

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA LALU LINTAS PADA JARINGAN
JALAN DI DALAM KAMPUS UNHAS MENGGUNAKAN
PIRANTI LUNAK SIDRA**

***TRAFFIC PERFORMANCE ANALYSIS OF THE ROAD
NETWORK IN THE UNHAS CAMPUS USING SIDRA
SOFTWARE***

**A. AMRULLAH. T
D011 18 1335**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**ANALISIS KINERJA LALU LINTAS PADA JARINGAN JALAN DI DALAM
KAMPUS UNHAS MENGGUNAKAN PIRANTI LUNAK SIDRA**

Disusun dan diajukan oleh:

A. AMRULLAH. T

D011 18 1335

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 22 September 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM
NIP: 197309262000121002



Dr. Ir. H. Mubassirang Pasra, M.T.
NIP: 196311271992031001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805202002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, nama A. Amrullah. T, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Analisis Kinerja Lalu Lintas Pada Jaringan Jalan di Dalam Kampus Unhas Menggunakan Piranti Lunak Sidra**", adalah karya ilmiah penulis sendiri, dan belum pernah digunakan untuk mendapatkan gelar apapun dan dimanapun.

Karya ilmiah ini sepenuhnya milik penulis dan semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Gowa, 10 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



A. Amrullah. T
D011 18 1335

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya susun guna memenuhi salah satu persyaratan akademik untuk menyelesaikan studi program Strata I Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Keluarga tercinta, Bapak **Mayor (Purn) H. A. Thalib Palingkai** dan Ibu **Hj. Masuara** serta kak **Anisa Rahmadani, S.Pd.**, dan kak **A. Asnawawi, S.Ak.** atas segala doa dan dukungan selama perkuliahan hingga pelaksanaan ujian.
2. Bapak **Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak **Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, S.T. M.Eng.** Sebagai Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.** sebagai Pembimbing I dan Bapak **Dr. Ir. H. Mubassirang Pasra, M.T.** sebagai Pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
5. Ibu **Ir. Hajriyanti Yatmar, ST., M.Eng.** dan Kak **Muhammad Ikhsan Sabil, ST.** yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Para dosen serta staf Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Teman-teman yang senantiasa membantu serta menyemangati selama masa perkuliahan: **Alif Candra Chlarah, Hari Anggara, Yusril Ramadhan, Asruddin Machmud, Ricky Rinaldi, Hikmawati, Muh. Tsaqif Abdul Manaf, Novi Azizah ST, Muthiah Afifah Putri, Andi Muhammad Yusril, Nabilah Jailani, Andi Annisa TR, Muh Rifan Fadlillah, dan Andi Dania Triska Fiyanda.**
8. Teman-teman asisten Laboratorium Rekayasa Sistem Transportasi **Ricky, Andrian, Ahmad, Nugi, Ebuq, Dillah, Izza** yang selalu membantu dan memberi dorongan.

9. Teman-teman Semut 18: **Afifah, Ana, Asmud, Asti, Candra, Egi, Eka, Feby, Hari, Hikma, Manaf, Mega C, Novi ST, Ricky, Rifky, dan Sukma** yang senantiasa membantu dan menghibur selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman Mentor 2019 yang senantiasa menyemangati dalam masa perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir ini.
11. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2018 (TRANSISI 2019) yang telah memberikan semangat, dukungan doa, dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak sempat disebutkan satu persatu namanya. Semoga Tuhan membalas budi baik dengan amalan yang setimpal.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu saya menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Gowa, 10 Agustus 2022

Penyusun

ABSTRAK

Perkembangan Kampus UNHAS memberi konsekuensi perlunya kebutuhan sarana dan prasarana transportasi dalam mendukung pergerakan orang dan barang. Perencanaan transportasi yang baik sangat dibutuhkan untuk masalah-masalah yang muncul akibat perkembangan di kampus UNHAS.

Penelitian ini menggunakan MKJI 1997 dan SIDRA sebagai metode analisis untuk mengetahui kinerja pada persimpangan Jaringan Jalan di dalam Kampus UNHAS. Hasil dari analisis kinerja dengan menggunakan program SIDRA akan dibandingkan dengan MKJI 1997 untuk mengetahui apakah program SIDRA dapat digunakan untuk menganalisis persimpangan yang berada di Indonesia.

Berdasarkan uji signifikansi pada derajat kejenuhan, panjang antrian, tingkat pelayanan dan tundaan diperoleh bahwa semua simpang pada semua metode yang digunakan memiliki nilai signifikansi ($p\ value$) $\geq 0,05$ menunjukkan bahwa metode SIDRA, MKJI, dan PKJI tidak memiliki perbedaan hasil analisis yang signifikan.

Kata Kunci : Analisis Kinerja, Jaringan Jalan, SIDRA *Intersection*, Kampus UNHAS

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	5
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Jalan.....	7
B. Persimpangan	9
C. Kinerja Simpang.....	19
D. Manajemen Lalu Lintas.....	20
E. <i>Signalized Intersection Design and Research Aid (SIDRA)</i>	24
F. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)	37
G. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)	54
H. Uji Signifikansi.....	56
BAB 3. METODE PENELITIAN	58
A. Kerangka Kerja Penelitian	58
B. Metode Pengumpulan Data	59
C. Metode Analisis Data	74
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	76
A. Karakteristik Lalu Lintas.....	76

B. Penyesuaian Dengan Kondisi Lapangan.....	94
C. Analisis Kinerja Jaringan Jalan dengan Software SIDRA	97
D. Analisis Kinerja Jaringan Jalan dengan Metode MKJI 1997	134
E. Analisis Kinerja Jaringan Jalan dengan Metode PKJI 2014.....	147
F. Perbandingan dan Uji Signifikansi SIDRA terhadap MKJI dan PKJI	160
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	168
A. Kesimpulan	168
A.1. Derajat Kejenuhan	168
A.2. Panjang Antrian	170
A.3. Tingkat Pelayanan dan Tundaan.....	172
B. Saran.....	175
DAFTAR PUSTAKA.....	176

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jenis Persimpangan Jalan Sebidang.....	11
Gambar 2. Jenis Persimpangan Jalan Tak Sebidang.....	12
Gambar 3. Arus Memisah.....	14
Gambar 4. Arus Menggabung	14
Gambar 5. Arus Menyilang	14
Gambar 6. Arus Memotong	15
Gambar 7. Titik Konflik pada Persimpangan.....	16
Gambar 8. Contoh Siklus Persimpangan Empat Lengan Prioritas Belok Kanan.....	17
Gambar 9. Prinsip Rerouting pada Jaringan Jalan	18
Gambar 10. Persimpangan Tidak Sebidang (<i>Diamond Interchange And Cloverleaf Interchange</i>)	19
Gambar 11. Tampilan <i>Software SIDRA</i>	25
Gambar 12. Bagan Alir Operasi SIDRA	36
Gambar 13. Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian (Fg)	42
Gambar 14. Faktor Koreksi Parkir (FP).....	43
Gambar 15. Koreksi Belok Kiri (FLT)	44
Gambar 16. Koreksi Belok Kanan (<i>FRT</i>)	45
Gambar 17. Diagram Alir Penelitian	58
Gambar 18 Lokasi Penelitian	59
Gambar 19 Titik Surveyor di Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS	63
Gambar 20 Titik Surveyor di Simpang Pintu 2 – Jalan Perintis Kemerdekaan	64
Gambar 21 Titik Surveyor di Simpang Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS	65
Gambar 22 Titik Surveyor di Simpang Pintu 0 UNHAS	66
Gambar 23 Titik Surveyor di Simpang PNUP	67
Gambar 24 Titik Surveyor di Simpang Kera-kera.....	68
Gambar 25 Titik Surveyor di Simpang Sahabat	69

Gambar 26 Titik Surveyor di Simpang Damai	70
Gambar 27 Titik Surveyor di Bundaran UNHAS	71
Gambar 28. Diagram Alir Analisis SIDRA	75
Gambar 29 Waktu siklus lampu lalu lintas tiap fase.....	81
Gambar 30 Volume Kendaraan di Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS Lengan Timur.....	82
Gambar 31 Volume Kendaraan di Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS Lengan Utara	83
Gambar 32 Volume Kendaraan di Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS Lengan Barat	83
Gambar 33 Volume Kendaraan Simpang Pintu 2 UNHAS – Perintis Kemerdekaan Lengan Barat.....	84
Gambar 34 Volume Kendaraan Simpang Pintu 2 UNHAS – Perintis Kemerdekaan Lengan Utara	84
Gambar 35 Volume Kendaraan Simpang Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS Lengan Barat Laut	85
Gambar 36 Volume Kendaraan Simpang Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS Lengan Barat Daya	85
Gambar 37 Volume Kendaraan Simpang Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS Pendekat Pintu 2 UNHAS.....	86
Gambar 38 Volume Kendaraan Simpang Pintu 0 Pendekat Jalan Utama UNHAS Timur.....	86
Gambar 39 Volume Kendaraan Simpang Pintu 0 Pendekat Pintu 0	87
Gambar 40 Volume Kendaraan Simpang Pintu 0 Pendekat Jalan Utama UNHAS Barat.....	87
Gambar 41 Volume Kendaraan Simpang PNUP Pendekat Jalan Utama UNHAS Selatan	88
Gambar 42 Volume Kendaraan Simpang PNUP Pendekat Masuk PNUP88	
Gambar 43 Volume Kendaraan Simpang PNUP Pendekat Jalan Utama UNHAS Utara.....	89

