan Simpang 4 Bundaran Burung

Pendekat	Tundaan		
	D (detik/smp)	q (smp/jam)	D x q (det.smp)
Utara	52,60	663	34.856,21
Selatan	52,64	710	37.394,67
Timur	59,13	395	23.371,86
Barat	52,57	244	12.844,53
Tundaan Total Rata - Rata	$\Sigma(D \times Q) / q_{total}$		65,18

Dari diketahui bahwa tundaan rata-rata pada Simpang 4 Bundaran Burung yaitu sebesar 65,18 detik/smp. Berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tundaan sebesar itu termasuk Tingkat pelayanan F.

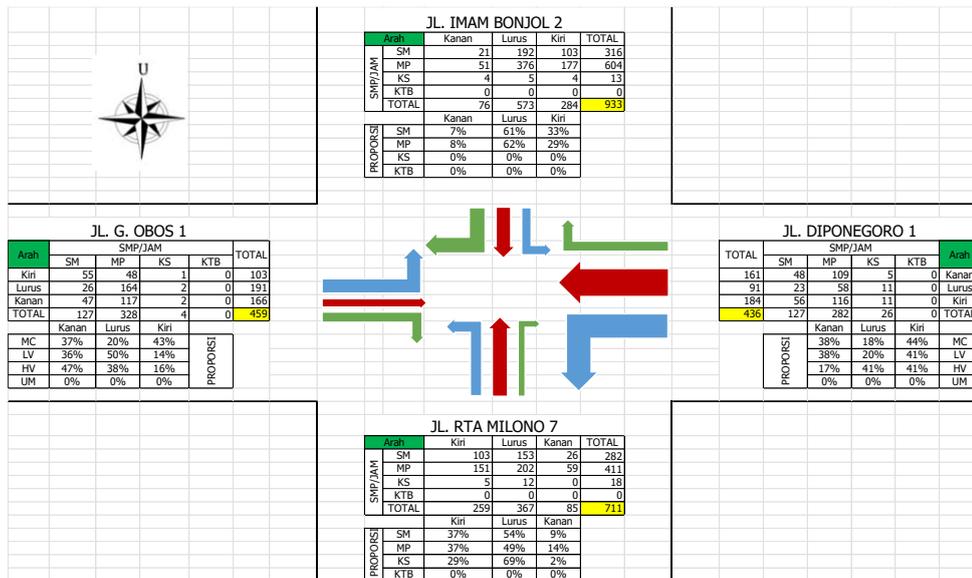
2. Simpang 4 Bundaran Kecil

Simpang 4 Bundaran Kecil merupakan simpang yang berada di ruas jalan ruas jalan arteri primer dan kolektor dan merupakan simpang APILL dengan tipe 422. Tata guna lahan disekitar simpang ini berupa kawasan perkantoran, kawasan Pendidikan, taman kota dan lahan hijau. Adapun diagram arus untuk Simpang 4 Bundaran Kecil dapat dilihat pada **Tabel V.13** sebagai berikut:

Tabel V. 13 Arus Simpang 4 Bundaran Kecil

Lengan Pendekat	Nama Jalan	Arus Lalu Lintas
		smp/jam
Utara	Jl. Imam Bonjol 2	777
Selatan	Jl. RTA Milono 7	566
Timur	Jl. Diponegoro 1	402
Barat	Jl. G. Obos 1	408

Dari **Tabel V. 13** diketahui bahwa arus terbanyak pada Simpang 4 Bundaran Kecil berasal dari pendekat Utara dengan total volume 777 smp/jam. Lebih jelas diagram arusnya dapat dilihat pada **Gambar V. 6** berikut ini.



Gambar V. 6 Diagram Arus Simpang 4 Bundaran Kecil

Simpang 4 Bundaran Kecil memiliki rincian lebar pendekat seperti pada **Tabel V. 14** berikut:

Tabel V. 14 Lebar Efektif Pendekat Simpang 4 Bundaran Kecil

Nama Simpang	Lebar Pendekat	Lebar Efektif (Le) (m)
Simpang 4 Bundaran Kecil	Utara (Jl. Imam Bonjol 2)	8,5 meter
	Selatan (Jl. RTA Milono 7)	8,5 meter
	Timur (Jl. Diponegoro 1)	6,4 meter
	Barat (Jl. G Obos 1)	7 meter

Lebar terbesar berada pada pendekat Utara dan Selatan sebesar 8,5 meter. Selain itu waktu siklus dan fase pada Simpang 4 Bundaran Kecil pada **Tabel V. 15** sebagai berikut:

Tabel V. 15 Waktu Siklus Simpang 4 Bundaran Kecil

Kaki	Fase	Hijau	Kuning	Merah	Waktu Siklus Per Fase
Utara	1	30	3	75	108
Selatan	3	30	3	75	
Timur	2	15	3	90	
Barat	4	15	3	90	

Berikut fase dan siklus untuk Simpang 4 Bundaran Kecil dapat dilihat pada **Tabel V. 16** dan **Gambar V. 7** dibawah ini:

Tabel V. 16 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Kecil

FASE SINYAL YANG ADA					Waktu Siklus (detik)
					s : 84
					Waktu Hilang Total
					LTI = Σ IG =
					24
Hijau	30	Hijau	30	Hijau	15
Merah	75	Merah	75	Merah	90
Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3

FASE 1	JL. IMAM BONJOL 2	30	3	3	75	
FASE 2	JL. RTA MILONO 7	30	3	3	45	
FASE 3	JL. DIPONEGORO 1	50	15	3	3	40
FASE 4	JL. G. OBOS 1	90	15	3	3	

Gambar V. 7 Diagram Siklus Simpang 4 Bundaran Kecil

Terdapat beberapa indikator dalam menentukan kinerja persimpangan diantaranya derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan. Hasil indikator kinerja tersebut dapat digunakan untuk menentukan baik buruknya persimpangan yang dilihat dari Tingkat Pelayanan. Dalam menentukan indikator tersebut, diperlukan beberapa langkah terlebih dahulu seperti menghitung Arus Jenuh yang disesuaikan, dan Kapasitas.

a. Arus Jenuh Dasar

Perhitungan kapasitas diperlukan nilai arus jenuh yang disesuaikan. Adapun perhitungan untuk menghitung arus jenuh dasar memiliki perbedaan antara tipe simpang terlawan dan tipe simpang terlindung.

1) Arus Jenuh Dasar Terlindungi

Contoh perhitungan arus jenuh dasar tipe pendekat terlindungi:

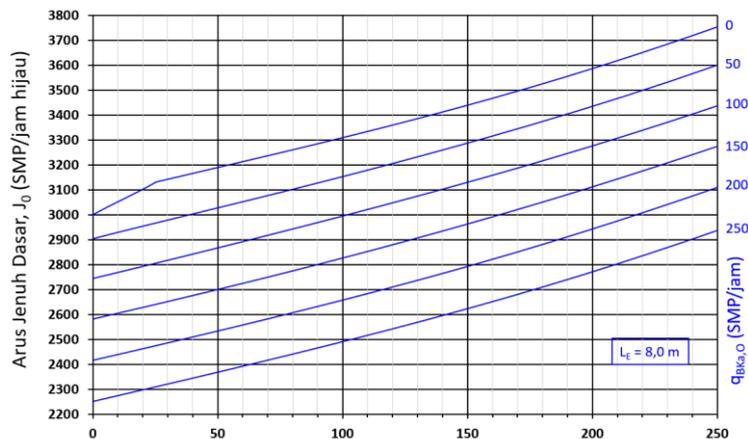
$$J_0 = 600 \times L_E$$

$$J_0 = 600 \times 8,5$$

$$J_0 = 5.100 \text{ smp/jam}$$

2) Arus Jenuh Terlawan

Dalam menghitung arus jenuh terlawan dilihat dari L_E , q_{BKa} , dan q_{BKaO} yang disesuaikan dengan grafik dibawah ini.



Gambar V. 8 Grafik Arus Jenuh Dasar

Contoh Perhitungan:

Diketahui pendekat Selatan memiliki $q_{BKa} = 170$ smp/jam, dan $q_{BKa,0} = 296$ smp/jam. Berdasarkan grafik diketahui $J_0 = 5100$ smp/jam.

Berikut ini merupakan perhitungan arus jenuh dasar pada pendekat lainnya pada Simpang 4 Bundaran Kecil.

Tabel V. 17 Arus Jenuh Dasar Simpang 4 Bundaran Kecil

Pendekat	Tipe	Le	qBKA	Qbka.O	J0 (smp/jam)
Utara	Terlindung	8,5	170	296	5100
Selatan	Terlindung	8,5	159	347	5100
Timur	Terlindung	6,4	173	215	3840
Barat	Terlindung	7	156	238	4200

b. Arus Jenuh yang disesuaikan

Langkah selanjut berikutnya setelah diketahui arus jenuh dasar masing-masing pendekat dalam menghitung kinerja yaitu menghitung arus jenuh yang disesuaikan dengan perhitungan berikut:

1) Arus Jenuh dasar (J_0)

$$J = J_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKi} \times F_{BKa}$$

Nilai J_0 didapat dari perhitungan pada subbab a.

2) Faktor Koreksi Hambatan samping (FHS)

Faktor penyesuaian hambatan samping didapatkan dari rasio kendaraan tidak bermotor, lingkungan jalan, hambatan samping dan tipe fasenya.

Tabel V. 18 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping

Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping	F _{HS} untuk nilai R _{KTB}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/Sedang/Rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Contoh perhitungan: Pendekat Timur memiliki rasio kendaraan 0,00 tak bermotor dengan lingkungan jalan mayoritas wilayah komersil pertokoan, hambatan samping sedang dan merupakan fase terlindung maka nilai F_{HS} nya yaitu 0,94.

3) Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)

Nilai FUK merupakan jumlah penduduk suatu kota yang disesuaikan dengan ketentuan dari PKJI.

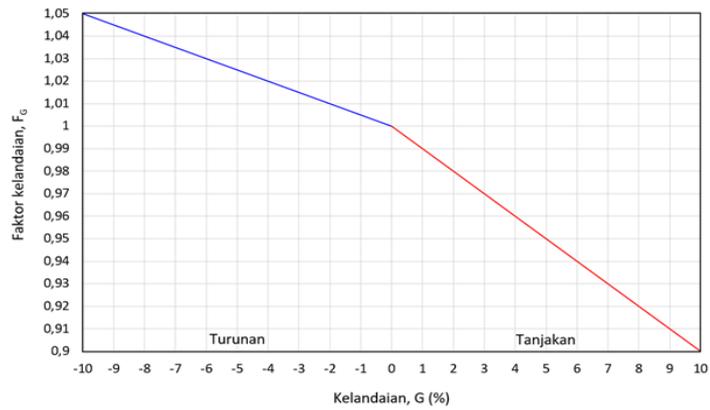
Tabel V. 19 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran kota	Populasi penduduk, juta jiwa	FUK
Sangat kecil	<0,1	0,82
Kecil	0,1–0,5	0,88
Sedang	0,5–1,0	0,94
Besar	1,0–3,0	1,00
Sangat besar	>3,0	1,05

Kota Palangka Raya memiliki jumlah penduduk sebesar 295.677 jiwa, maka faktor penyesuaian ukuran kota 0,88.

4) Faktor Kelandaian (FG)

Faktor kelandaian disesuaikan dengan kondisi kemiringan permukaan tanah berupa datar, menurun atau menanjak yang ditunjukkan dalam grafik berikut ini



Gambar V. 9 Faktor Penyesuaian Kelandaian

Contoh: Simpang 4 Bundaran Kecil berada dipermukaan tanah datar sehingga nilai FG nya yaitu 1.

5) Faktor Penyesuaian Parkir (FP)

Faktor penyesuaian parkir²fa didapatkan menggunakan perhitungan

$$F_P = \frac{\left[\frac{L_P}{3} - \frac{(L-2) \times \left(\frac{L_P}{3} - w_H \right)}{L} \right]}{w_H}$$

Keterangan:

L_p adalah jarak antara garis henti ke kendaraan yang parkir pertama pada lajur belok kiri atau panjang dari lajur belok kiri yang pendek, dalam meter.

L adalah lebar pendekat, dalam meter.

w_H adalah waktu hijau pada pendekat yang ditinjau (nilai normalnya 27 detik).

FBK_i adalah faktor koreksi J0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kiri

FBK_a adalah faktor koreksi J0 akibat arus lalu lintas yang membelok ke kanan Faktor koreksi membelok ke kiri (FBK_i)

Contoh Perhitungan:

Pada semua pendekat di Simpang 4 Bundaran Kecil tidak ada kendaraan parkir sehingga nilai F_p yaitu 1.