Gambar 44 Volume Kendaraan Simpang Kera kera Pendekat Jalan Utama UNHAS Timur	89
Gambar 45 Volume Kendaraan Simpang Kera kera Pendekat Jalan Utama UNHAS Selatan	90
Gambar 46 Volume Kendaraan Simpang Kera kera Pendekat Jalan Kera kera	90
Gambar 47 Volume Kendaraan Simpang Sahabat Pendekat Jalan Utama UNHAS	91
Gambar 48 Volume Kendaraan Simpang Sahabat Pendekat Jalan Sahabat	91
Gambar 49 Volume Kendaraan Simpang Damai Pendekat Jalan Utama UNHAS	92
Gambar 50 Volume Kendaraan Simpang Damai Pendekat Jalan Damai	92
Gambar 51 Volume Kendaraan Bundaran UNHAS Pendekat Jalan Utama UNHAS Timur	93
Gambar 52 Volume Kendaraan Bundaran UNHAS Pendekat Jalan Utama UNHAS Selatan	93
Gambar 53 Volume Kendaraan Bundaran UNHAS Pendekat Jalan Utama UNHAS Barat.....	94
Gambar 54 Penyesuaian Lajur di Simpang Pintu 1 UNHAS.....	95
Gambar 55 Penyesuaian Lajur di Simpang Pintu 2 UNHAS – Perintis Kemerdekaan.....	95
Gambar 56 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Pintu 1 UNHAS pada jam hari libur.....	97
Gambar 57 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Pintu 1 UNHAS pada jam hari kerja	98
Gambar 58 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Pintu 2 – Perintis Kemerdekaan pada jam hari libur	99
Gambar 59 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Pintu 2 – Perintis Kemerdekaan pada jam hari kerja	99

Gambar 60 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Pintu 2 – Jalan Utama UNHAS pada jam hari libur	100
Gambar 61 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Pintu 2 – Jalan Utama UNHAS pada jam hari kerja	100
Gambar 62 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Pintu 0 UNHAS jam hari libur.....	101
Gambar 63 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Pintu 0 UNHAS pada jam hari kerja	101
Gambar 64 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang PNUP jam hari libur	102
Gambar 65 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang PNUP pada jam hari kerja	102
Gambar 66 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Kera kera hari libur	103
Gambar 67 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Kera kera hari kerja	103
Gambar 68 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Sahabat hari libur	104
Gambar 69 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Sahabat hari kerja	104
Gambar 70 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Damai hari libur	105
Gambar 71 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Damai hari kerja	105
Gambar 72 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Bundaran UNHAS hari libur	106
Gambar 73 Informasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Bundaran UNHAS hari kerja	106
Gambar 74 Informasi Panjang Antrian Simpang Pintu 1 UNHAS jam hari Libur	107

Gambar 75 Informasi Panjang Antrian Simpang Pintu 1 UNHAS jam hari Kerja.....	107
Gambar 76 Informasi panjang antrian Simpang Pintu 2 UNHAS – Perintis Kemerdekaan pada hari libur	108
Gambar 77 Informasi panjang antrian Simpang Pintu 2 UNHAS – Perintis Kemerdekaan pada hari kerja	108
Gambar 78 Informasi panjang antrian Simpang Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS pada hari libur.....	109
Gambar 79 Informasi panjang antrian Simpang Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS pada hari kerja.....	109
Gambar 80 Informasi panjang antrian Simpang Pintu 0 pada hari libur .	110
Gambar 81 Informasi panjang antrian Simpang Pintu 0 pada hari kerja	110
Gambar 82 Informasi panjang antrian Simpang PNUP hari libur	111
Gambar 83 Informasi panjang antrian Simpang PNUP pada hari kerja .	111
Gambar 84 Informasi panjang antrian Simpang Kera kera hari libur	112
Gambar 85 Informasi panjang antrian Simpang Kera kera hari kerja.....	112
Gambar 86 Informasi panjang antrian Simpang Sahabat hari libur	113
Gambar 87 Informasi panjang antrian Simpang Sahabat hari kerja	113
Gambar 88 Informasi panjang antrian Simpang Damai hari libur	113
Gambar 89 Informasi panjang antrian Simpang Damai hari kerja	114
Gambar 90 Informasi panjang antrian Bundaran UNHAS hari libur	114
Gambar 91 Informasi panjang antrian Bundaran UNHAS hari kerja	114
Gambar 92 Informasi tundaan Simpang Pintu 1 UNHAS pada hari libur	116
Gambar 93 Informasi tundaan Simpang Pintu 1 UNHAS pada hari kerja	116
Gambar 94 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Pintu 1 UNHAS hari libur	117
Gambar 95 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Pintu 1 UNHAS hari kerja	117
Gambar 96 Informasi tundaan Simpang Pintu 2 UNHAS – Perintis Kemerdekaan hari libur.....	118

Gambar 97 Informasi tundaan Simpang Pintu 2 UNHAS – Perintis Kemerdekaan hari kerja.....	118
Gambar 98 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Pintu 2 UNHAS – Perintis Kemerdekaan hari libur.....	119
Gambar 99 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Pintu 2 UNHAS – Perintis Kemerdekaan hari kerja.....	119
Gambar 100 Informasi tundaan Simpang Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS hari libur	120
Gambar 101 Informasi tundaan Simpang Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS hari kerja	120
Gambar 102 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS hari libur.....	121
Gambar 103 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS hari kerja.....	121
Gambar 104 Informasi tundaan Simpang Pintu 0 hari libur	122
Gambar 105 Informasi tundaan Simpang Pintu 0 hari kerja	122
Gambar 106 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Pintu 0 hari libur.....	123
Gambar 107 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Pintu 0 hari kerja.....	123
Gambar 108 Informasi tundaan Simpang PNUP hari libur	124
Gambar 109 Informasi tundaan Simpang PNUP hari kerja	124
Gambar 110 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Simpang PNUP hari libur	125
Gambar 111 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Simpang PNUP hari kerja	125
Gambar 112 Informasi tundaan Simpang Kera kera hari libur.....	126
Gambar 113 Informasi tundaan Simpang Kera kera hari kerja.....	126
Gambar 114 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Simpang Kera kera hari libur	127
Gambar 115 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Simpang Kera kera hari kerja	127
Gambar 116 Informasi tundaan Simpang Sahabat hari libur.....	128

Gambar 117 Informasi tundaan Simpang Sahabat hari kerja	128
Gambar 118 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Simpang Sahabat hari libur	129
Gambar 119 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Simpang Sahabat hari kerja	129
Gambar 120 Informasi tundaan Simpang Damai hari libur	130
Gambar 121 Informasi tundaan Simpang Damai hari kerja	130
Gambar 122 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Simpang Damai hari libur	131
Gambar 123 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Simpang Damai hari kerja	131
Gambar 124 Informasi tundaan Bundaran UNHAS hari libur	132
Gambar 125 Informasi tundaan Bundaran UNHAS hari kerja	132
Gambar 126 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Bundaran UNHAS hari libur	133
Gambar 127 Informasi Visual Tingkat Pelayanan Bundaran UNHAS hari kerja	133

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Tingkat Pelayanan Persimpangan dengan APILL	21
Tabel 2 Tingkat Pelayanan Persimpangan tanpa APILL	22
Tabel 3. Tingkat Pelayanan Berdasarkan Keterlambatan.....	28
Tabel 4. Nilai Ekuivalen Kendaraan Penumpang (emp)	38
Tabel 5. Faktor Koreksi Ukuran Kota (FCS)	41
Tabel 6. Faktor koreksi Hambatan Samping (FSF)	42
Tabel 7. Tingkat Pelayanan Untuk Simpang Bersinyal	54
Tabel 8 Penentuan Uji Signifikansi yang digunakan	56
Tabel 9 Perlengkapan Survei	62
Tabel 10 Matriks Rangkaian Kegiatan Survei	74
Tabel 11 Geometrik jalan pada Simpang Pintu 1 UNHAS	76
Tabel 12 Geometrik jalan pada Simpang Pintu 2 UNHAS – Perintis.....	77
Tabel 13 Geometrik jalan pada Simpang Pintu 2 UNHAS – Jalan Utama UNHAS	77
Tabel 14 Geometrik jalan pada Simpang Pintu 0 UNHAS	78
Tabel 15 Geometrik jalan pada Simpang PNUP	78
Tabel 16 Geometrik jalan pada Simpang Kera-kera	79
Tabel 17 Geometrik jalan pada Simpang Sahabat	79
Tabel 18 Geometrik jalan pada Simpang Damai.....	80
Tabel 19 Geometrik jalan pada Bundaran UNHAS	80
Tabel 20 Fase dan arah pergerakan di Simpang Pintu 1 UNHAS.....	81
Tabel 21 Waktu siklus lampu lalu lintas tiap pendekatan.....	81
Tabel 22 Penyesuaian Jarak Antrian Kendaraan.....	96
Tabel 23 Nilai Penyesuaian Kapasitas Jalan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari libur menggunakan MKJI 1997	135
Tabel 24 Nilai Penyesuaian Kapasitas Jalan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari kerja menggunakan MKJI 1997	135
Tabel 25 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari libur menggunakan MKJI 1997	136

Tabel 26 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari kerja menggunakan MKJI 1997	136
Tabel 27 Kapasitas jalan Simpang Tak Bersinyal pada Hari Libur menggunakan MKJI 1997.....	137
Tabel 28 Kapasitas jalan Simpang Tak Bersinyal pada Hari Kerja menggunakan MKJI 1997.....	137
Tabel 29 Derajat Kejenuhan Simpang Tak Bersinyal di hari libur menggunakan MKJI 1997.....	138
Tabel 30 Derajat Kejenuhan Simpang Tak Bersinyal di hari kerja menggunakan MKJI 1997.....	138
Tabel 31 Parameter Geometri Bagian Bundaran UNHAS menggunakan MKJI 1997	139
Tabel 32 Kapasitas jalan Bundaran UNHAS menggunakan MKJI 1997	139
Tabel 33 Derajat Kejenuhan Bundaran UNHAS pada hari libur menggunakan MKJI 1997.....	140
Tabel 34 Derajat Kejenuhan Bundaran UNHAS pada hari kerja menggunakan MKJI 1997.....	140
Tabel 35 Panjang Antrian Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari libur menggunakan MKJI 1997.....	141
Tabel 36 Panjang Antrian Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari kerja menggunakan MKJI 1997.....	141
Tabel 37 Tundaan dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari libur menggunakan MKJI 1997	142
Tabel 38 Tundaan dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari kerja menggunakan MKJI 1997	142
Tabel 39 Tundaan Simpang Tak Bersinyal pada hari libur menggunakan MKJI 1997.....	143
Tabel 40 Tundaan Simpang Tak Bersinyal pada hari kerja menggunakan MKJI 1997.....	144
Tabel 41 Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal pada hari libur menggunakan MKJI 1997.....	145

Tabel 42 Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal pada hari kerja menggunakan MKJI 1997.....	145
Tabel 43 Tundaan dan Tingkat Pelayanan Bundaran UNHAS pada hari libur menggunakan MKJI 1997.....	146
Tabel 44 Tundaan dan Tingkat Pelayanan Bundaran UNHAS pada hari kerja menggunakan MKJI 1997.....	146
Tabel 45 Nilai Penyesuaian Kapasitas Jalan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari libur menggunakan PKJI 2014.....	148
Tabel 46 Nilai Penyesuaian Kapasitas Jalan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari kerja menggunakan PKJI 2014.....	148
Tabel 47 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari libur menggunakan PKJI 2014.....	149
Tabel 48 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari kerja menggunakan PKJI 2014.....	149
Tabel 49 Kapasitas jalan Simpang Tak Bersinyal pada Hari Libur menggunakan PKJI 2014	150
Tabel 50 Kapasitas jalan Simpang Tak Bersinyal pada Hari Kerja menggunakan PKJI 2014	150
Tabel 51 Derajat Kejenuhan Simpang Tak Bersinyal di hari libur menggunakan PKJI 2014	151
Tabel 52 Derajat Kejenuhan Simpang Tak Bersinyal di hari kerja menggunakan PKJI 2014	151
Tabel 53 Parameter Geometri Bagian Bundaran UNHAS menggunakan PKJI 2014	152
Tabel 54 Kapasitas jalan Bundaran UNHAS menggunakan PKJI 2014 .	152
Tabel 55 Derajat Kejenuhan Bundaran UNHAS pada hari libur menggunakan PKJI 2014	153
Tabel 56 Derajat Kejenuhan Bundaran UNHAS pada hari kerja menggunakan PKJI 2014	153
Tabel 57 Panjang Antrian Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari libur menggunakan PKJI 2014	154

Tabel 58 Panjang Antrian Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari kerja menggunakan PKJI 2014	154
Tabel 59 Tundaan dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari libur menggunakan PKJI 2014.....	155
Tabel 60 Tundaan dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Pintu 1 UNHAS pada hari kerja menggunakan PKJI 2014.....	155
Tabel 61 Tundaan Simpang Tak Bersinyal pada hari libur menggunakan PKJI 2014	156
Tabel 62 Tundaan Simpang Tak Bersinyal pada hari kerja menggunakan PKJI 2014	157
Tabel 63 Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal pada hari libur menggunakan PKJI 2014	158
Tabel 64 Tingkat Pelayanan Simpang Tak Bersinyal pada hari kerja menggunakan PKJI 2014	158
Tabel 65 Tundaan dan Tingkat Pelayanan Bundaran UNHAS pada hari libur menggunakan PKJI 2014	159
Tabel 66 Tundaan dan Tingkat Pelayanan Bundaran UNHAS pada hari kerja menggunakan PKJI 2014	159
Tabel 67 Rekap Analisis Derajat Kejenuhan.....	160
Tabel 68 Uji Signifikansi Untuk Derajat Kejenuhan di Semua Simpang .	161
Tabel 69 Rekap Analisis Panjang Antrian	162
Tabel 70 Uji Signifikansi Untuk Panjang Antrian	162
Tabel 71 Rekap Analisis Tundaan.....	163
Tabel 72 Uji Signifikansi Untuk Tundaan pada Semua Simpang	164
Tabel 73. Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (emp) simpang bersinyal untuk MKJI 1997	165
Tabel 74 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (emp) simpang tak bersinyal untuk PKJI 2014	165
Tabel 75. Nilai Ekuivalen Kendaraan Ringan (ekr) simpang bersinyal untuk PKJI 2014	166

Tabel 76 Nilai Ekvivalen Kendaraan Ringan (ekr) simpang tak bersinyal untuk PKJI 2014	166
Tabel 77. Nilai <i>Passenger Car Equivalent</i> untuk <i>SIDRA Intersection</i>	166
Tabel 78 Perbedaan MKJI, PKJI dan SIDRA	167

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana bagi kelancaran lalu lintas baik di perkotaan maupun pedesaan. Dengan pesatnya pembangunan suatu daerah sehingga semakin padat pula lalu lintasnya. Meningkatnya jumlah kendaraan di jalan raya dapat menimbulkan kemacetan lalu lintas yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan. Kemacetan serta kesibukan lalu lintas itu sering terjadi pada ruas jalan atau persimpangan jalan.

Universitas Hasanuddin (UNHAS) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan dengan jumlah mahasiswa sebanyak 21.554 orang. Lokasi kampus UNHAS terletak di Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar. Kampus UNHAS menempati areal seluas 220 hektare.

Perkembangan Kampus UNHAS memberi konsekuensi perlunya kebutuhan sarana dan prasarana transportasi dalam mendukung pergerakan orang dan barang. Perencanaan transportasi yang baik sangat dibutuhkan untuk masalah-masalah yang muncul akibat perkembangan di kampus UNHAS.

Lalu lintas di Kampus UNHAS terkonsentrasi pada jalan-jalan utama yang berada di jalan pintu I, jalan pintu II, maupun jalan utama UNHAS. Seiring dengan meningkatnya jumlah mahasiswa dan tingginya intensitas

kegiatan pendidikan, maka berpengaruh pada kinerja jaringan jalan. Jaringan jalan akan mengalami kemacetan, antrian atau tundaan yang dapat mengganggu kelancaran serta kenyamanan berkendara. Karena hal itu, maka timbullah permasalahan transportasi di kampus, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan tingkat pelayanan jalan yang disebabkan penggunaan ruang jalan.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah usaha untuk memahami sistem lalu lintas yang sedang berjalan sehingga dapat menentukan solusi dari permasalahan lalu lintas yang ada. Sehingga digunakan model simulasi dengan perangkat lunak SIDRA *Intersection* Versi 8. Berdasarkan SIDRA *Intersection User Guide*, SIDRA *Intersection* merupakan alat analitik mikro berbasis jalur lanjutan untuk desain dan evaluasi persimpangan individual dan persimpangan jaringan termasuk pemodelan kelas gerakan terpisah (kendaraan ringan, kendaraan berat, bus, sepeda, truk besar, kereta api / trem, dan sebagainya). SIDRA *Intersection* mampu memperkirakan kapasitas, tingkat pelayanan dan berbagai ukuran kinerja termasuk tundaan, panjang antrian dan pemberhentian untuk kendaraan dan pejalan kaki, serta konsumsi bahan bakar, emisi polutan dan biaya operasi.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul:

**“ANALISIS KINERJA LALU LINTAS PADA JARINGAN JALAN DI
DALAM KAMPUS UNHAS MENGGUNAKAN PIRANTI LUNAK SIDRA”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja lalu lintas pada jaringan jalan di dalam kampus UNHAS dengan menggunakan piranti lunak SIDRA?
2. Bagaimana kinerja lalu lintas pada jaringan jalan di dalam kampus UNHAS dengan menggunakan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014?
3. Bagaimana perbandingan kinerja lalu lintas antara piranti lunak SIDRA dengan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja lalu lintas eksisting pada jaringan jalan di dalam kampus UNHAS dengan menggunakan piranti lunak SIDRA
2. Menganalisis kinerja lalu lintas pada jaringan jalan di dalam kampus UNHAS dengan menggunakan piranti lunak SIDRA
3. Membandingkan kinerja lalu lintas antara piranti lunak SIDRA dengan metode MKJI 1997 dan PKJI 2014

D. Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, ditetapkan beberapa batasan terhadap tinjauan yang dilakukan agar tidak menyimpang dari tujuan yang akan dicapai. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada jaringan jalan di dalam kampus UNHAS yaitu simpang Pintu 1 UNHAS, simpang pintu II UNHAS (luar), Simpang pintu 2 UNHAS (dalam), simpang pintu 0 UNHAS, Simpang PNUP, Simpang Kera kera, Simpang Sahabat, Simpang Damai, Bundaran Tri Dharma Pendidikan UNHAS, Ruas Pintu 1 UNHAS, Ruas GOR UNHAS, Ruas Sekolah Pascasarjana, Ruas Fakultas Kedokteran, Ruas Fakultas Ilmu Budaya, dan Ruas Pintu 2 UNHAS.
2. Analisis data menggunakan data primer yaitu berupa data yang diperoleh saat survei volume lalu lintas pada titik tersebut.
3. Jenis kendaraan yang dianalisis pada penelitian ini yaitu kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor.
4. Survei lalu lintas dilaksanakan pada periode pukul 07.00 – 09.00, 11.00 – 13.00 dan 16.00 – 18.00 WITA.
5. Kinerja jaringan jalan dianalisis dengan menggunakan piranti *SIDRA Intersection* dan metode MKJI 1997.