6) Faktor koreksi membelok ke kiri (FBKi)

Merupakan fungsi dari rasio kendaraan belok kiri, yang didapat melalui perhitungan sebagai berikut untuk Tipe Terlindungi, sedangkan untuk Tipe Terlawan nilai yaitu 1

Contoh perhitungan:

$$R_{BK_i} = 0,28, \text{ maka } F_{BK_i} \text{ sebagai berikut:}$$

$$\begin{aligned} F_{BK_i} &= 1,0 - R_{BK_i} \times 0,16 \\ &= 1,0 - 0,28 \times 0,16 \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

7) Faktor koreksi membelok ke kanan (FBKa)

Merupakan fungsi dari rasio kendaraan belok kiri, yang didapat melalui perhitungan sebagai berikut untuk Tipe Terlindungi, sedangkan untuk Tipe Terlawan nilai yaitu 1

Contoh perhitungan:

$$R_{BK_a} = 0,34, \text{ maka } F_{BK_a} \text{ sebagai berikut:}$$

$$\begin{aligned} F_{BK_a} &= 1,0 + R_{BK_a} \times 0,26 \\ &= 1,0 + 0,34 \times 0,26 \\ &= 1,09 \end{aligned}$$

8) Arus Jenuh yang disesuaikan (J)

Untuk menghitung arus jenuh yang disesuaikan digunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

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

Contoh perhitungan:

Diketahui

$$\begin{array}{ll} J_0 &= 5100 & F_P &= 1 \\ F_{HS} &= 0,94 & F_{BK_i} &= 0,96 \\ F_{UK} &= 0,88 & F_{BK_a} &= 1,09 \\ F_G &= 1 \end{array}$$

$$\begin{aligned} J &= 5100 \times 0,94 \times 0,88 \times 1 \times 1 \times 0,96 \times 1,09 \\ &= 4053 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan arus jenuh yang disesuaikan untuk pendekatan lainnya.

Tabel V. 20 Arus Jenuh Simpang 4 Bundaran Kecil

Pendekat	Jo	FHS	FUK	FG	FP	FBKi	FBKa	J
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,09	4.385
Selatan	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,95	1,10	4.388
Timur	3840	0,94	0,88	1,00	1,00	0,94	1,12	3.350
Barat	4200	0,94	0,88	1,00	1,00	0,97	1,11	3.721

c. Kapasitas

Mencari nilai kapasitas simpang tiap pendekatnya, dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$C = J \times \frac{wH}{s}$$

Contoh:

Pendekat Utara memiliki waktu hijau 30 detik dan waktu siklus 88 detik dengan arus yang disesuaikan 4385 smp/jam

$$C = J \times \frac{wH}{s}$$

$$C = 4385 \times \frac{30}{88}$$

$$C = 1490 \text{ smp/jam}$$

Adapun hasil dari kapasitas pendekat lainnya yang dihitung menggunakan cara yang sama dapat dilihat pada dibawah ini.

Tabel V. 21 Kapasitas Simpang 4 Bundaran Kecil

Pendekat	Arus Jenuh yang disesuaikan (J)	Waktu Hijau (WH)	Waktu Siklus (s)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	4.385	30	88	1.490
Selatan	4.388	30		1.491
Timur	3.350	15		569
Barat	3.721	15		632

Dilihat dari analisis pada diatas setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan kapasitas terbesar berada pada pendekat Utara dengan nilai kapasitas sebesar 1491 smp/jam.

d. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio lalu lintas terhadap kapasitas. Dimana derajat kejenuhan merupakan perbandingan dari total arus lalu

lintas (smp/jam) terhadap besarnya kapasitas pada suatu persimpangan (smp/jam). Mencari nilai derajat kejenuhan dapat digunakan rumus berikut ini

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

$$D_j = \frac{777}{1490}$$

$$D_j = 0,52$$

Tabel V. 22 Derajat Kejenuhan Bundaran Kecil

Pendekat	Fase	Volume (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	1	777	1.490	0,52
Selatan	3	566	1.491	0,38
Timur	2	402	569	0,71
Barat	4	408	632	0,65

Berdasarkan Simpang 4 Bundaran Kecil memiliki derajat kejenuhan tertinggi pada pendekat Timur dan derajat kejenuhan terendah terdapat pada pendekat Selatan dengan rata-rata derajat kejenuhan pada Simpang 4 Bundaran Kecil sebesar 0,56.

e. Panjang Antrian

Berikut merupakan Panjang antrian di Simpang 4 Bundaran Kecil, dapat dilihat pada dibawah ini:

Tabel V. 23 Panjang Antrian Bundaran Kecil

Pendekat	Lengan Pendekat	Panjang Antrian (PA)
Utara	Jl. Imam Bonjol 2	45
Selatan	Jl. RTA Milono 7	32
Timur	Jl. Diponegoro 1	33
Barat	Jl. G. Obos 1	30

Dilihat dari diketahui bahwa Panjang antrian pada Simpang 4 Bundaran Kecil yang terpanjang berada pada pendekat Utara yaitu sepanjang 45 meter. Sedangkan Panjang antrian terpendek berada pada pendekat Selatan yaitu jalan G. Obos 1 sepanjang 30 meter. Rata-rata panjang antrian di Simpang 4 Bundaran Kecil yaitu sepanjang 44,53 meter.

f. Angka Henti Kendaraan

Untuk mencari nilai angka henti dapat digunakan rumus berikut ini:

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

Contoh perhitungan:

Nq pendekat utara sebesar 18,93 dan arus pendekat utara sebesar 777 smp/jam serta siklus selama 88 detik sehingga Angka hentinya:

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{18,93}{777 \times 88} \times 3600 = 0,89 \text{ stop/smp}$$

Setelah dihitung angka henti R_{KH} maka dihitung kendaraan yang terhenti N_{KH} dengan rumus sebagai berikut:

$$N_{KH} = q \times R_{KH}$$

$$N_{KH} = 777 \times 0,89 = 694 \text{ smp/jam}$$

Kemudian untuk menghitung angka henti total keseluruhan simpang dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} R_{KH} \text{ Total} &= (\sum N_{KH})/q_{\text{Total}} \\ &= 1952 / 2153 \\ &= 0,91 \text{ stop/smp} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut maka dapat hasil pada sebagai berikut:

Tabel V. 24 Angka Henti Simpang 4 Bundaran Kecil

Pendekat	Arus Lalu Lintas	Waktu Siklus	Nq	RKH	NKH
	smp/jam	s (detik)			
Utara	777	88	18,93	0,89	694
Selatan	566		13,52	0,88	496
Timur	402		10,45	0,95	383
Barat	408		10,33	0,93	379
Total	2.153			0,91	1.952

Berdasarkan diketahui bahwa angka henti total rata-ratanya di Simpang 4 Bundaran Kecil yaitu sebesar 0,91 stop/smp.

g. Tundaan

Adapun tundaan pada Simpang 4 Bundaran Kecil pada sebagai berikut:

Tabel V. 25 Tundaan Simpang 4 Bundaran Kecil

Pendekat	Tundaan		
	D (detik/smp)	q (smp/jam)	D x q (det.smp)
Utara	46,71	777	36.300,07
Selatan	46,01	566	26.039,98
Timur	50,79	402	20.405,56
Barat	48,83	408	19.924,23
Tundaan Total Rata - Rata	$\Sigma(D \times Q) / q_{total}$		62,58

Dari diketahui bahwa tundaan rata-rata pada Simpang 4 Bundaran Kecil yaitu sebesar 62,58 detik/smp. Berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tundaan sebesar itu termasuk Tingkat pelayanan F.

5.2 Usulan Pemecahan Masalah

5.2.1 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Usulan I (2 Fase)

Dari analisis perhitungan kondisi eksisting pada kedua simpang yang dikaji telah diketahui dan terdapat beberapa permasalahan terkait dengan kinerja pada simpang. Usulan pertama yaitu dengan melakukan pengaturan ulang pada waktu siklus dengan 2 fase. Usulan ini bertujuan untuk menyelesaikan konflik, mengurangi derajat kejenuhan, antrian, tundaan yang masih tinggi pada kaki simpang. Berikut perhitungan kinerja kedua simpang yang dikaji pada kondisi usulan pertama:

1. Simpang 4 Bundaran Burung

Setelah mengevaluasi simpang pada kondisi eksisting dan sudah disesuaikan dengan grafik penentuan simpang, maka selanjutnya usulan pada simpang 4 Bundaran Burung dengan melakukan penganturan ulang fase menjadi 2 fase. Berikut merupakan perhitungannya

Untuk perhitungan dasar seperti Arus Jenuh, Faktor penyesuaian hambatan samping, Faktor penyesuaian Ukuran Kota, Faktor Penyesuaian Kelandaian, Faktor penyesuaian parkir, Faktor penyesuaian rasio belok kanan, Faktor penyesuaian belok kiri serta arus jenuh, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 26 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Jo	FHS	FUK	FG	FP	FBKi	FBKa	J
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,11	4.520
Selatan	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,99	1,13	4.728
Timur	4200	0,94	0,88	1,00	1,00	0,94	1,14	3.800
Barat	3840	0,94	0,88	1,00	1,00	0,92	1,11	3.321

a. Rasio Arus

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyelesaian. Berikut contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 Rq/J &= q/J \\
 &= 909/4520 \\
 &= 0,20
 \end{aligned}$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 27 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	J	Rasio Arus
	q (smp/jam)	(smp/jam)	
Utara	909	4.520	0,20
Selatan	918	4.728	0,19
Timur	485	3.800	0,13
Barat	352	3.321	0,11

b. Rasio Arus Simpang (R_{AS})

Untuk menghitung rasio arus simpang dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_{AS} &= \sum Rq/j \text{ kritis} \\
 &= (0,20+0,13) \\
 &= 0,33
 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase

Untuk mengetahui rasio fase menggunakan rasio antara $\sum Rq/j$ kritis dan R_{AS} menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_F &= Rq/j / R_{AS} \\
 &= 0,20 / 0,33 \\
 &= 0,61
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan lengkapnya pada tiap kaki simpang:

Tabel V. 28 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,20	0,61
Selatan	0,19	0,59
Timur	0,13	0,39
Barat	0,11	0,32

d. Perhitungan Siklus

Perhitungan waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode PKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase

1) Waktu Siklus sebelum Penyesuaian (S_{bs})

$$\begin{aligned}
 S_{bs} &= (1,5 \times W_{HH} + 5) / (1 - R_{AS}) \\
 &= (1,5 \times 16 + 5) / (1 - 0,33) \\
 &= 43 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

2) Waktu Hijau (W_H)

Setelah diketahui waktu siklus, tahap berikutnya menghitung waktu hijau sesuai perhitungan Rasio Fase setiap pendekatnya yang didapat dari rasio arus kritis dan dibagi dengan rasio arus simpang. Berikut contoh perhitungan waktu hijau:

$$W_{Hi} = (S_{bs} - W_{HH}) \times R_F$$

Tabel V. 29 Waktu Siklus dan Hijau

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,61	17
Selatan	0,59	17
Timur	0,39	11
Barat	0,32	11

Dikarenakan menggunakan 2 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 17 detik dan 11 detik.

3) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Untuk waktu siklus setelah penyesuaian dihitung menggunakan rumus. Pada usulan perubahan menjadi 2 fase ini

maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$\begin{aligned}
 s &= \sum W_H + W_{HH} \\
 &= (17+11) + 16 \\
 &= 43 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 30 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Burung

FASE SINYAL YANG ADA				Waktu Siklus (detik)	
		FASE 1			s : 43
		FASE 2			
Hijau		17	Hijau		11
Merah		19	Merah		25
Kuning		5	Kuning		5
Diagram Fase:					
Fase 1	Timur - Barat	17	5	3	19
Fase 2	Utara - Selatan	25		11	5
					3

e. Kapasitas

Berikut merupakan rumus untuk menentukan kapasitas

$$C = J \times (WH / s)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 31 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	Arus Jenuh yang disesuaikan (J)	Waktu Hijau (WH)	Waktu Siklus (s)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	4.520	17	43	1.741
Selatan	4.728	17		1.821
Timur	3.800	11		929
Barat	3.321	11		812

f. Derajat Kejenuhan

Berikut ini rumus dan perhitungan derajat kejenuhan tiap pendekatan

$$D_j = q / C$$

Pada tabel berikut merupakan derajat masing-masing pendekat.