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diharapkan manfaat yang akan diperoleh sebagai berikut:

1. Mengetahui kinerja jaringan jalan eksisting di dalam kampus UNHAS dengan menggunakan piranti lunak SIDRA *Intersection*.
2. Mengetahui proyeksi kinerja jaringan jalan di dalam kampus UNHAS dengan menggunakan piranti lunak SIDRA *Intersection*.
3. Menjadi masukan dan bahan pertimbangan, baik untuk pihak kampus UNHAS maupun Pemerintah Kota Makassar dalam perencanaan kinerja jalan, penentuan tingkat pelayanan jalan, dan manajemen lalu-lintas yang tepat agar mendapatkan keamanan, kenyamanan, dan kelancaran bagi pemakai jalan.

F. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis mencoba mengikuti aturan penulisan karya ilmiah yang benar dan mencoba membagi isi dari tugas akhir ini dalam bentuk bab-bab yang merupakan pokok-pokok uraian masalah penelitian yang disusun secara sistematis. Isi setiap bab secara garis besar adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai teori-teori dan literatur terkait dengan objek dan/atau metodologi penelitian yang berasal dari buku-buku maupun dari tulisan-tulisan lain yang mendukung pencapaian tujuan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai uraian data dan metode penelitian, bahan penelitian, peralatan penelitian dan cara pengujian yang dilakukan terhadap data-data yang diperoleh serta batasan dan asumsi yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil penelitian dan pengolahan data serta pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dari hasil penelitian secara singkat dan jelas sebagai jawaban dari masalah yang diangkat dalam penelitian serta memberikan saran-saran sehubungan dengan analisis yang telah dilakukan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jalan

Jalan secara umum adalah suatu lintasan yang menghubungkan lalu lintas antar suatu daerah dengan daerah yang lainnya, baik itu barang maupun manusia. Seiring dengan penambahan jumlah penduduk, serta kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, maka jalan sedikit demi sedikit meningkat menjadi lebih baik, dengan menggunakan konstruksi perkerasan jalan sebagai penguat.

Menurut UU No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, definisi jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap, dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada di permukaan tanah, di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api dan jalan kabel. Jalan umum adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.

A.1. Jalan Perkotaan

Jalan perkotaan merupakan segmen jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan. Yang termasuk dalam kelompok jalan perkotaan adalah jalan yang berada didekat pusat perkotaan dengan jumlah penduduk lebih dari 100.000 jiwa. Jalan di daerah perkotaan dengan jumlah penduduk

yang kurang dari 100.000 juga dapat digolongkan pada kelompok ini jika perkembangan samping jalan tersebut bersifat permanen dan terus menerus (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

A.2. Komponen Jalan

Menurut Saodang (2010), komponen jalan terdiri dari :

1. Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan.

2. Median

Median Jalan adalah bagian jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah, guna memungkinkan kendaraan bergerak cepat dan aman. Fungsi median adalah memisahkan dua aliran lalu lintas yang berlawanan, ruang lapak tunggu penyeberangan jalan, penempatan fasilitas jalan, tempat prasarana pekerjaan sementara, penghijauan, pemberhentian darurat, cadangan lajur dan mengurangi silau dari lampu kendaraan pada malam hari dari arah berlawanan.

3. Bahu jalan

Bahu jalan adalah bagian jalan yang berdampingan ditepi jalur lalu lintas, dan harus diperkeras, berfungsi untuk lajur lalu lintas darurat, ruang bebas samping dan penyangga perkerasan terhadap beban lalu lintas.

4. Trotoar

Trotoar adalah jalur pejalan kaki yang terletak pada Damija, diberi lapisan permukaan, diberi elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan, dan umumnya sejajar dengan jalur lalu lintas kendaraan.

5. Saluran Tepi/Samping

Saluran tepi/samping adalah selokan yang berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air hujan, limpasan dari permukaan jalan dan daerah sekitarnya.

6. Lajur lalu lintas

Lajur lalu lintas adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana.

B. Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jaringan jalan yang merupakan tempat titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih. Karena merupakan tempat terjadinya konflik dan kemacetan untuk itu maka perlu dilakukan pengaturan dan pemodelan pada daerah simpang ini guna menghindari dan meminimalisir terjadinya konflik dan beberapa permasalahan yang mungkin timbul dipersimpangan. Di daerah perkotaan biasanya banyak memiliki

simpang, dimana pengemudi harus memutuskan untuk berjalan lurus atau berbelok dan pindah jalan untuk mencapai satu tujuan.

Persimpangan adalah pertemuan antara 2 (dua) jalan atau lebih, baik sebidang maupun tak sebidang atau titik jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan saling berpotongan. Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki.

Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan di mana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan bergerak secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya.

Persimpangan dibuat dengan tujuan untuk mengurangi potensi konflik diantara kendaraan (termasuk pejalan kaki) sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi kendaraan (Khisty dan Lall, 2005).

B.1. Jenis-Jenis Persimpangan

Jenis-jenis persimpangan dapat dibedakan antara lain berdasarkan pada hal berikut ini :

- 1) Bentuk bidang persimpangan

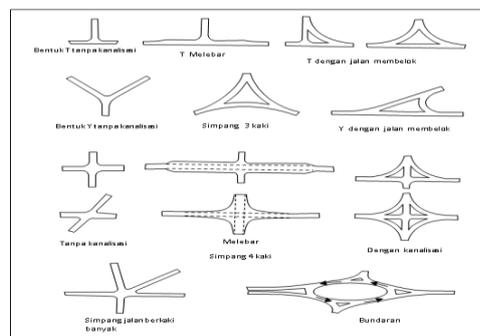
Menurut Harianto (2004), dilihat dari bentuknya ada 2 (dua) macam jenis persimpangan, yaitu :

a) Persimpangan sebidang

Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan yang masuk ke persimpangan mengarahkan lalu-lintas masuk ke jalur yang berlawanan dengan lalu-lintas lainnya, seperti persimpangan pada jalan-jalan di kota. Persimpangan ini memiliki ketinggian atau elevasi yang sama.

Pertemuan jalan sebidang ada 4 (empat) macam, yaitu :

- a. Pertemuan atau persimpangan bercabang 3 (tiga),
- b. Pertemuan atau persimpangan bercabang 4 (empat),
- c. Pertemuan atau persimpangan bercabang banyak,
- d. Bundaran (*rotary Intersection*).

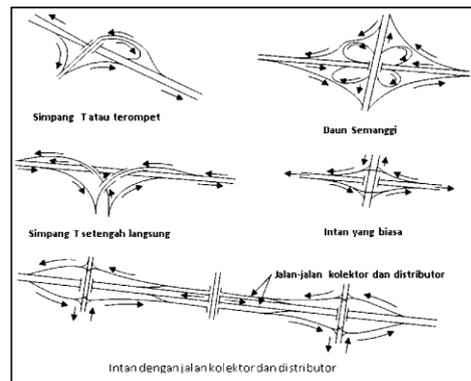


Gambar 1. Jenis Persimpangan Jalan Sebidang

b) Persimpangan Tak Sebidang

Persimpangan tak sebidang adalah persimpangan dimana jalan raya yang menuju ke persimpangan ditempatkan pada ketinggian yang berbeda. Pertemuan atau persimpangan jalan tidak

sebidang, merupakan persimpangan dimana dua ruas jalan atau lebih saling bertemu tidak dalam satu bidang tetapi salah satu ruas berada di atas atau di bawah ruas jalan yang lain.



Gambar 2. Jenis Persimpangan Jalan Tak Sebidang

2) Jenis pengendaliannya

Menurut Khisty dan Lall (2005), berdasarkan urutan pengendalian dari kecil ke tinggi di persimpangan dapat diurutkan dalam 6 jenis, yaitu:

- a) Rambu berhenti, ditempatkan pada persimpangan dengan kondisi jalan minor relative kurang penting terhadap jalan utama, persimpangan antara jalan-jalan luar kota dan jalan perkotaan dengan jalan raya.
- b) Rambu pengendalian kecepatan, ditempatkan pada persimpangan dengan jalan minor di titik masuk menuju persimpangan ketika perlu memberi hak jalan pada jalan utama, kondisi berhenti tidak diperlukan setiap saat.
- c) Kanalisasi adalah proses pemisahan terhadap aliran kendaraan yang saling konflik ke dalam rute jalan yang jelas dengan menempatkan beton pemisah.

- d) Bundaran adalah persimpangan kanalisasi yang terdiri dari sebuah lingkaran pusat yang dikelilingi oleh jalan satu arah.
- e) Persimpangan tanpa rambu adalah persimpangan yang tidak memiliki peranti pengatur lalu lintas, sehingga pengemudi harus dapat mengamati keadaan agar dapat mengatur kecepatan.
- f) Peralatan lampu lalu lintas, merupakan metode paling efektif untuk mengatur lalu lintas di persimpangan. Lampu lalu lintas adalah alat elektronik yang memberi hak jalan pada salah satu arus atau lebih sehingga arus kendaraan bias melewati persimpangan dengan aman dan efisien.