Tabel V. 32 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Volume (q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	909	1.741	0,52
Selatan	918	1.821	0,50
Timur	485	929	0,52
Barat	352	812	0,43

g. Perhitungan Antrian dan Tundaan

1) Panjang Antrian

Untuk menentukan perhitungan jumlah panjang antrian harus menentukan nilai N_q nya terlebih dahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_q = N_{q1} + N_{q2}$$

Jika $D_j > 0,5$ maka

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

Untuk hasil perhitungan N_{q1} dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 33 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	N_{q1} (m)
Utara	1.741	0,52	0,05
Selatan	1.821	0,50	0,01
Timur	929	0,52	0,05
Barat	812	0,43	-0,12

Kemudian untuk menghitung jumlah SMP yang datang selama waktu merah dapat dihitung sebagai berikut:

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

Untuk hasil perhitungannya pada tabel berikut:

Tabel V. 34 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah

Pendekat	Rasio Hijau	Waktu Siklus (detik)	Dj	q	Nq2
Utara	0,01	43	0,52	909	10,86
Selatan	0,01		0,50	918	10,97
Timur	0,01		0,52	485	5,79
Barat	0,01		0,43	352	4,19

Pada tabel diatas telah diketahui nilai dari N_{q1} dan N_{q2} maka nilai N_q dan panjang antriannya dapat diketahui melalui rumus berikut:

$$P_A = N_q \times \frac{20}{LM}$$

Untuk hasilnya pada tabel berikut ini:

Tabel V. 35 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian

Pendekat	Nq	Lebar Masuk	Panjang Antrian
Utara	10,91	8,50	26
Selatan	10,98	8,50	26
Timur	5,84	7,00	17
Barat	4,07	6,40	13

2) Angka Henti

Berikut ini perhitungan Angka henti kendaraan

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

Untuk hasil perhitungan Angka Henti pada tabel berikut:

Tabel V. 36 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nq	q	Waktu Siklus (detik)	RKH
Utara	10,91	909	43	0,90
Selatan	10,98	918		0,90
Timur	5,84	485		0,90
Barat	4,07	352		0,87

$$N_{KH} = q \times R_{KH}$$

Berikut merupakan hasil dari perhitungan dalam mencari jumlah kendaraan henti.

Tabel V. 37 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	q	RKH	NKH
Utara	909	0,90	818
Selatan	918	0,90	823
Timur	485	0,90	438
Barat	352	0,87	305

3) Tundaan

Perhitungan tundaan yaitu perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut tabel hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Tabel V. 38 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Dj	Rasio Hijau	Kapasitas (C)	Nq1 (m)	Tundaan Lalu Lintas
Utara	43	0,52	0,01	1.741	0,05	21,40
Selatan		0,50	0,01	1.821	0,01	21,33
Timur		0,52	0,01	929	0,05	21,42
Barat		0,43	0,01	812	-0,12	20,64

Untuk menghitung tundaan geometrinya yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$TG = (1 - RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4)$$

Tabel V. 39 Perhitungan Tundaan Geometri

Pendekat	RKH	RBKi	TG
Utara	0,90	0,23	3,74
Selatan	0,90	0,04	3,61
Timur	0,90	0,25	3,76
Barat	0,87	0,35	3,75

Dari tabel diatas setelah didapatkan hasil tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Totalnya

Tabel V. 40 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total

Pendekat	q	TL	TG	T (TL+TG)	T total (qxT)
Utara	909	21,40	3,74	25,13	22.848,80
Selatan	918	21,33	3,61	24,94	22.895,11
Timur	485	21,42	3,76	25,18	12.216,33
Barat	352	20,64	3,75	24,38	8.573,17
	2.664	21,40	3,75	25,1	12.218,91
					78.752,32
Tundaan Simpang Rata- Rata					29,56

2. Simpang 4 Bundaran Kecil

Setelah mengevaluasi simpang pada kondisi eksisting dan sudah disesuaikan dengan grafik penentuan simpang, maka selanjutnya usulan pada simpang 4 Bundaran Kecil dengan melakukan penganturan ulang fase menjadi 2 fase. Berikut merupakan perhitungannya.

Untuk perhitungan dasar seperti Arus Jenuh, Faktor penyesuaian hambatan samping, Faktor penyesuaian Ukuran Kota, Faktor Penyesuaian Kelandaian, Faktor penyesuaian parkir, Faktor penyesuaian rasio belok kanan, Faktor penyesuaian belok kiri serta arus jenuh, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel V. 41 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Jo	FHS	FUK	FG	FP	FBKi	FBKa	J
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,09	4.385
Selatan	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,95	1,10	4.388
Timur	3840	0,94	0,88	1,00	1,00	0,94	1,12	3.350
Barat	4200	0,94	0,88	1,00	1,00	0,97	1,11	3.721

a. Rasio Arus

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyelesaian. Berikut contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 Rq/J &= q/J \\
 &= 1031/4385
 \end{aligned}$$

$$= 0,24$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 42 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	J	Rasio Arus
	q (smp/jam)	(smp/jam)	
Utara	1.031	4.385	0,24
Selatan	784	4.388	0,18
Timur	531	3.350	0,16
Barat	530	3.721	0,14

b. Rasio Arus Sempang (R_{AS})

Untuk menghitung rasio arus sempang dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R_{AS} &= \sum Rq/j \text{ kritis} \\ &= (0,24+0,16) \\ &= 0,39 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase

Untuk mengetahui rasio fase menggunakan rasio antara $\sum Rq/j$ kritis dan R_{AS} menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R_F &= Rq/j / R_{AS} \\ &= 0,24 / 0,39 \\ &= 0,60 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan lengkapnya pada tiap kaki sempang:

Tabel V. 43 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,24	0,60
Selatan	0,18	0,45
Timur	0,16	0,40
Barat	0,14	0,36

d. Perhitungan Siklus

Perhitungan waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode PKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase.

1) Waktu Siklus sebelum Penyesuaian (S_{bs})

$$\begin{aligned} S_{bs} &= (1,5 \times W_{HH} + 5) / (1 - R_{AS}) \\ &= (1,5 \times 12 + 5) / (1 - 0,39) \\ &= 38 \text{ detik} \end{aligned}$$

2) Waktu Hijau (W_H)

Setelah diketahui waktu siklus, tahap berikutnya menghitung waktu hijau sesuai perhitungan Rasio Fase setiap pendekatnya yang didapat dari rasio arus kritis dan dibagi dengan rasio arus simpang. Berikut contoh perhitungan waktu hijau:

$$W_{Hi} = (S_{bs} - W_{HH}) \times R_F$$

Tabel V. 44 Waktu Siklus dan Hijau

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,60	15
Selatan	0,45	15
Timur	0,40	10
Barat	0,36	10

Dikarenakan menggunakan 2 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 15 detik dan 10 detik.

3) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Untuk waktu siklus setelah penyesuaian dihitung menggunakan rumus. Pada usulan perubahan menjadi 2 fase ini maka waktu hijau yang diambil adalah waktu hijau terbesar pada kaki simpang mayor dan kaki simpang minor.

$$\begin{aligned} s &= \sum W_H + W_{HH} \\ &= (15+10) + 12 \\ &= 38 \text{ detik} \end{aligned}$$

Tabel V. 45 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Kecil

FASE SINYAL YANG ADA				Waktu Siklus (detik)	
				s : 38	
FASE 1		FASE 2			
Hijau	15	Hijau	10		
Merah	16	Merah	21		
Kuning	3	Kuning	3		
Diagram Fase:					
Fase 1	Timur - Barat	15	3	3	16
Fase 2	Utara - Selatan	21		10	3

e. Kapasitas

Berikut merupakan rumus untuk menentukan kapasitas

$$C = J \times (WH / s)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 46 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	Arus Jenuh yang disesuaikan (J)	Waktu Hijau (WH)	Waktu Siklus (s)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	4.385	15	38	1.791
Selatan	4.388	15		1.792
Timur	3.350	10		922
Barat	3.721	10		1.024

f. Derajat Kejenuhan

Berikut ini rumus dan perhitungan derajat kejenuhan tiap pendekatan

$$D_j = q / C$$

Pada tabel berikut merupakan derajat masing-masing pendekatan.

Tabel V. 47 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Volume (q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	1.031	1.791	0,58
Selatan	784	1.792	0,44
Timur	531	922	0,58
Barat	530	1.024	0,52

g. Perhitungan Antrian dan Tundaan

1) Panjang Antrian

Untuk menentukan perhitungan jumlah panjang antrian harus menentukan nilai N_q nya terlebih dahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_q = N_{q1} + N_{q2}$$

Jika $D_j > 0,5$ maka

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

Untuk hasil perhitungan N_{q1} dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 48 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	N_{q1} (m)
Utara	1.791	0,58	0,17
Selatan	1.792	0,44	-0,11
Timur	922	0,58	0,17
Barat	1.024	0,52	0,04

Kemudian untuk menghitung jumlah SMP yang datang selama waktu merah dapat dihitung sebagai berikut:

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

Untuk hasil perhitungannya pada tabel berikut:

Tabel V. 49 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah

Pendekat	Rasio Hijau	Waktu Siklus (detik)	D_j	q	N_{q2}
Utara	0,01	38	0,58	1.031	10,82
Selatan	0,01		0,44	784	8,22
Timur	0,01		0,58	531	5,57
Barat	0,01		0,52	530	5,56

Pada tabel diatas telah diketahui nilai dari N_{q1} dan N_{q2} maka nilai N_q dan panjang antriannya dapat diketahui melalui rumus berikut:

$$P_A = N_q \times \frac{20}{LM}$$

Untuk hasilnya pada tabel berikut ini:

Tabel V. 50 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian

Pendekat	N_q	Lebar Masuk	Panjang Antrian
Utara	11,00	8,50	26
Selatan	8,11	8,50	19
Timur	5,74	6,40	18
Barat	5,59	7,00	16

2) Angka Henti

Berikut ini perhitungan Angka henti kendaraan

$$RKH = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600$$

Untuk hasil perhitungan Angka Henti pada tabel berikut:

Tabel V. 51 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	N_q	q	Waktu Siklus (detik)	RKH
Utara	11,00	1.031	38	0,91
Selatan	8,11	784		0,88
Timur	5,74	531		0,92
Barat	5,59	530		0,90

$$N_{KH} = q \times R_{KH}$$

Berikut merupakan hasil dari perhitungan dalam mencari jumlah kendaraan henti.

Tabel V. 52 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	q	RKH	NKH
Utara	1.031	0,91	939
Selatan	784	0,88	693
Timur	531	0,92	491
Barat	530	0,90	478

3) Tundaan

Perhitungan tundaan yaitu perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut tabel hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Tabel V. 53 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Dj	Rasio Hijau	Kapasitas (C)	Nq1 (m)	Tundaan Lalu Lintas
Utara	38	0,58	0,01	1.791	0,17	19,08
Selatan		0,44	0,01	1.792	-0,11	18,48
Timur		0,58	0,01	922	0,17	19,34
Barat		0,52	0,01	1.024	0,04	18,81

Untuk menghitung tundaan geometrinya yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$TG = (1 - R_{KH}) \times PB \times 6 + (R_{KH} \times 4)$$

Tabel V. 54 Perhitungan Tundaan Geometri

Pendekat	RKH	RBKi	TG
Utara	0,91	0,28	3,79
Selatan	0,88	0,33	3,76
Timur	0,92	0,35	3,85
Barat	0,90	0,19	3,72

Dari tabel diatas setelah didapatkan hasil tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Totalnya

Tabel V. 55 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total

Pendekat	q	TL	TG	T (TL+TG)	T total (qxT)
Utara	1.031	19,08	3,79	22,87	23.584,72
Selatan	784	18,48	3,76	22,25	17.446,74
Timur	531	19,34	3,85	23,20	12.316,97
Barat	530	18,81	3,72	22,53	11.940,15
	2876	19,34	3,85	23,2	19.243,04
					84.531,62
Tundaan Simpang Rata- Rata					29,39

5.2.2 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Usulan I (3 Fase)

Dari analisis usulan pertama yaitu dengan melakukan pengaturan ulang pada waktu siklus dengan 2 fase. Selanjutnya dilakukan usulan yaitu dengan pengaturan ulang pada waktu siklus dengan 3 fase. Berikut perhitungan kinerja kedua simpang yang dikaji pada kondisi usulan kedua:

1. Simpang 4 Bundaran Burung

Tabel V. 56 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Jo	FHS	FUK	FG	FP	FBKi	FBKa	J
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,11	4.520
Selatan	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,99	1,13	4.728
Timur	4200	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,14	3.800
Barat	3840	0,94	0,88	1,00	1,00	0,94	1,11	3.321

a. Rasio Arus

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyelesaian. Berikut contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 Rq/J &= q/J \\
 &= 663/4520 \\
 &= 0,15
 \end{aligned}$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 57 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	J	Rasio Arus
	q (smp/jam)	(smp/jam)	
Utara	663	4.520	0,15
Selatan	710	4.728	0,15
Timur	485	3.800	0,13
Barat	352	3.321	0,11

b. Rasio Arus Simpang (R_{AS})

Untuk menghitung rasio arus simpang dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_{AS} &= \sum Rq/j \text{ kritis} \\
 &= (0,15+0,15+0,13) \\
 &= 0,42
 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase

Untuk mengetahui rasio fase menggunakan rasio antara $\Sigma Rq/j$ kritis dan R_{AS} menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R_F &= Rq/j / R_{AS} \\ &= 0,15 / 0,42 \\ &= 0,35 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan lengkapnya pada tiap kaki simpang:

Tabel V. 58 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,15	0,35
Selatan	0,15	0,35
Timur	0,13	0,30
Barat	0,11	0,25

d. Perhitungan Siklus

Perhitungan waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode PKJI dan menggunakan siklus usulan 3 fase

1) Waktu Siklus sebelum Penyesuaian (S_{bs})

$$\begin{aligned} S_{bs} &= (1,5 \times W_{HH} + 5) / (1 - R_{AS}) \\ &= (1,5 \times 24 + 5) / (1 - 0,42) \\ &= 71 \text{ detik} \end{aligned}$$

2) Waktu Hijau (WH)

Setelah diketahui waktu siklus, tahap berikutnya menghitung waktu hijau sesuai perhitungan Rasio Fase setiap pendekatnya yang didapat dari rasio arus kritis dan dibagi dengan rasio arus simpang. Berikut contoh perhitungan waktu hijau:

$$W_{Hi} = (S_{bs} - W_{HH}) \times R_F$$

Tabel V. 59 waktu Siklus dan Hijau

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,35	24
Selatan	0,35	25
Timur	0,30	21
Barat	0,25	21

Dikarenakan menggunakan 3 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 24 detik, 25 detik dan 21 detik.

3) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Untuk waktu siklus setelah penyesuaian dihitung menggunakan rumus. Pada usulan perubahan menjadi 3 fase ini maka waktu hijau yang diambil adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 s &= \sum W_H + W_{HH} \\
 &= (24+25+21) + 24 \\
 &= 95 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 60 Diagram Fase Simpang 4 Bundaran Burung

FASE SINYAL YANG ADA				Waktu Siklus (detik)			
FASE 1		FASE 2		FASE 3		s : 95	
Hijau	24	Hijau	25	Hijau	21		
Merah	63	Merah	62	Merah	66		
Kuning	5	Kuning	5	Kuning	5		
Diagram Fase:							
Fase 1	Timur	24	5	3	63		
Fase 2	Utara - Selatan	34		25	5	3	
Fase 3	Barat	66			21	5	3

e. Kapasitas

Berikut merupakan rumus untuk menentukan kapasitas

$$C = J \times (WH / s)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 61 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	Arus Jenuh yang disesuaikan (J)	Waktu Hijau (WH)	Waktu Siklus (s)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	4.520	24	95	1.166
Selatan	4.728	25		1.250
Timur	3.800	21		854
Barat	3.321	21		746

f. Derajat Kejenuhan

Berikut ini rumus dan perhitungan derajat kejenuhan tiap pendekat

$$D_j = q / C$$

Pada tabel berikut merupakan derajat masing-masing pendekat.

Tabel V. 62 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Volume (q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	663	1.166	0,57
Selatan	710	1.250	0,57
Timur	485	854	0,57
Barat	352	746	0,47

g. Perhitungan Antrian dan Tundaan

1) Panjang Antrian

Untuk menentukan perhitungan jumlah panjang antrian harus menentukan nilai N_q nya terlebih dahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_q = Nq1 + Nq2$$

Jika $D_j > 0,5$ maka

$$Nq1 = 0,25 \times s \times [(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{s}}]$$

Untuk hasil perhitungan N_{q1} dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 63 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Nq1 (m)
Utara	1.166	0,57	0,16
Selatan	1.250	0,57	0,16
Timur	854	0,57	0,16
Barat	746	0,47	-0,05

Kemudian untuk menghitung jumlah SMP yang datang selama waktu merah dapat dihitung sebagai berikut:

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

Untuk hasil perhitungannya pada tabel berikut:

Tabel V. 64 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah

Pendekat	Rasio Hijau	Waktu Siklus (detik)	Dj	q	Nq2
Utara	0,02	95	0,57	663	17,30
Selatan	0,02		0,57	710	18,55
Timur	0,02		0,57	485	12,64
Barat	0,03		0,47	352	9,12

Pada tabel diatas telah diketahui nilai dari Nq1 dan Nq2 maka nilai Nq dan panjang antriannya dapat diketahui melalui rumus berikut:

$$P_A = N_q \times \frac{20}{LM}$$

Untuk hasilnya pada tabel berikut ini:

Tabel V. 65 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat

Lampu Hijau dan Panjang Antrian

Pendekat	Nq	Lebar Masuk	Panjang Antrian
Utara	17,45	8,50	41
Selatan	18,71	8,50	44
Timur	12,80	7,00	37
Barat	9,06	6,40	28

2) Angka Henti

Berikut ini perhitungan Angka henti kendaraan

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

Untuk hasil perhitungan Angka Henti pada tabel berikut:

Tabel V. 66 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nq	q	Waktu Siklus (detik)	RKH
Utara	17,45	663	95	0,90
Selatan	18,71	710		0,90
Timur	12,80	485		0,90
Barat	9,06	352		0,88

$$N_{KH} = q \times RKH$$

Berikut merupakan hasil dari perhitungan dalam mencari jumlah kendaraan henti.

Tabel V. 67 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	q	RKH	NKH
Utara	663	0,90	596
Selatan	710	0,90	639
Timur	485	0,90	437
Barat	352	0,88	310

3) Tundaan

Perhitungan tundaan yaitu perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut tabel hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Tabel V. 68 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Dj	Rasio Hijau	Kapasitas (C)	Nq1 (m)	Tundaan Lalu Lintas
Utara	95	0,57	0,02	1.166	0,16	46,48
Selatan		0,57	0,02	1.250	0,16	46,51
Timur		0,57	0,02	854	0,16	46,39
Barat		0,47	0,03	746	-0,05	45,09

Untuk menghitung tundaan geometrinya yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$TG = (1 - RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4)$$

Tabel V. 69 Perhitungan Tundaan Geometri

Pendekat	RKH	RBKi	TG
Utara	0,90	0,23	3,74
Selatan	0,90	0,04	3,62
Timur	0,90	0,25	3,75
Barat	0,88	0,35	3,77

Dari tabel diatas setelah didapatkan hasil tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Totalnya.

Tabel V. 70 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total

Pendekat	q	TL	TG	T (TL+TG)	T total (qxT)
Utara	663	46,48	3,74	50,21	33.276,43
Selatan	710	46,51	3,62	50,13	35.612,73
Timur	485	46,39	3,75	50,14	24.329,65
Barat	352	45,09	3,77	48,86	17.180,42
	2210	46,51	3,77	50,3	21.732,48
					132.131,69
Tundaan Simpang Rata- Rata					59,79

2. Simpang 4 Bundaran Kecil

Tabel V. 71 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Jo	FHS	FUK	FG	FP	FBKi	FBKa	J
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,09	4.385
Selatan	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,95	1,10	4.388
Timur	3840	0,94	0,88	1,00	1,00	0,94	1,12	3.350
Barat	4200	0,94	0,88	1,00	1,00	0,97	1,11	3.721

a. Rasio Arus

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyelesaian. Berikut contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 Rq/J &= q/J \\
 &= 777/4385 \\
 &= 0,18
 \end{aligned}$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 72 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	J	Rasio Arus
	q (smp/jam)	(smp/jam)	
Utara	777	4.385	0,18
Selatan	566	4.388	0,13
Timur	531	3.350	0,16
Barat	530	3.721	0,14

b. Rasio Arus Sempang (R_{AS})

Untuk menghitung rasio arus sempang dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_{AS} &= \sum Rq/j \text{ kritis} \\
 &= (0,18+0,13+0,16) \\
 &= 0,46
 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase

Untuk mengetahui rasio fase menggunakan rasio antara $\sum Rq/j$ kritis dan R_{AS} menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_F &= Rq/j / R_{AS} \\
 &= 0,18 / 0,46 \\
 &= 0,38
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan lengkapnya pada tiap kaki sempang:

Tabel V. 73 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,18	0,38
Selatan	0,13	0,28
Timur	0,16	0,34
Barat	0,14	0,31

d. Perhitungan Siklus

Perhitungan waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode PKJI dan menggunakan siklus usulan 2 fase

1) Waktu Siklus sebelum Penyesuaian (S_{bs})

$$S_{bs} = (1,5 \times W_{HH} + 5) / (1 - R_{AS})$$

$$= (1,5 \times 18 + 5) / (1 - 0,46)$$

$$= 60 \text{ detik}$$

2) Waktu Hijau (W_H)

Setelah diketahui waktu siklus, tahap berikutnya menghitung waktu hijau sesuai perhitungan Rasio Fase setiap pendekatnya yang didapat dari rasio arus kritis dan dibagi dengan rasio arus simpang. Berikut contoh perhitungan waktu hijau:

$$W_{Hi} = (S_{bs} - W_{HH}) \times R_F$$

Tabel V. 74 Waktu Siklus dan Hijau

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,38	16
Selatan	0,28	12
Timur	0,34	14
Barat	0,31	14

Dikarenakan menggunakan 3 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah 16 detik, 12 detik dan 14 detik.

3) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Untuk waktu siklus setelah penyesuaian dihitung menggunakan rumus. Pada usulan perubahan menjadi 3 fase ini maka waktu hijau yang diambil adalah sebagai berikut:

$$s = \sum W_H + W_{HH}$$

$$= (16+12+14) + 18$$

$$= 60 \text{ detik}$$

Tabel V. 75 Diagram Fase

FASE SINYAL YANG ADA				Waktu Siklus (detik) s : 60		
Hijau	16	Hijau	12	Hijau	14	
Merah	38	Merah	42	Merah	40	
Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3	
Diagram Fase:						
Fase 1	Timur	16	3	3	38	
Fase 2	Utara - Selatan	24	12	3	3	18
Fase 3	Barat	40	14	3	3	

e. Kapasitas

Berikut merupakan rumus untuk menentukan kapasitas

$$C = J \times (WH / s)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekatan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 76 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	Arus Jenuh yang disesuaikan (J)	Waktu Hijau (WH)	Waktu Siklus (s)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	4.385	16	60	1.169
Selatan	4.388	12		851
Timur	3.350	14		799
Barat	3.721	14		887

f. Derajat Kejenuhan

Berikut ini rumus dan perhitungan derajat kejenuhan tiap pendekatan

$$D_j = q / C$$

Pada tabel berikut merupakan derajat masing-masing pendekatan.

Tabel V. 77 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Volume (q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	777	1.169	0,66
Selatan	566	851	0,66
Timur	531	799	0,66
Barat	530	887	0,60

g. Perhitungan Antrian dan Tundaan

1) Panjang Antrian

Untuk menentukan perhitungan jumlah panjang antrian harus menentukan nilai N_q nya terlebih dahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_q = N_{q1} + N_{q2}$$

Jika $D_j > 0,5$ maka

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

Untuk hasil perhitungan N_{q1} dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 78 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	N_{q1} (m)
Utara	1.169	0,66	0,47
Selatan	851	0,66	0,47
Timur	799	0,66	0,47
Barat	887	0,60	0,24

Kemudian untuk menghitung jumlah SMP yang datang selama waktu merah dapat dihitung sebagai berikut:

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

Untuk hasil perhitungannya pada tabel berikut:

Tabel V. 79 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah

Pendekat	Rasio Hijau	Waktu Siklus (detik)	D_j	q	N_{q2}
Utara	0,01	60	0,66	777	12,85
Selatan	0,01		0,66	566	9,36
Timur	0,02		0,66	531	8,76
Barat	0,02		0,60	530	8,74

Pada tabel diatas telah diketahui nilai dari N_{q1} dan N_{q2} maka nilai N_q dan panjang antriannya dapat diketahui melalui rumus berikut:

$$P_A = N_q \times \frac{20}{LM}$$

Untuk hasilnya pada tabel berikut ini:

Tabel V. 80 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian

Pendekat	N_q	Lebar Masuk	Panjang Antrian
Utara	13,32	8,50	31
Selatan	9,83	8,50	23
Timur	9,23	6,40	29
Barat	8,98	7,00	26

2) Angka Henti

Berikut ini perhitungan Angka henti kendaraan

$$RKH = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600$$

Untuk hasil perhitungan Angka Henti pada tabel berikut:

Tabel V. 81 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	N_q	q	Waktu Siklus (detik)	RKH
Utara	13,32	777	60	0,93
Selatan	9,83	566		0,94
Timur	9,23	531		0,94
Barat	8,98	530		0,92

$$N_{KH} = q \times RKH$$

Berikut merupakan hasil dari perhitungan dalam mencari jumlah kendaraan henti.

Tabel V. 82 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	q	RKH	NKH
Utara	777	0,93	722
Selatan	566	0,94	533
Timur	531	0,94	500
Barat	530	0,92	487

3) Tundaan

Perhitungan tundaan yaitu perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut tabel hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Tabel V. 83 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Dj	Rasio Hijau	Kapasitas (C)	Nq1 (m)	Tundaan Lalu Lintas
Utara	60	0,66	0,01	1.169	0,47	30,79
Selatan		0,66	0,01	851	0,47	31,34
Timur		0,66	0,02	799	0,47	31,30
Barat		0,60	0,02	887	0,24	30,18

Untuk menghitung tundaan geometrinya yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$TG = (1 - R_{KH}) \times PB \times 6 + (R_{KH} \times 4)$$

Tabel V. 84 Perhitungan Tundaan Geometri

Pendekat	RKH	RBKi	TG
Utara	0,93	0,28	3,83
Selatan	0,94	0,33	3,88
Timur	0,94	0,35	3,89
Barat	0,92	0,19	3,77

Dari tabel diatas setelah didapatkan hasil tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Totalnya.

Tabel V. 85 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total

Pendekat	q	TL	TG	T (TL+TG)	T total (qxT)
Utara	777	30,79	3,83	34,63	26.910,13
Selatan	566	31,34	3,88	35,22	19.932,51
Timur	531	31,30	3,89	35,19	18.684,87
Barat	530	30,18	3,77	33,95	17.996,39
	2404	31,34	3,89	35,2	24.688,39
					108.212,29
Tundaan Simpang Rata- Rata					45,01

5.2.4 Analisis Analisis Kinerja Simpang Kondisi Usulan I (4 Fase)

Dari analisis usulan pertama yaitu dengan melakukan pengaturan ulang pada waktu siklus dengan 2 fase dan 3 Fase. Selanjutnya dilakukan usulan yaitu dengan pengaturan ulang pada waktu siklus dengan 4 fase. Berikut perhitungan kinerja kedua simpang yang dikaji pada kondisi usulan kedua:

1. Simpang 4 Bundaran Burung

Tabel V. 86 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Jo	FHS	FUK	FG	FP	FBKi	FBKa	J
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,11	4.520
Selatan	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,99	1,13	4.728
Timur	4200	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,14	3.800
Barat	3840	0,94	0,88	1,00	1,00	0,94	1,11	3.321

a. Rasio Arus

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyelesaian. Berikut contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 Rq/J &= q/J \\
 &= 663/4520 \\
 &= 0,15
 \end{aligned}$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 87 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	J	Rasio Arus
	q (smp/jam)	(smp/jam)	
Utara	663	4.520	0,15
Selatan	710	4.728	0,15
Timur	395	3.800	0,10
Barat	244	3.321	0,07

b. Rasio Arus Simpang (R_{AS})

Untuk menghitung rasio arus simpang dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_{AS} &= \sum Rq/j \text{ kritis} \\
 &= (0,15+0,15+0,10+0,07) \\
 &= 0,47
 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase

Untuk mengetahui rasio fase menggunakan rasio antara $\Sigma Rq/j$ kritis dan R_{AS} menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R_F &= Rq/j / R_{AS} \\ &= 0,15 / 0,47 \\ &= 0,31 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan lengkapnya pada tiap kaki simpang:

Tabel V. 88 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,15	0,31
Selatan	0,15	0,32
Timur	0,10	0,22
Barat	0,07	0,16

d. Perhitungan Siklus

Perhitungan waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode PKJI dan menggunakan siklus usulan 3 fase

1) Waktu Siklus sebelum Penyesuaian (S_{bs})

$$\begin{aligned} S_{bs} &= (1,5 \times W_{HH} + 5) / (1 - R_{AS}) \\ &= (1,5 \times 32 + 5) / (1 - 0,47) \\ &= 101 \text{ detik} \end{aligned}$$

2) Waktu Hijau (W_H)

Setelah diketahui waktu siklus, tahap berikutnya menghitung waktu hijau sesuai perhitungan Rasio Fase setiap pendekatnya yang didapat dari rasio arus kritis dan dibagi dengan rasio arus simpang. Berikut contoh perhitungan waktu hijau:

$$W_{Hi} = (S_{bs} - W_{HH}) \times R_F$$

Tabel V. 89 Waktu Siklus dan Hijau

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,31	21
Selatan	0,32	22
Timur	0,22	15
Barat	0,16	11

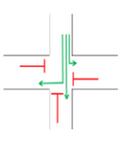
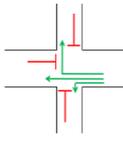
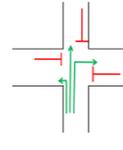
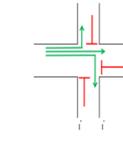
Dikarenakan menggunakan 4 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah seluruhnya.

3) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Untuk waktu siklus setelah penyesuaian dihitung menggunakan rumus. Pada usulan perubahan menjadi 3 fase ini maka waktu hijau yang diambil adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 s &= \sum W_H + W_{HH} \\
 &= (21+22+15+11) + 32 \\
 &= 101 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 90 Diagram Fase

FASE SINYAL YANG ADA								Waktu Siklus (detik) s : 101
								
Hijau	21	Hijau	22	Hijau	15	Hijau	11	
Merah	72	Merah	71	Merah	78	Merah	82	
Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3	
Diagram Fase :								
FASE 1	JL. RTAMBLONO 3							
FASE 2	JL. RTAMBLONO 2							
FASE 3	JL. IR. SOEKARNO							
FASE 4	JL. ADONS SAMAD							

e. Kapasitas

Berikut merupakan rumus untuk menentukan kapasitas

$$C = J \times (WH / s)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 91 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	Arus Jenuh yang disesuaikan (J)	Waktu Hijau (WH)	Waktu Siklus (s)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	4.520	21	101	954
Selatan	4.728	22		1.022
Timur	3.800	15		569
Barat	3.321	11		352

f. Derajat Kejenuhan

Berikut ini rumus dan perhitungan derajat kejenuhan tiap pendekat

$$D_j = q / C$$

Pada tabel berikut merupakan derajat masing-masing pendekat.

Tabel V. 92 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Volume (q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	663	954	0,69
Selatan	710	1.022	0,69
Timur	395	569	0,69
Barat	244	352	0,69

g. Perhitungan Antrian dan Tundaan

1) Panjang Antrian

Untuk menentukan perhitungan jumlah panjang antrian harus menentukan nilai Nq nya terlebih dahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Nq = Nq_1 + Nq_2$$

Jika $D_j > 0,5$ maka

$$Nq_1 = 0,25 \times s \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{s}} \right]$$

Untuk hasil perhitungan Nq_1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 93 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Nq1 (m)
Utara	954	0,69	0,61
Selatan	1.022	0,69	0,61
Timur	569	0,69	0,61
Barat	352	0,69	0,61

Kemudian untuk menghitung jumlah SMP yang datang selama waktu merah dapat dihitung sebagai berikut:

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

Untuk hasil perhitungannya pada tabel berikut:

Tabel V. 94 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah

Pendekat	Rasio Hijau	Waktu Siklus (detik)	Dj	q	Nq2
Utara	0,03	124	0,57	663	22,50
Selatan	0,03		0,57	710	24,13
Timur	0,03		0,57	485	16,43
Barat	0,04		0,47	352	11,84

Pada tabel diatas telah diketahui nilai dari Nq1 dan Nq2 maka nilai Nq dan panjang antriannya dapat diketahui melalui rumus berikut:

$$P_A = N_q \times \frac{20}{LM}$$

Untuk hasilnya pada tabel berikut ini:

Tabel V. 95 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian

Pendekat	Nq	Lebar Masuk	Panjang Antrian
Utara	19,05	8,50	45
Selatan	20,38	8,50	48
Timur	11,59	7,00	33
Barat	7,39	6,40	23

2) Angka Henti

Berikut ini perhitungan Angka henti kendaraan

$$RKH = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600$$

Untuk hasil perhitungan Angka Henti pada tabel berikut:

$$N_{KH} = q \times R_{KH}$$

Tabel V. 96 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nq	q	Waktu Siklus (detik)	RKH
Utara	19,05	663	101	0,92
Selatan	20,38	710		0,92
Timur	11,59	395		0,94
Barat	7,39	244		0,97

Berikut merupakan hasil dari perhitungan dalam mencari jumlah kendaraan henti.

Tabel V. 97 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	q	RKH	NKH
Utara	663	0,92	612
Selatan	710	0,92	655
Timur	395	0,94	373
Barat	244	0,97	238

3) Tundaan

Perhitungan tundaan yaitu perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut tabel hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Tabel V. 98 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Dj	Rasio Hijau	Kapasitas (C)	Nq1 (m)	Tundaan Lalu Lintas
Utara	101	0,69	0,02	954	0,61	51,28
Selatan		0,69	0,02	1.022	0,61	51,19
Timur		0,69	0,03	569	0,61	52,57
Barat		0,69	0,03	352	0,61	54,72

Untuk menghitung tundaan geometrinya yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$TG = (1 - RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4)$$

Tabel V. 99 Perhitungan Tundaan Geometri

Pendekat	RKH	RBKi	TG
Utara	0,92	0,23	3,80
Selatan	0,92	0,04	3,70
Timur	0,94	0,25	3,86
Barat	0,97	0,35	3,95

Dari tabel diatas setelah didapatkan hasil tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Totalnya.

Tabel V. 100 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total

Pendekat	q	TL	TG	T (TL+TG)	T total (qxT)
Utara	663	51,28	3,80	55,08	36.497,62
Selatan	710	51,19	3,70	54,89	38.995,02
Timur	395	52,57	3,86	56,43	22.301,11
Barat	244	54,72	3,95	58,67	14.335,64
	2013	54,72	3,95	58,7	22.541,61
					134.671,00
Tundaan Simpang Rata- Rata					66,91

2. Simpang 4 Bundaran Kecil

Tabel V. 101 Arus Jenuh Setelah Penyesuaian

Pendekat	Jo	FHS	FUK	FG	FP	FBKi	FBKa	J
	(smp/jam)							(smp/jam)
Utara	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,96	1,09	4.385
Selatan	5100	0,94	0,88	1,00	1,00	0,95	1,10	4.388
Timur	3840	0,94	0,88	1,00	1,00	0,94	1,12	3.350
Barat	4200	0,94	0,88	1,00	1,00	0,97	1,11	3.721

a. Rasio Arus

Rasio arus didapatkan dari pembagian antara arus masing-masing pendekat yang dibagi dengan arus jenuh setelah penyelesaian.