B.2. Pola Pergerakan dan Konflik pada Persimpangan

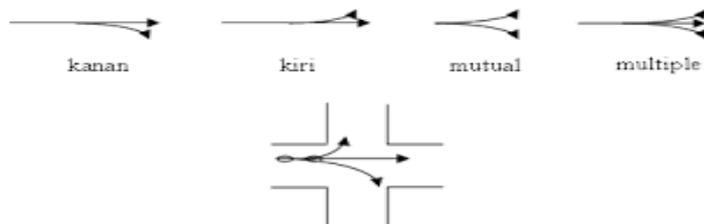
Didalam daerah simpang, lintasan kendaraan akan berpotongan pada satu titik titik konflik. Konflik ini akan menghambat pergerakan dan juga merupakan lokasi potensial untuk terjadinya bersentuhan/tabrakan (kecelakaan). Arus lalu lintas yang terkena konflik pada suatu simpang mempunyai tingkah laku yang kompleks dan berhubungan langsung dengan tingkah laku gerakan tersebut.

1) Jenis Pertemuan Gerakan

Pada dasarnya ada empat jenis pertemuan arus lalu lintas di persimpangan, yaitu:

a) Gerakan memisah/berpencar (*Diverging*)

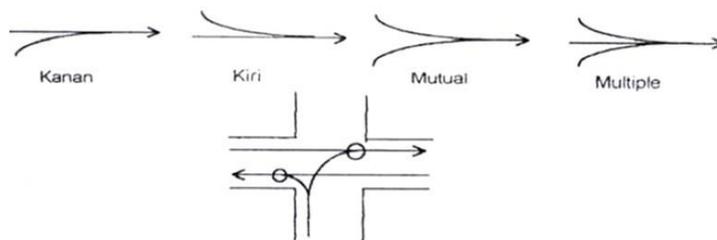
Diverging adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain.



Gambar 3. Arus Memisah

b) Gerakan menyatu/bergabung (*Merging*)

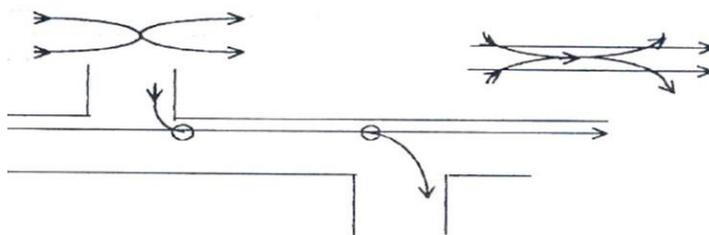
Merging adalah peristiwa menggabungkannya kendaraan dari suatu jalur ke jalur yang lain.



Gambar 4. Arus Menggabung

c) Gerakan jalinan/bersilang (*Weaving*)

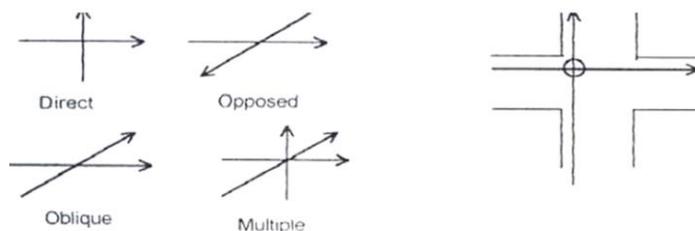
Weaving adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain, kemudian bergerak ke jalur lainnya.



Gambar 5. Arus Menyilang

d) Gerakan memotong (*Crossing*)

Crossing adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.



Gambar 6. Arus Memotong

2) Titik Konflik Pada Simpang

Keberadaan persimpangan pada suatu jaringan jalan, ditujukan agar kendaraan bermotor, pejalan kaki (pedestrian), dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak dalam arah yang berbeda dan pada waktu yang bersamaan. Dengan demikian pada persimpangan akan terjadi suatu keadaan yang menjadi karakteristik yang unik dari persimpangan yaitu munculnya konflik yang berulang sebagai akibat dari pergerakan (manuver) tersebut.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), berdasarkan sifatnya konflik yang ditimbulkan oleh manuver kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan 2 tipe yaitu:

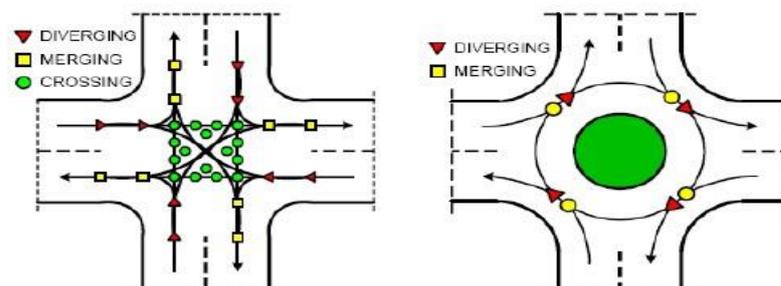
- a) Konflik primer yaitu konflik yang terjadi antara gerakan lalu lintas yang saling berpotongan disebut juga konflik utama.
- b) Konflik sekunder yaitu konflik yang terjadi antara gerakan lalu lintas membelok ke kanan dengan gerakan lalu lintas lurus arah berlawanan atau

lalu lintas belok kiri dengan para pejalan kaki yang menyeberang disebut juga konflik kedua.

Di dalam daerah simpang lintasan kendaraan akan berpotongan pada titiktitik konflik. Jumlah potensial titik-titik konflik pada simpang tergantung dari :

- a) Jumlah kaki simpang
 - b) Jumlah lajur dari kaki simpang
 - c) Jumlah pengaturan simpang
 - d) Jumlah arah pergerakan
- 3) Daerah Konflik pada Simpang

Daerah konflik dapat digambarkan sebagai diagram yang memperlihatkan suatu aliran kendaraan dan manuver bergabung, menyebar, dan persilangan di simpang dan menunjukkan jenis konflik dan potensi kecelakaan di simpang. Adapun titik konflik yang terjadi pada persimpangan dapat dilihat pada gambar



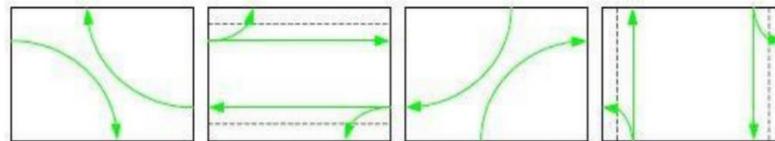
Gambar 7. Titik Konflik pada Persimpangan

B.3. Solusi Mengatasi Konflik Di Persimpangan

Tujuan utama perencanaan simpang adalah mengurangi konflik antara kendaraan bermotor serta tidak bermotor dan penyediaan fasilitas yang memberikan kemudahan, kenyamanan, dan keselamatan terhadap pemakai jalan yang melalui persimpangan. Ada beberapa cara untuk mengurangi konflik pergerakan lalu-lintas pada suatu persimpangan (Tamin, 2000) :

1) Solusi *Time-sharing*,

Solusi ini melibatkan pengaturan penggunaan badan jalan untuk masing-masing arah pergerakan lalu-lintas pada setiap periode tertentu. Contohnya adalah pengaturan siklus pergerakan lalu-lintas pada persimpangan dengan sinyal/*signalized* .

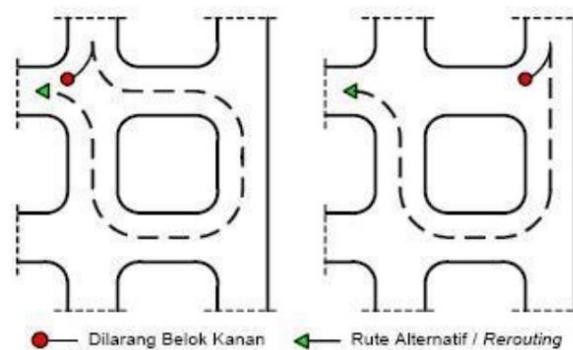


Gambar 8. Contoh Siklus Persimpangan Empat Lengan Prioritas Belok Kanan

2) Solusi *Space-sharing*

Prinsip dari solusi jenis ini adalah dengan merubah konflik pergerakan dari crossing menjadi jalinan atau weaving (kombinasi diverging dan merging). Contohnya adalah bundaran lalu-lintas (roundabout) seperti pada Gambar 9.

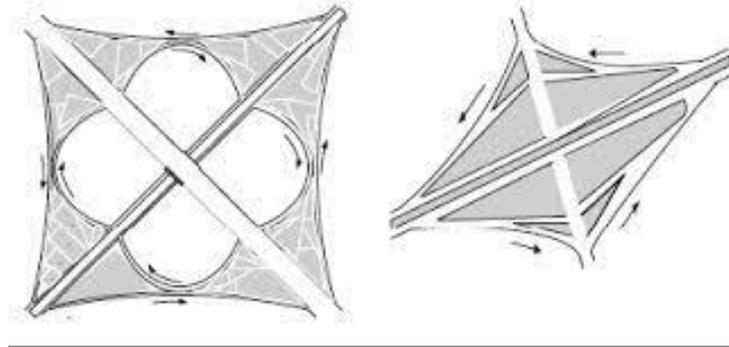
Prinsip roundabout ini juga bias diterapkan pada jaringan jalan yaitu dengan menerapkan larangan belok kanan pada persimpangan. Dengan adanya larangan belok kanan di suatu persimpangan, maka konflik di persimpangan dapat dikurangi. Untuk itu, sistem jaringan jalan harus mampu menampung kebutuhan pengendara yang hendak belok kanan, yakni dengan melewati kendaraan melalui jalan alternatif yang pada akhirnya menuju pada arah yang dikehendaki. Prinsip tersebut dinamakan *rerouting* (O'Flaherty, 1997).