Berikut contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 Rq/J &= q/J \\
 &= 777/4385 \\
 &= 0,18
 \end{aligned}$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 102 Perhitungan Rasio Arus

Pendekat	Arus	J	Rasio Arus
	q (smp/jam)	(smp/jam)	
Utara	777	4.385	0,18
Selatan	566	4.388	0,13
Timur	402	3.350	0,12
Barat	408	3.721	0,11

b. Rasio Arus Sempang (R_{AS})

Untuk menghitung rasio arus sempang dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_{AS} &= \sum Rq/j \text{ kritis} \\
 &= (0,18+0,13+0,12+0,11) \\
 &= 0,54
 \end{aligned}$$

c. Rasio Fase

Untuk mengetahui rasio fase menggunakan rasio antara $\sum Rq/j$ kritis dan R_{AS} menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_F &= Rq/j / R_{AS} \\
 &= 0,18 / 0,54 \\
 &= 0,33
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan lengkapnya pada tiap kaki sempang:

Tabel V. 103 Perhitungan Rasio Fase

Pendekat	Rasio Arus	Rasio Fase
Utara	0,18	0,33
Selatan	0,13	0,24
Timur	0,12	0,22
Barat	0,11	0,20

d. Perhitungan Siklus

Perhitungan waktu siklus pada kondisi usulan pertama diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan metode PKJI dan menggunakan siklus usulan 4 fase

1) Waktu Siklus sebelum Penyesuaian (S_{bs})

$$\begin{aligned}
 S_{bs} &= (1,5 \times W_{HH} + 5) / (1 - R_{AS}) \\
 &= (1,5 \times 24 + 5) / (1 - 0,54) \\
 &= 88 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

2) Waktu Hijau (W_H)

Setelah diketahui waktu siklus, tahap berikutnya menghitung waktu hijau sesuai perhitungan Rasio Fase setiap pendekatnya yang didapat dari rasio arus kritis dan dibagi dengan rasio arus simpang. Berikut contoh perhitungan waktu hijau:

$$W_{Hi} = (S_{bs} - W_{HH}) \times R_F$$

Tabel V. 104 Waktu Siklus dan Hijau

Pendekat	Rasio Fase	Waktu Hijau (detik)
Utara	0,33	21
Selatan	0,24	15
Timur	0,22	14
Barat	0,20	13

Dikarenakan menggunakan 4 fase maka waktu hijau yang digunakan adalah seluruhnya.

3) Waktu Siklus Setelah Penyesuaian

Untuk waktu siklus setelah penyesuaian dihitung menggunakan rumus. Pada usulan perubahan menjadi 3 fase ini maka waktu hijau yang diambil adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 s &= \sum W_H + W_{HH} \\
 &= (21+15+14+13) + 24 \\
 &= 88 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel V. 105 Diagram Fase

FASE SINYAL YANG ADA				Waktu Siklus (detik)	
				s : 88	
Hijau	21	Hijau	15	Hijau	14
Merah	61	Merah	67	Merah	68
Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3
Diagram Fase :					
FASE 1	JL. IMAM BONOLU 2	21	3	3	61
FASE 2	JL. RTA MILONO 7	15	3	3	40
FASE 3	JL. DIPONEGORO 1	14	3	3	30
FASE 4	JL. G. OBOS 1	13	3	3	30

e. Kapasitas

Berikut merupakan rumus untuk menentukan kapasitas

$$C = J \times (WH / s)$$

Untuk perhitungan kapasitas masing-masing pendekat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 106 Perhitungan Nilai Kapasitas Tiap Pendekat

Pendekat	Arus Jenuh yang disesuaikan (J)	Waktu Hijau (WH)	Waktu Siklus (s)	Kapasitas (smp/jam)
Utara	4.385	21	88	1.056
Selatan	4.388	15		769
Timur	3.350	14		546
Barat	3.721	13		555

f. Derajat Kejenuhan

Berikut ini rumus dan perhitungan derajat kejenuhan tiap pendekat

$$D_j = q / C$$

Pada tabel berikut merupakan derajat masing-masing pendekat.

Tabel V. 107 Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Volume (q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan
Utara	777	1.056	0,74
Selatan	566	769	0,74
Timur	531	546	0,74
Barat	530	555	0,74

g. Perhitungan Antrian dan Tundaan

1) Panjang Antrian

Untuk menentukan perhitungan jumlah panjang antrian harus menentukan nilai N_q nya terlebih dahulu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_q = Nq1 + Nq2$$

Jika $D_j > 0,5$ maka

$$Nq1 = 0,25 \times s \times [(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{s}}]$$

Untuk hasil perhitungan $Nq1$ dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel V. 108 Perhitungan Jumlah SMP yang Tersisa pada Fase Sebelumnya

Pendekat	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan	Nq1 (m)
Utara	1.056	0,74	0,83
Selatan	769	0,74	0,83
Timur	546	0,74	0,83
Barat	555	0,74	0,83

Kemudian untuk menghitung jumlah SMP yang datang selama waktu merah dapat dihitung sebagai berikut:

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

Untuk hasil perhitungannya pada tabel berikut:

Tabel V. 109 Perhitungan Jumlah SMP yang Datang pada Fase Merah

Pendekat	Rasio Hijau	Waktu Siklus (detik)	Dj	q	Nq2
Utara	0,02	88	0,74	777	18,96
Selatan	0,02		0,74	566	13,81
Timur	0,03		0,74	402	9,79
Barat	0,02		0,74	408	9,95

Pada tabel diatas telah diketahui nilai dari N_{q1} dan N_{q2} maka nilai N_q dan panjang antriannya dapat diketahui melalui rumus berikut:

$$P_A = N_q \times \frac{20}{LM}$$

Untuk hasilnya pada tabel berikut ini:

Tabel V. 110 Perhitungan Rata - Rata Antrian Kendaraan Pada Awal Isyarat Lampu Hijau dan Panjang Antrian

Pendekat	Nq	Lebar Masuk	Panjang Antrian
Utara	19,80	8,50	47
Selatan	14,64	8,50	34
Timur	10,62	6,40	33
Barat	10,78	7,00	31

2) Angka Henti

Berikut ini perhitungan Angka henti kendaraan

$$RKH = 0,9 \times \frac{N_q}{q \times s} \times 3600$$

Untuk hasil perhitungan Angka Henti pada tabel berikut:

Tabel V. 111 Perhitungan Angka Henti

Pendekat	Nq	q	Waktu Siklus (detik)	RKH
Utara	19,80	777	88	0,93
Selatan	14,64	566		0,95
Timur	10,62	402		0,97
Barat	10,78	408		0,97

$$N_{KH} = q \times R_{KH}$$

Berikut merupakan hasil dari perhitungan dalam mencari jumlah kendaraan henti.

Tabel V. 112 Perhitungan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	q	RKH	NKH
Utara	777	0,93	726
Selatan	566	0,95	537
Timur	402	0,97	390
Barat	408	0,97	395

3) Tundaan

Perhitungan tundaan yaitu perhitungan tundaan lalu lintas dan tundaan geometri, berikut tabel hasil perhitungannya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Tabel V. 113 Perhitungan Tundaan Lalu Lintas

Pendekat	Waktu Siklus (detik)	Dj	Rasio Hijau	Kapasitas (C)	Nq1 (m)	Tundaan Lalu Lintas
Utara	77	0,74	0,02	1.056	0,83	45,88
Selatan		0,74	0,02	769	0,83	46,93
Timur		0,74	0,03	546	0,83	48,18
Barat		0,74	0,02	555	0,83	48,24

Untuk menghitung tundaan geometrinya yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$TG = (1 - RKH) \times PB \times 6 + (RKH \times 4)$$

Tabel V. 114 Perhitungan Tundaan Geometri

Pendekat	RKH	RBKi	TG
Utara	0,93	0,28	3,85
Selatan	0,95	0,33	3,90
Timur	0,97	0,35	3,94
Barat	0,97	0,19	3,91

Dari tabel diatas setelah didapatkan hasil tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Totalnya.

Tabel V. 115 Perhitungan Tundaan Rata-Rata dan Tundaan Total

Pendekat	q	TL	TG	T (TL+TG)	T total (qxT)
Utara	777	45,88	3,85	49,72	38.640,25
Selatan	566	46,93	3,90	50,83	28.771,05
Timur	402	48,18	3,94	52,12	20.940,00
Barat	408	48,24	3,91	52,15	21.281,61
	2153	48,24	3,94	52,2	32.947,28
					142.580,20
Tundaan Simpang Rata- Rata					66,22

5.3 Perbandingan Kinerja Simpang

Langkah selanjutnya setelah dilakukan usulan-usulan penangan pemecahan masalah dalam meningkatkan kinerja Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil, kemudian dapat dilanjutkan dengan membuat perbandingan terhadap masing-masing perhitungan kinerja simpang bertujuan untuk menemukan kinerja paling baik untuk dijadikan rekomendasi usulan terbaik dalam penanganan permasalahan yang terjadi pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil. Dibawah ini merupakan tabel perbandingan kinerja simpang pada Kondisi Eksisting dan Kondisi Usulan pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil.

Berikut merupakan tabel perbandingan kinerja simpang kondisi eksisting dan kondisi usulan.

Tabel V. 116 Tabel Perbandingan Kinerja Simpanan Kondisi Eksisting dan Kondisi Usulan

Pendekat	Kondisi			
	Eksisting	Usulan 1		
		2 Fase	3 Fase	4 Fase
Derajat Kejenuhan (DS)	0,58	0,5	0,54	0,69
Antrian	46,53	25,83	44,01	47,96
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	65,18	29,56	59,79	66,91
Tingkat Pelayanan	F	D	E	F
Derajat Kejenuhan (DS)	0,56	0,53	0,65	0,74
Antrian	44,53	25,88	31,33	46,58
Tundaan Rata-Rata (det/smp)	62,58	29,39	45,01	66,22
Tingkat Pelayanan	F	D	E	F

Dilihat pada tabel perbandingan usulan diatas, bahwa usulan berupa pengaturan ulang fase pada masing-masing simpang dengan percobaan 2 fase, 3 fase dan 4 fase. Hasil dari ke-3 percobaan ini membuahkan hasil yang cukup signifikan lebih dominan pada percobaan pada 2 fase terutama pada tundaan dan antrian. Simpang 4 Bundaran Burung memiliki tundaan dari 65,18 det/smp menjadi 29,56 det/smp serta antrian dari 46,53 m menjadi 25,83 m. Kemudian pada Simpang 4 Bundaran Kecil memiliki tundaan dari 62,58 det/smp menjadi 29,39 det/smp serta antriannya dari 44,53 m menjadi 25,88 m.

5.4 Kondisi Pengaturan Lalu Lintas

5.4.1 Skenario 1 Pengaturan Fase yang Terbaik

Pada analisis yang telah dilakukan perbandingan tiap-tiap fase, pengaturan APILL 2 fase dapat dipilih karena memberikan kapasitas terbesar dengan tundaan yang terendah dibandingkan dengan pengaturan pengaturan fase lainnya. Namun dengan pengaturan 2 fase belum memadai terdapat konflik yang menyebabkan Tingkat kecelakaan tinggi sehingga perlu dilakukan evaluasi arus belok kanan dengan dipisahkan dari arus lurus dan menyediakan lajur untuk memisahkannya. Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023, pengaturan arus belok kanan yang terpisah hanya dilakukan bila arusnya melebihi 200 SMP/jam, tetapi pemisahan dapat tetap dilakukan pemisahan walaupun arus belok kanan lebih rendah dari 200 SMP/ jam dengan pertimbangan peningkatan terhadap keselamatan lalu lintas. Berikut referensi dari pengaturan 2 fase:

1. Simpang 4 Bundaran Burung

Tabel V. 117 Tabel Skenario Pengaturan Fase Simpang 4 Bundaran Burung

No	Jumlah Fase	Tipikal Pengaturan	Kegunaan
1	2	Pada Fase 1, khusus belok kanan dari pendekat Selatan	Mengurangi konflik dengan lengan pendekat Utara
2	2	Pada Fase 2, khusus belok kanan dari pendekat Timur	Mengurangi konflik dengan lengan pendekat Barat

Untuk penghilangan titik dan area konflik pada Simpang 4 Bundaran Burung dapat dilakukan dengan cara pada fase 1 untuk khusus belok kanan dari pendekat Selatan dikarenakan Volume arus lalu lintasnya lebih tinggi sehingga dapat menfurangi konflik dengan lengan pendekat Utara. Pada Fase 2 untuk khusus belok kanan dari pendekat Timur sehingga Mengurangi konflik dengan lengan pendekat Barat. Dapat juga ditambahkan pada tiap pendekat kaki simpang dengan membuat pulau lalu lintas dan mengganti U- Turn menjadi setelah persimpangan.

2. Simpang 4 Bundaran Kecil

Tabel V. 118 Tabel Skenario Pengaturan Fase Simpang 4 Bundaran Burung

No	Jumlah Fase	Tipikal Pengaturan	Kegunaan
1	2	Pada Fase 1, khusus belok kanan dari pendekat Utara	Mengurangi konflik dengan lengan pendekat Selatan
2	2	Pada Fase 2, khusus belok kanan dari pendekat Timur	Mengurangi konflik dengan lengan pendekat Barat

Untuk penghilangan titik dan area konflik pada Simpang 4 Bundaran Kecil dapat dilakukan dengan cara pada fase 1 untuk khusus belok kanan dari pendekat Utara dikarenakan Volume arus lalu lintasnya lebih tinggi sehingga dapat menfurangi konflik dengan lengan pendekat Selatan. Pada

Fase 2 untuk khusus belok kanan dari pendekat Timur sehingga Mengurangi konflik dengan lengan pendekat Barat. Dapat juga ditambahkan pada tiap pendekat kaki simpang dengan membuat pulau lalu lintas dan mengganti U- Turn menjadi setelah persimpangan.

5.4.2 Skenario 2 Upaya Penanganan Keselamatan

Setelah Penyebab kecelakaan pada kedua simpang yang dikaji yaitu pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil terdapat 2 faktor yaitu manusia dan prasarana jalan.

1. Manusia

Penyebab kecelakaan akibat faktor manusia pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil. Pelaku pengendara dan kronologi kecelakaannya diketahui bahwa banyak pengendara yang tidak menguasai kendaraan, kelalaian dan mengantuk, melebihi batas kecepatan bahkan tidak menghidupkan lampu. Langkah yang dapat diambil untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan memperketat penerbitan SIM agar pengguna jalan dapat mengendarai kendaraan dengan benar-benar mahir dan dapat mematuhi peraturan yang berlaku tentang keselamatan dalam berkendara. Selain itu upaya yang dapat dilakukan dengan memberikan rambu-rambu peringatan pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil.

2. Prasarana Jalan

Upaya yang perlu dilakukan untuk meningkatkan keselamatan jalan pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil dengan cara melakukan perbaikan serta penambahan prasarana jalan pada titik-titik yang dianggap perlu. Setelah dilakukan analisis terkait prasarana yaitu dengan pengaturan ulang fase, yang awalnya menggunakan 4 fase menjadi 2 fase dan 3 fase Tingkat kecelakaan pada kedua Simpang tersebut mengalami peningkatan. Dengan adanya pengaturan ulang fase tersebut konflik arus lalu lintas dari arah yang berbeda menjadi ada yang berlawanan dari masing-masing arah keluar masuknya kendaraan. Selain penyebabnya dari analisis pengaturan ulang fase terdapat beberapa penyebab kondisi prasarana

lalu lintas yang kurang baik atau tidak adanya rambu yang diperlukan, pudarnya zebra cross untuk fasilitas penyeberangan dan beberapa lampu penerangan jalan yang kondisinya sudah memburuk. Berikut contoh pemasangan rambu di beberapa titik Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil:

a. Simpang 4 Bundaran Burung



Kondisi Eksisting



Kondisi Usulan

Gambar V. 10 Usulan Penanganan Pemasangan Rambu APILL



Kondisi Eksisting



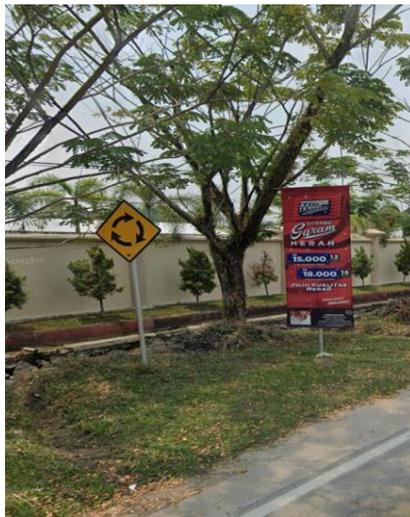
Kondisi Usulan

Gambar V. 11 Usulan Penanganan Pemasangan Rambu Pemberhentian Angkutan Umum



Gambar V. 12 Usulan Penanganan Pemasangan Rambu Dilarang Belok Kanan

b. Simpang 4 Bundaran Kecil



Kondisi Eksisting



Kondisi Usulan

Gambar V. 13 Usulan Penanganan Pemasangan Rambu APILL

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis yang telah dilakukan pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil pada kondisi eksisting dan upaya penanganannya sebagai berikut:

1. Kedua simpang adalah Simpang 4 bersinyal yang dari hasil analisis kondisi eksisting di dapat nilai:
 - a. Simpang 4 Bundaran Burung: derajat kejenuhan sebesar 0,58 dengan panjang antrian sebesar 46,53 meter serta tundaan rata-rata sebesar 65,18 det/smp.
 - b. Simpang 4 Bundaran Kecil: derajat kejenuhan sebesar 0,56 dengan panjang antrian sebesar 44,53 meter serta tundaan rata-rata sebesar 62,58 det/smp.
2. Dari hasil analisis pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil maka didapatkan kinerja usulan yaitu:
 - a. Pengaturan Ulang Fase
 - 1) Simpang 4 Bundaran Burung
 - 2 Fase: derajat kejenuhan sebesar 0,50 dengan panjang antrian sebesar 25,83 meter serta tundaan rata-rata sebesar 29,56 det/smp.
 - 3 Fase: derajat kejenuhan sebesar 0,54 dengan panjang antrian sebesar 44,01 meter serta tundaan rata-rata sebesar 59,79 det/smp.
 - 4 Fase: derajat kejenuhan sebesar 0,69 dengan panjang antrian sebesar 47,96 meter serta tundaan rata-rata sebesar 66,91 det/smp.

Dalam Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dijelaskan bahwa tingkat pelayanan pada persimpangan dilihat dari tundaan lalu lintasnya, hasil dari ke-3 percobaan ini membuahkan hasil yang cukup signifikan lebih dominan pada

percobaan pada 2 fase terutama pada tundaan dan antrian. Sehingga pengaturan menjadi 2 fase dapat diartikan menjadi rekomendasi skenario kinerja terbaik pada Simpang 4 Bundaran Burung.

2) Simpang 4 Bundaran Kecil

2 Fase: derajat kejenuhan sebesar 0,53 dengan panjang antrian sebesar 25,88 meter serta tundaan rata-rata sebesar 29,39 det/smp.

3 Fase: derajat kejenuhan sebesar 0,65 dengan panjang antrian sebesar 31,33 meter serta tundaan rata-rata sebesar 45,01 det/smp.

4 Fase: derajat kejenuhan sebesar 0,74 dengan panjang antrian sebesar 46,58 meter serta tundaan rata-rata sebesar 66,22 det/smp.

Dalam Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dijelaskan bahwa tingkat pelayanan pada persimpangan dilihat dari tundaan lalu lintasnya, hasil dari ke-3 percobaan ini membuahkan hasil yang cukup signifikan lebih dominan pada percobaan pada 2 fase terutama pada tundaan dan antrian. Sehingga pengaturan menjadi 2 fase dapat diartikan menjadi rekomendasi skenario kinerja terbaik pada Simpang 4 Bundaran Kecil.

6.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari hasil analisis dan pembahasan data adalah sebagai berikut:

1. Perlu penerapan sistem pengaturan waktu yang memaksimalkan efisiensi, yaitu tidak terlalu lama dalam fase lampu merah agar tidak terjadi tundaan yang tinggi dan antrian yang panjang, dan juga tidak terlalu cepat dalam fase lampu hijau agar volume kendaraan yang lewat tidak terlalu kecil sehingga mengurangi derajat kejenuhan pada persimpangan yang telah dikaji.

2. Perlu dilakukan penangan peningkatan kinerja pada Simpang 4 Bundaran Burung dan Simpang 4 Bundaran Kecil agar lebih baik berdasarkan indikator kinerja persimpangan bersinyal dengan penyesuaian waktu siklus yang telah dianalisa dengan perubahan 2 fase pada Simpang 4 Bundaran Burung dan perubahan 2 fase pada Simpang 4 Bundaran Kecil agar lebih optimal.
3. Setelah mendapatkan skenario kinerja terbaik yang diterapkan pada persimpangan dengan pengaturan ulang 2 fase, maka perlu mempertimbangkan sisi keselamatan bagi pengendara dengan cara menghilangkan titik konfliknya mengevaluasi arus belok kanan, dan pembuatan pulau lalu lintas.
4. Perlu dilakukan penelitian dan analisis lebih lanjut dengan studi kasus yang sama dengan usulan perubahan tipe pengendali simpang berupa bundaran.

DAFTAR PUSTAKA

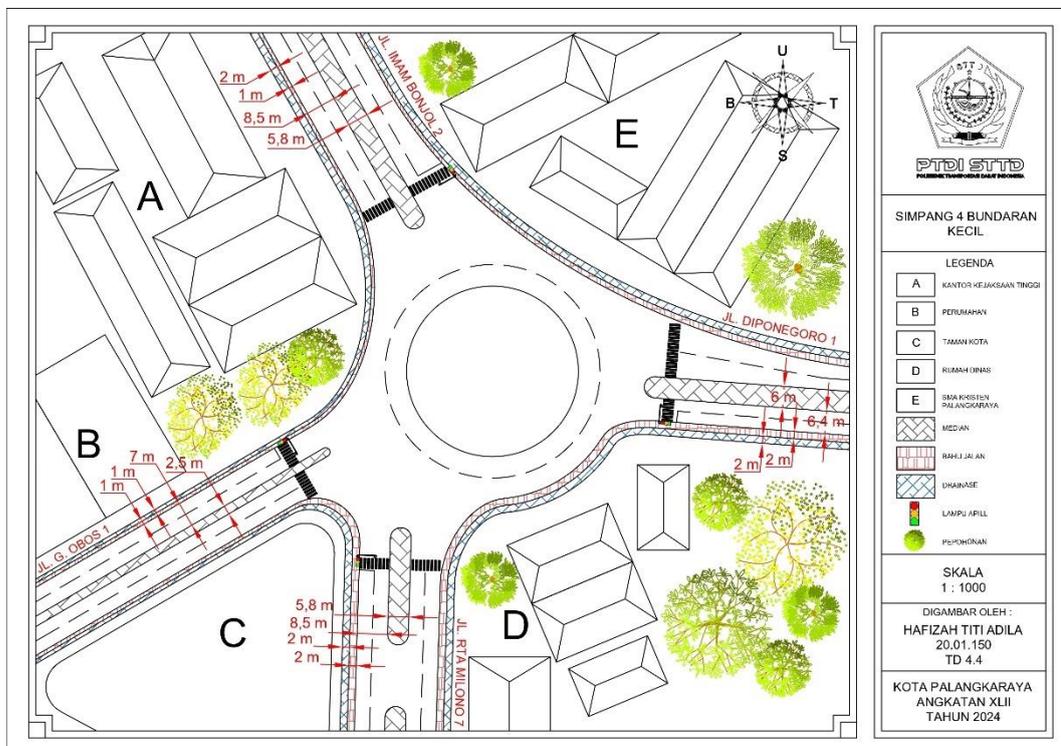
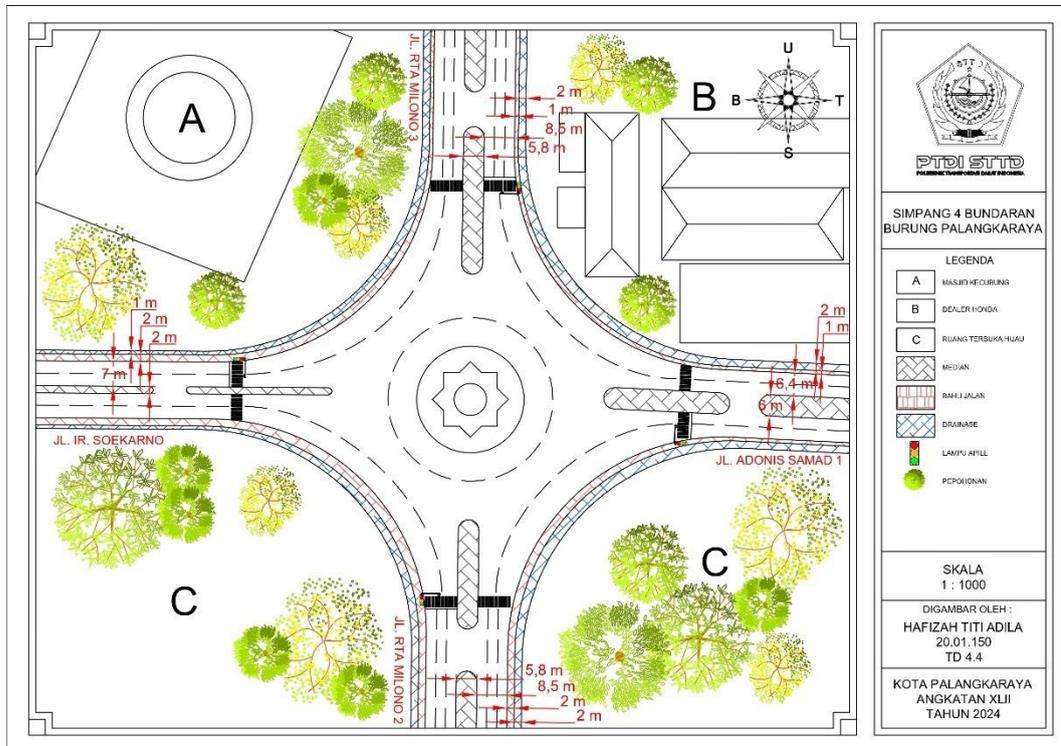
- _____. 2022. *Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- _____. 1993. "Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana Dan Lalu Lintas Jalan."
- _____. 2009. "Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan."
- AASHTO. 2001. *In American Association of State Highway and Transportation Officials*.
- Abubakar, and Dkk. 1995. *Sistem Transportasi Kota*. Jakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Abubakar, Iskandar. 1995. *Menuju Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan Yang Tertib*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Bina, Direktorat, and Sistem Lalu Lintas Dan Angkutan Kota. 1999. "Teknik Pengumpulan Dan Pengolahan Data Angkutan Umum."
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2023. "Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia." *Kementerian PUPR* 2(21): 352.
- Khisty, C Jotin, and Kent Lall B. 2005. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kusmaryono, I. Buku Ajar Rekayasa Jalan Raya 1.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2015. "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas."
- Raharjo, N. (2022). *Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya*.
- Ramadhani, R., & Lestari, L. (2017). Disain Perencanaan Alternatif Pengendalian Persimpangan (Studi Kasus: Persimpangan Rajawali Kota Palembang). *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 2(2), 137-145.
- Tamin, Ofyar Z. 2000. *Perencanaan Dan Permodelan Transportasi*. Bandung, Indonesia: Penerbit ITB.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Survei CTMC