Gambar 9. Prinsip Rerouting pada Jaringan Jalan

3) Solusi *Grade Separation*

Solusi jenis ini meniadakan konflik pergerakan bersilangan, yaitu dengan menempatkan arus lalu-lintas pada elevasi yang berbeda pada titik konflik, bentuknya dapat berupa jalan layang dan jalan bawah tanah. Untuk jalan layang, dapat berbentuk *cloverleaf interchange* (contohnya Jembatan Semanggi di Jakarta) dan *diamond interchange*.



Gambar 10. Persimpangan Tidak Sebidang (*Diamond Interchange And Cloverleaf Interchange*)

C. Kinerja Simpang

C.1. Tundaan Lalu Lintas

Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati suatu simpang (Tamin, 2000). Hambatan tersebut muncul jika kendaraan berhenti karena terjadinya antrian di simpang sampai kendaraan itu keluar dari simpang karena adanya pengaruh kapasitas simpang yang sudah tidak memadai. Nilai tundaan memengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi nilai tundaan, semakin tinggi pula waktu tempuh.

C.2. Panjang Antrian

Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan yang antri dalam suatu pendekat. Sedangkan pendekat adalah lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Satuan panjang antrian yang digunakan adalah suatu mobil penumpang (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

D. Manajemen Lalu Lintas

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 14 (2006), Manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan seluruh jaringan jalan, guna peningkatan keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas.

Manajemen lalu lintas adalah pengelolaan dan pengendalian arus lalu lintas dengan melakukan optimasi penggunaan prasarana yang ada untuk memberikan kemudahan kepada lalu lintas secara efisien dalam penggunaan ruang jalan serta memperlancar pergerakan. Hal ini berhubungan dengan kondisi arus lalu lintas dan sarana penunjangnya pada saat sekarang dan mengorganisasikannya.

D.1. Tujuan Manajemen Lalu Lintas

Tujuan dilaksanakannya Manajemen Lalu Lintas adalah :

- 1) Mendapatkan tingkat efisiensi dari pergerakan lalu lintas secara menyeluruh dengan tingkat aksesibilitas (ukuran kenyamanan) yang tinggi dengan menyeimbangkan permintaan pergerakan dengan sarana penunjang yang ada.
- 2) Meningkatkan tingkat keselamatan dari pengguna yang dapat diterima oleh semua pihak dan memperbaiki tingkat keselamatan sebaik mungkin.
- 3) Melindungi dan memperbaiki keadaan kondisi lingkungan dimana arus lalu lintas berada dan mempromosikan penggunaan secara efisien.

D.2. Sasaran Manajemen Lalu Lintas

Sasaran manajemen lalu lintas sesuai dengan tujuan di atas adalah:

- 1) Mengatur dan menyederhanakan arus lalu lintas dengan melakukan manajemen terhadap tipe, kecepatan dan pemakai jalan yang berbeda untuk meminimumkan gangguan untuk melancarkan arus lalu lintas.
- 2) Mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas dengan menambah kapasitas atau mengurangi volume lalu lintas pada suatu jalan. Melakukan optimasi ruas jalan dengan menentukan fungsi dari jalan dan terkontrolnya aktifitas-aktifitas yang tidak cocok dengan fungsi jalan tersebut.

D.3. Perencanaan Lalu Lintas

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 14 (2006), salah satu perencanaan lalu lintas yaitu penetapan tingkat pelayanan yang diinginkan. Adapun tingkat pelayanan pada persimpangan dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut :

Tabel 1 Tingkat Pelayanan Persimpangan dengan APILL

Tingkat Pelayanan	Tundaan
A	$\leq 5,0$
B	5,10 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	>60

Tabel 2 Tingkat Pelayanan Persimpangan tanpa APILL

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik per kendaraan)
A	≤5,0
B	5 – 10
C	11 – 20
D	21 – 30
E	31 – 45
F	>45

D.4. Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas

Menurut Putra (2011), terdapat tiga strategi manajemen lalu lintas secara umum yang dapat dikombinasikan sebagai bagian dari rencana manajemen lalu lintas. Adapun teknik-teknik tersebut adalah sebagai berikut :

1) Manajemen Kapasitas, terutama dalam pengorganisasian ruang jalan. Langkah pertama dalam manajemen lalu lintas adalah membuat penggunaan kapasitas dan ruas jalan seefektif mungkin, sehingga pergerakan lalu lintas yang merupakan syarat utama.

Arus di persimpangan harus disurvei untuk meyakinkan penggunaan yang optimum. *Right of Way* harus diorganisasikan sedemikian rupa sehingga setiap bagian mempunyai fungsi sendiri, misal, jalur pejalan kaki, kapasitas jalan. Penggunaan ruang jalan sepanjang ruas jalan harus dikoordinasikan secara baik.

Jika akses dan parkir diperlukan, survei dapat dengan mudah menentukan *demand*-nya. Perlunya fasilitas pejalan kaki dapat dengan mudah disurvei. Oleh sebab itu, manajemen kapasitas adalah hal yang termudah dan teknik manajemen lalu lintas yang paling efektif untuk diterapkan.

2) Manajemen Prioritas

Terdapat beberapa ukuran yang dapat dipakai untuk menentukan prioritas pemilihan moda transportasi, terutama kendaraan penumpang (bus dan taksi) :

- Jalur khusus bus
- Prioritas persimpangan

Karena bus bergerak dengan jumlah penumpang yang banyak setiap ukuran, untuk memperbaiki kecepatannya walaupun dengan jumlah sedikit akan menguntungkan orang banyak. Kendaraan barang tidak diprioritas kecuali pada waktu mengantar barang. Metode utama adalah dengan mengizinkan parkir (*short term*) untuk pengantaran pada lokasi dimana kendaraan lainnya tidak diperbolehkan berhenti.

3) Manajemen *Demand*

Manajemen *demand* terdiri dari :

- a) Merubah rute kendaraan pada jaringan dengan tujuan untuk memindahkan kendaraan dari daerah macet ke daerah tidak macet.

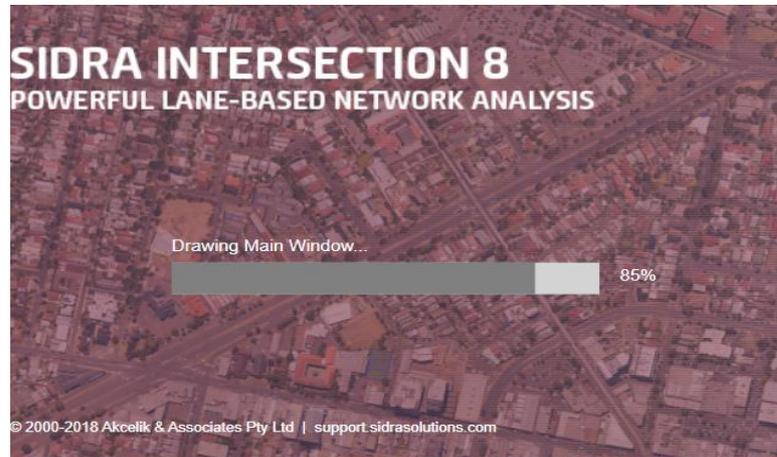
- b) Mengubah moda perjalanan, terutama dari kendaraan pribadi ke angkutan umum pada jam sibuk. Hal ini berarti penyediaan prioritas ke angkutan umum.
- c) Yang menyebabkan adanya keputusan perlunya pergerakan apa tidak, dengan tujuan mengurangi arus lalu lintas dan juga kemacetan.
- d) Kontrol pengembangan tata guna tanah.

E. *Signalized Intersection Design and Research Aid (SIDRA)*

SIDRA *Intersection* (sebelumnya disebut SIDRA dan aaSIDRA) adalah paket perangkat lunak yang digunakan untuk persimpangan (*junction*) kapasitas, tingkat pelayanan, dan analisis kinerja oleh lalu lintas desain, operasi dan profesional perencanaan. Pertama kali dirilis pada tahun 1984.

Pengoperasian sinyal lalu lintas secara umum dapat dibedakan dalam dua kategori yaitu sistem sinyal *fixed time* dan *traffic responsive*. Pada sistem sinyal tetap sistem operasi menggunakan waktu siklus yang tetap, tetapi kita juga dapat melakukan beberapa rencana waktu siklus misalkan pembedaan waktu siklus untuk jam sibuk dan jam tidak sibuk. Sistem responsive adalah sistem pengoperasian sinyal menggunakan waktu siklus yang disesuaikan dengan kondisi arus lalu lintas di lapangan. Selain itu sinyal dapat dioperasikan secara individu/tunggal (*isolated*) maupun secara terkoordinasi, pada sistem tunggal pengaturan sinyal hanya berlaku pada satu simpang saja sedangkan pada sinyal koordinasi terdapat

keterkaitan pengaturan sinyal lalu lintas antar simpang satu dengan yang lainnya, waktu siklus yang digunakan adalah sama atau setengahnya.



Gambar 11. Tampilan *Software SIDRA*

R. Akcelik (1981) mengembangkan metode untuk menganalisis simpang bersinyal tunggal dengan menekankan pada pergerakan lalu lintas yang sering dikenal dengan *critical movement*, artinya pengaturan sinyal lampu lintas didasarkan pada pergerakan kendaraan yang paling kritis. Konsep ini berbeda dengan metode *Webster* dimana pengaturan sinyal didasarkan pada jumlah fase yang paling sedikit dengan indikator tundaan minimum sehingga menghasilkan siklus optimum. Penelitian ini akan menggunakan metode Akcelik untuk menganalisis kinerja persimpangan yang memiliki lengan empat buah dengan bantuan program SIDRA.