WAKTU		KENDARAAN BERMOTOR											KENDARAAN TIDAK BERMOTOR		
		ANGKUTAN PRIBADI		ANGKUTAN UMUM			ANGKUTAN BARANG								
Jam	Menit	Sepeda Motor	Mobil	MPU	Bus Kecil	Bus Sedang	Pick Up	Truk Kecil	Truk Sedang	Truk Tangki	Truk Besar	Container 20 feet	Motor Roda 3	Sepeda	Becak
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
06.00 - 06.15	↑														
	↘														
06.15 - 06.30	↑														
	↘														
06.30 - 06.45	↑														
	↘														
06.45 - 07.00	↑														
	↘														
07.00 - 07.15	↑														
	↘														
07.15 - 07.30	↑														
	↘														
07.30 - 07.45	↑														
	↘														
07.45 - 08.00	↑														
	↘														
12.00 - 12.15	↑														
	↘														
12.15 - 12.30	↑														
	↘														
12.30 - 12.45	↑														
	↘														
12.45 - 13.00	↑														
	↘														
13.00 - 13.15	↑														
	↘														
13.15 - 13.30	↑														
	↘														
13.30 - 13.45	↑														
	↘														
13.45 - 14.00	↑														
	↘														
16.00 - 16.15	↑														
	↘														
16.15 - 16.30	↑														
	↘														
16.30 - 16.45	↑														
	↘														
16.45 - 17.00	↑														
	↘														
17.00 - 17.15	↑														
	↘														
17.15 - 17.30	↑														
	↘														
17.30 - 17.45	↑														
	↘														
17.45 - 18.00	↑														
	↘														

Lampiran 2 Kondisi Eksisting



Lampiran 3 SIG I Simpang 4 Bundaran Burung

SIMPANG BERSINYAL							Formulir SIG-I					
Formulir SIG-I:			Tanggal	0								
GEOMETRI			Kota	:PALANGKA RAYA								
PENGATURAN LALU LINTAS			Simpang	:Simpang 4 Bundaran Burung								
LINGKUNGAN			Ukuran Kota	:294067								
			Perihal	:								
			Periode	: Jam Sibuk Pagi - Sore								
FASE SINYAL YANG ADA												
												Waktu Siklus (detik) C : 101
								Waktu Hilang Total LTI = Σ IG= 32				
Hijau	29	Hijau	29	Hijau	14	Hijau	14					
Merah	75	Merah	75	Merah	90	Merah	90					
Kuning	5	Kuning	5	Kuning	5	Kuning	5					
Diagram Fase :												
FASE 1	JL. RTA MILONO 3	29	5	3	75							
FASE 2	JL. RTA MILONO 2	30			29	5	3	45				
FASE 3	JL. IR. SOEKARNO	50						14	5	3	40	
FASE 4	JL. ADONIS SAMAD	90						14		5	3	
KONDISI LAPANGAN												
Kode Pendekat	Tipe Lingkungan jalan	Hambatan Samping	Median Ya/Tidak	Kelandaian (+/- %)	Belok Kiri Langsung (BKLT)	Jarak ke Kendaraan Parkir (m)	Lebar Pendekat (m)					
							pada awal lajur	pada garis henti	pada lajur belok kiri	pada lajur keluar		
							L	L _M	L _{BKLT}	L _K		
							m	m	m	m		
U	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	4,25	4,25	0	4,25		
S	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	4,25	4,25	0	4,25		
T	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	3,5	3,5	0	3,5		
B	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	3,2	3,2	0	3,2		

Lampiran 4 SIG II Simpang 4 Bundaran Burung

SIMPANG BERSINYAL														Formulir SIG-II			
Formulir SIG-II														0			
ARUS LALU LINTAS																	
Tanggal :																	
Kota :PALANGKA RAYA																	
Simpang :Simpang 4 Bundaran Burung																	
Kode Pendekat	Arah	ARUS KENDARAAN BERMOTOR (MV)										KEND.TDK BERMOTOR					
		Mobil Penumpang (MP)			Kendaraan Sedang (KS)			Sepeda Motor (SM)			Kendaraan Bermotor Total MV			Rasio Berbelok Kiri	Rasio Berbelok Kanan	Arus KTB (Kend/jam)	Rasio KTB terhadap arus total
		emp terlindung = 1			emp terlindung = 1,3			emp terlindung = 0,15									
		emp terlawan = 1			emp terlawan = 1,3			emp terlawan = 0,4									
		kend/jam	smp/jam	terlindung	terlawan	kend/jam	smp/jam	terlindung	terlawan	kend/jam	smp/jam	terlindung	terlawan	Rbki	Rbka		Rktb
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Utara	Bki / BKLT	125	125	125	6	8	8	185	28	74	317	161	208	0,23		0	0,000
	Lurus	255	255	255	6	8	8	116	17	46	372	280	309			0	0,000
	Bka	57	57	57	47	61	61	685	103	274	789	221	392	0,43		0	0,000
	Total	437	437	437	46	78	78	986	148	394	1483	663	909			0	0,000
Selatan	Bki / BKLT	10	10	10	9	12	12	30	5	12	50	27	34	0,04		0	0,000
	Lurus	310	310	310	25	33	33	228	34	91	563	377	434			0	0,000
	Bka	149	149	149	55	72	72	573	86	229	778	307	450	0,49		0	0,000
	Total	470	470	470	89	116	116	831	125	332	1390	710	918			0	0,000
Timur	Bki / BKLT	72	72	72	15	19	19	75	11	30	162	102	121	0,25		0	0,000
	Lurus	32	32	32	29	38	38	87	13	35	148	83	104			0	0,000
	Bka	105	105	105	58	76	76	198	30	79	361	210	260	0,54		0	0,000
	Total	209	209	209	102	133	133	360	54	144	671	395	485			0	0,000
Barat	Bki / BKLT	76	76	76	0	0	0	117	18	47	192	94	123	0,35		0	0,000
	Lurus	60	60	60	0	0	0	58	9	23	118	69	83			0	0,000
	Bka	44	44	44	0	0	0	254	38	102	298	82	145	0,41		0	0,000
	Total	180	180	180	0	0	0	429	64	172	609	244	352			0	0,000

Lampiran 5 SIG I Simpang 4 Bundaran Kecil

Formulir SIG-I											
SIMPANG BERSINYAL			Tanggal : 0								
Formulir SIG-I:			Kota : PALANGKA RAYA								
GEOMETRI			Simpang : Simpang 4 Bundaran Kecil								
PENGATURAN LALU LINTAS			Ukuran Kota : 294.067								
LINGKUNGAN			Perihal :								
			Periode : Jam Sibuk Pagi - Sore								
FASE SINYAL YANG ADA											
Waktu Siklus (detik) s : 88											
Waktu Hilang Total LTI = Σ IG= 24											
Hijau	30	Hijau	30	Hijau	15	Hijau	15				
Merah	75	Merah	75	Merah	90	Merah	90				
Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3	Kuning	3				
Diagram Fase :											
FASE 1	JL. IMAM BONJOL 2	30	3	3	75	111					
FASE 2	JL. RTA MILONO 7	30	3	3	45	111					
FASE 3	JL. DIPONEGORO 1	50	15	3	3	40	111				
FASE 4	JL. G. OBOS 1	90	15	3	3	111					
KONDISI LAPANGAN											
Kode Pendekat	Tipe Lingkungan jalan	Hambatan Samping	Median Ya/Tidak	Kelandaian (+/- %)	Belok Kiri Langsung (BKLT)	Jarak ke Kendaraan Parkir (m)	Lebar Pendekat (m)				
							pada awal lajur	pada garis henti	pada lajur belok kiri	pada lajur keluar	
							L	L _M	L _{BKLT}	L _K	
							m	m	m	m	
U	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	8,5	8,5	0	8,5	
S	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	8,5	8,5	0	8,5	
T	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	6,4	6,4	0	6,4	
B	KOM	SEDANG	YA	-	YA	0	7	7	0	7	

Lampiran 6 SIG II Simpang 4 Bundaran Kecil

Formulir SIG-II																		
SIMPANG BERSINYAL			Tanggal :															
Formulir SIG-II			Kota : PALANGKA RAYA															
ARUS LALU LINTAS			Simpang : Simpang 4 Bundaran Kecil															
Kode Pendekat	Arah	ARUS KENDARAAN BERMOTOR (MV)														KEND. TDK BERMOTOR		
		Mobil Penumpang (MP)				Kendaraan Sedang (KS)				Sepeda Motor (SM)				Kendaraan Bermotor Total MV		Rasio Berbelok Kiri	Rasio Berbelok Kanan	Rasio KTB terhadap arus total
		emp terlindung = 1 emp terlawan = 1				emp terlindung = 1,3 emp terlawan = 1,3				emp terlindung = 0,15 emp terlawan = 0,4								
		kend/jam	smp/jam terlindung	smp/jam terlawan	kend/jam	smp/jam terlindung	smp/jam terlawan	kend/jam	smp/jam terlindung	smp/jam terlawan	kend/jam	smp/jam terlindung	smp/jam terlawan	R _{BK}	R _{BKa}	R _{KTB}		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	
Utara	Bki / BKLT	177	177	177	3	4	4	257	39	103	437	220	284	0,28			0	0,000
	Lurus	376	376	376	3	4	4	52	8	21	431	387	400				0	0,000
	Bka	51	51	51	10	13	13	706	106	283	767	170	347		0,34		0	0,000
Total	604	604	604	16	21	21	1.016	152	406	1.636	777	1.031					0	0,000
Selatan	Bki / BKLT	151	151	151	4	5	5	258	39	103	413	195	259	0,33			0	0,000
	Lurus	202	202	202	0	0	0	66	10	26	268	212	229				0	0,000
	Bka	59	59	59	14	18	18	549	82	220	622	159	296		0,38		0	0,000
Total	411	411	411	18	24	24	873	131	349	1.302	566	784					0	0,000
Timur	Bki / BKLT	116	116	116	8	11	11	141	21	56	266	148	184	0,35			0	0,000
	Lurus	58	58	58	4	5	5	119	18	48	180	80	110				0	0,000
	Bka	109	109	109	20	26	26	517	39	103	386	173	238		0,45		0	0,000
Total	283	282	282	32	42	42	517	78	207	832	402	531					0	0,000
Barat	Bki / BKLT	48	48	48	1	1	1	137	21	55	185	69	103	0,19			0	0,000
	Lurus	164	164	164	2	2	2	117	18	47	282	183	212				0	0,000
	Bka	117	117	117	3	4	4	234	35	94	354	156	215		0,41		0	0,000
Total	328	328	328	5	7	7	488	73	195	821	408	530					0	0,000