SIDRA singkatan dari *Signalised and unsignalised Design Research Aid* dan digunakan sebagai suatu bantuan untuk mendesain dan mengevaluasi macam-macam persimpangan sebagai berikut:

- *Signalised Intersection* (persimpangan bersinyal),
- *Roundabout* (bundaran),

- *Two way stop sign control,*
- *All way stop sign control,* dan
- *Give way sign control.*

SIDRA menggunakan model analisis lalu lintas secara detail dan digabungkan dengan metode perkiraan untuk memberikan perkiraan kapasitas dan tampilan statistic dari keterlambatan, antrian, perhentian, dan lain-lain. Sidra dapat digunakan untuk:

- Memperoleh perkiraan kapasitas dan ciri-ciri tampilan seperti keterlambatan, antrian, perhentian dan juga pemakaian bahan bakar, emisi polusi serta biaya operasi untuk semua bentuk persimpangan
- Menganalisis beberapa alternatif desain untuk mengoptimalkan desain persimpangan, menandai tahapan-tahapan dan waktu untuk menentukan strategi yang berbeda
- Melakukan analisis desain
- Mendesain panjang jalur yang pendek (pada belokan, jalur daerah parkir dan hilangnya jalur pada jalan keluar)
- Menangani persimpangan yang memiliki lebih dari empat kaki atau maksimum sampai dengan persimpangan dengan delapan kaki
- Menganalisis akibat dari kendaraan berat pada persimpangan
- Menganalisis masalah yang rumit dari jalur yang terbagi dan belokan yang berlawanan serta jalur pendek pada hulu dan hilir

- Menentukan waktu tanda lampu bagi setiap geometrik persimpangan sesederhana mungkin sesuai dengan penyusunan taraf yang kompleks
- Menganalisis kondisi tingkat kepadatan yang tinggi dengan menggunakan Sidra.

D.1. Rumus-rumus yang Digunakan dalam Analisis Sidra

Perhitungan waktu siklus pada Sidra ditentukan pada rumus $P = D + KH$, dimana k adalah hukuman perhentian (*stop penalty*), D adalah total tundaan dan H adalah angka henti. Dari rumus diatas dibuat formula menurut ARR 123 Rahmi Akcelik

$$C_0 = \frac{(1,4+k)L+6}{1-Y} \quad (2.6)$$

Dimana:

C_0 : waktu siklus

k : penalty Stop

L : waktu hilang persimpangan (detik)

Y : ratio arus persimpangan

Kegunaan dari waktu siklus adalah agar mendapatkan hasil keterlambatan dan antrian yang optimum, karena dengan dengan siklus waktu yang optimum akan dihasilkan keterlambatan dan antrian yang optimum.

Keterlambatan kendaraan berbeda di antara waktu perjalanan yang terganggu (*opposed*) dan yang tidak terganggu (*protected*). Perkiraan keterlambatan didasarkan pada metode path race, dimana keterlambatan

yang di ambil kendaraan selama periode analisis (periode arus sibuk). Rata-rata keterlambatan untuk semua kendaraan berhenti dan tidak berhenti adalah sebagai berikut:

$$x = dq/360 \quad (2.7)$$

Dimana:

D : total keterlambatan (kendaraan per jam)

d : rata-rata keterlambatan per kendaraan (detik)

q : rata-rata arus (periode arus sibuk)

Guna dari penghitungan keterlambatan adalah untuk menentukan tingkat pelayanan dari persimpangan tersebut, dan tingkat pelayanan (LOS) yang ditentukan oleh keterlambatan. Nilai LOS dapat dilihat pada tabel 2.6 dan batas minimum yang dianjurkan dalam karya ilmiah ini adalah LOS kelas C.

Tabel 3. Tingkat Pelayanan Berdasarkan Keterlambatan

Tingkat Pelayanan	Rata-rata tundaan setiap kendaraan dalam detik (d) untuk Bersinyal
A	$d \leq 10$
B	$10 < d \leq 20$
C	$20 < d \leq 35$
D	$35 < d \leq 55$
E	$55 < d \leq 80$
F	$80 \leq d$

Sumber : SIDRA *INTERSECTION USER GUIDE*, 2012

Adapun keterangan mengenai tingkat pelayanan dijelaskan sebagai berikut:

- Tingkat pelayanan A apabila nilai keterlambatan sangat rendah atau kurang dari 10 detik/smp. Sebagian besar kendaraan datang selama

lampu hijau, dan sebagian besar tidak berhenti sama sekali, dan panjang siklus yang pendek juga memberikan kontribusi terhadap keterlambatan yang rendah.

- Tingkat pelayanan B apabila nilai keterlambatan antara 10,1 detik/smp sampai dengan 20 detik/smp, lebih banyak kendaraan yang berhenti bila di bandingkan dengan LOS A, sehingga menyebabkan tingkat rata-rata keterlambatan menjadi lebih tinggi.
- Tingkat pelayanan C apabila nilai keterlambatan antara 20,1 detik/smp sampai dengan 35 detik/smp. Nilai keterlambatan ini diakibatkan dari pergerakan yang wajar dan mempunyai panjang siklus yang cukup lama, sedangkan kendaraan yang berhenti sudah tampak dan ada beberapa kendaraan yang masih melewati persimpangan tanpa berhenti.
- Tingkat pelayanan D apabila nilai keterlambatan antara 35,1 detik/smp sampai dengan 55 detik/smp, disebabkan karena kombinasi dari pergerakanyang sudah cukup padat, panjang siklus yang lama, nilai rasio v/c yang tinggi.
- Tingkat pelayanan E apabila nilai keterlambatan antara 55,1 detik/smp sampai dengan 80 detik/smp, mempunyai pergerakan yang jelek, panjang siklus yang tinggi, dan mempunyai nilai rasio v/c yang tinggi.
- Tingkat pelayanan F apabila nilai keterlambatan di atas 80 detik/smp, dan keadaan ini sudah tidak dapat diterima oleh pengemudi, dimana

arus sudah sangat padat yang berarti nilai kedatangan sudah melampaui nilai kapasitas dari persimpangan, dan disebabkan karena nilai rasio v/c sudah di atas 1,00 sedang pergerakan yang amat buruk dan panjang siklus yang amat tinggi dapat memberikan kontribusi yang besar pada keterlambatan ini.

waktu hilang persimpangan ditentukan dengan rumus

$$L = \sum l \quad (2.8)$$

Dimana:

L : waktu hilang persimpangan

l : nilai rasio waktu hilang setiap pendekat

Tundaan pada Sidra mempunyai rumus

$$D = \frac{qc(1-u)^2}{2(1-\gamma)} + N_0x \quad (2.9)$$

Dimana:

D : tundaan rata-rata persimpangan(kend/jam)

qc : angka kedatangan rata-rata (kend/siklus)

u : ratio waktu hijau(g/c)

N_0 : antrian sisa rata-rata

Waktu hijau yang efektif untuk setiap periode hijau dihitung dari:

$$G = Fk - Fi - I \quad (2.10)$$

Dimana:

Fk : waktu perubahan tahap awal

Fi : waktu perubahan tahap akhir

I : waktu hilang

Rumus diatas berguna agar dapat ditentukan waktu hijau yang benar-benar efisien, agar tidak terbuang percuma sisa waktu hijaunya dan hal ini berguna untuk menentukan nilai siklus waktu yang optimum, keterlambatan dan antrian.

Waktu merah efektif dirumuskan dengan:

$$r = c - g \quad (2.11)$$

Dimana:

- c : siklus waktu
- g : waktu hijau efektif
- r : waktu merah efektif

Rumus diatas berguna berguna agar dapat ditentukan waktu merah yang benar-benar efisien dan berguna untuk menentukan nilai siklus waktu yang optimum, keterlambatan dan antrian.

Total jumlah perhentian yang efektif dihitung dari:

$$H = h \cdot q \quad (2.12)$$

Dimana:

- H : total jumlah stop per jam
- h : nilai stop yang efektif (stop/kendaraan)
- q : rata-rata arus kendaraan (kendaraan/jam)

Panjang Antrian, rata-rata panjang antrian kendaraan pada awal dari waktu hijau dirumuskan dalam Sidra

$$N = qr + N_0 \quad (2.13)$$

Dimana:

- N : panjang antrian (kend)
 r : waktu merah efektif (detik)
 N_0 : rata-rata panjang antrian sisa (kend)
 q : ratio arus kedatangan (kend/detik)

Siklus waktu ditentukan sebagai input dalam SIDRA. Jika SIDRA menemukan waktu perputaran minimum yang lebih besar dari waktu perputaran maksimum yang telah ditetapkan, maka waktu perputaran maksimum disamakan dengan waktu perputaran minimum ($C_{min} = C_{max}$).

Waktu perputaran praktis dihitung dari:

$$C_p = \frac{L}{1-U} \quad C_{min} \leq C_p \leq C_{max} \quad (2.14)$$

Dimana:

- L : total waktu yang hilang
 U : nilai rasio waktu hijau

Guna dari siklus waktu praktis adalah agar mendapatkan hasil keterlambatan dan antrian yang optimum, karena dengan dengan siklus waktu yang optimum akan dihasilkan keterlambatan dan antrian yang optimum.

D.2. Data-data Input SIDRA yang Dibutuhkan

Data-data yang dibutuhkan untuk persiapan input adalah sebagai berikut:

- 1) Jenis persimpangan dan bentuk geometri persimpangan (peta situasi),
- 2) Deskripsi pergerakan (*movement description*),
- 3) Volume lalu lintas pada saat waktu puncak,

- 4) Data jalur meliputi lebar jalan, lebar belok kiri saat lampu merah (LTOR), lebar median, dan lain-lain,
- 5) Fase dari lampu lalu lintas termasuk prioritas dan pergerakan *opposed*,
- 6) Waktu siklus

D.3. Data-data Output SIDRA

Hasil output dari SIDRA adalah sebagai berikut:

- 1) Tingkat pelayanan,
- 2) Antrian, perhentian,
- 3) Derajat kejenuhan,
- 4) Kapasitas,
- 5) Pemakaian bahan bakar dan emisi polusi,
- 6) Siklus waktu optimal.

D.4. Sistem Operasi Sidra

Sistem operasi Sidra dibagi dalam tiga bagian yaitu tahap input data, tahap perhitungan dan tahap output data. Adapun operasi dalam input data adalah sebagai berikut:

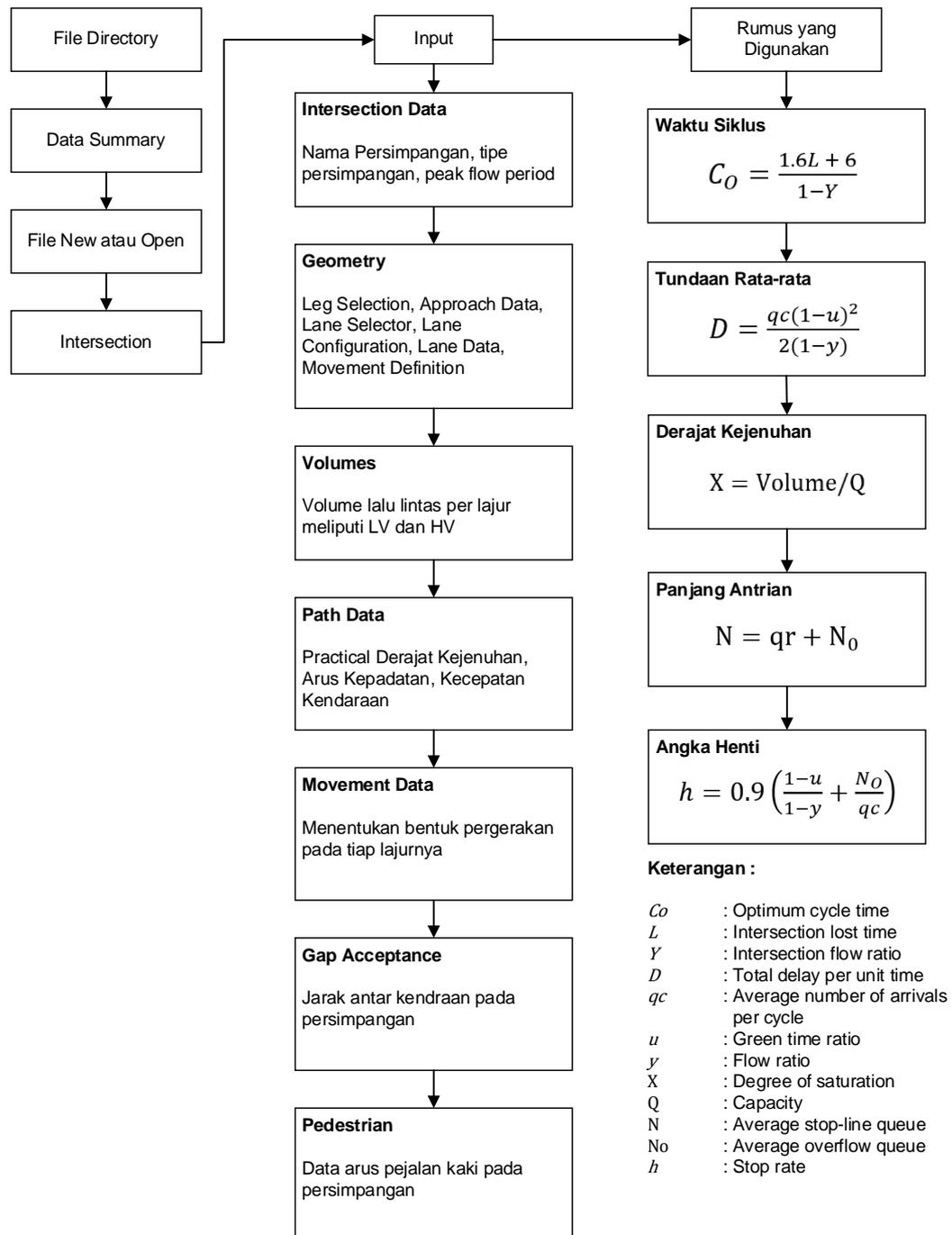
- 1) Program Sidra dijalankan dengan memilih *file SIDRA* yang berada di desktop komputer.
- 2) Tekan menu *new project* atau buka *existing project*. Dalam penelitian ini buka new atau open new project.

- 3) Setelah itu dilanjutkan dengan memilih tipe persimpangan seperti simpang bersinyal, *roundabout* dan lain-lain.
- 4) Pada panel sebelah kiri terdapat menu input data dan diisi nama persimpangan, *total flow period*, *peak flow period*, faktor arus puncak, HV dan LV data waktu siklus dan arus kepadatan.
- 5) Pilih menu geometri untuk input data nama jalan, jumlah jalur keluar masuk, lebar median, pejalan kaki dan lebar jalur.
- 6) Pilih menu volume dan input data untuk volume lalu lintas per line berupa *light vehicle* (LV) maupun *heavy vehicle* (HV).
- 7) Pilih menu path data untuk input data arus basic kepadatan real flow faktor, practical derajat kepadatan, LTOR *yes or no* dan *speed* untuk keluar dan masuk.
- 8) Pilih menu *movement* data untuk *input data* bentuk pergerakan seperti untuk arah Jl. Perintis Kemerdekaan (Timur) ada pergerakan belok kanan, lurus dan putar balik atau arah Jl. Pintu 1 UNHAS (Utara) ada jalan belok kiri, dan belok kanan.

Setelah proses data input selesai, kemudian dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu perhitungan SIDRA, dimana perhitungan tersebut dapat dijalankan dengan menekan tombol proses, dan perhitungan dimulai, apabila ada kesalahan dalam proses pemasukan data maka perhitungan akan mengalami error message dan bentuk kesalahan tersebut harus diperbaiki terlebih dahulu, kemudian perhitungan dapat kembali di lanjutkan dengan menekan tombol proses.

Setelah perhitungan selesai, dapat dilihat hasil outputnya pada menu output di bagian kiri, dimana pada menu output dapat dilihat tampilan hasil dalam bentuk grafik ataupun data. Adapun data-data yang dihasilkan sebagai berikut:

- *Delay* dan LOS adalah hasil output grafik yang menyatakan tentang keterlambatan dan tingkat pelayanan dari persimpangan. Dan dari tiap-tiap lajur pada persimpangan.
- *Queues* adalah hasil output grafik ataupun data yang menyatakan tentang panjang antrian dari persimpangan tersebut dan dinyatakan dalam jumlah kendaraan dan dalam meter panjang antrian.
- *Stops* adalah hasil output grafik ataupun data yang menyatakan tentang lama perhentian dari persimpangan.
- *Degree of saturation* adalah hasil output grafik atau angka yang menyatakan tentang derajat kepadatan dari persimpangan.
- *Capacities* adalah hasil output grafik ataupun angka yang menyatakan kapasitas dari persimpangan.
- *Flow* adalah hasil output yang menyatakan tentang volume lalu lintas dari persimpangan.
- *Phasing* adalah hasil output grafik atau angka yang menyatakan tentang lampu lalu lintas dari persimpangan.



Gambar 12. Bagan Alir Operasi SIDRA

F. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)

Simpang memiliki peranan penting untuk menyalurkan pergerakan lalu lintas dari berbagai pertemuan arus pergerakan. Fungsi utama simpang adalah mengalirkan dan mendistribusikan kendaraan yang lewat pada simpang sehingga mengurangi potensi konflik dan konsentrasi arus (breakdown). Pada simpang bersinyal, arus kendaraan yang memasuki persimpangan diatur secara bergantian untuk mendapatkan prioritas dengan berjalan terlebih dahulu yang dikendalikan oleh lampu lalu lintas. Sejauh ini, pedoman perencanaan dan pengoperasian simpang berdasarkan manual lalu lintas dari negara maju, kemudian diadopsi dengan mengkalibrasi beberapa faktor penyesuaian kondisi lokal. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) adalah manual yang menjadi pedoman perancangan, disain dan pengoperasian simpang bersinyal di Indonesia.

Secara teori MKJI (1997) mengadopsi konsep manual dari Amerika Serikat HCM (1985). Model analisa yang digunakan pada HCM (1985) didasarkan pada kondisi aliran lalu lintas seragam (homogenous traffic) dan didominasi oleh tipe kendaraan mobil penumpang, serta aliran lalu lintas mengikuti konsep iring-iringan kendaraan perlajur (lane based) (Muntazar, et al. 2017).

F.1. Arus dan Komposisi Lalu Lintas

Arus lalu lintas (Q) adalah komposisi lalu lintas, dimana menyatakan arus lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp). Dalam arti berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp). Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp) sendiri adalah sebuah faktor koreksi yang dapat mengkonversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya. Dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Nilai Ekuivalen Kendaraan Penumpang (emp)

Jenis Kendaraan	Emp untuk pendekat:	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,2

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

Nilai pada tabel digunakan untuk menghitung perbandingan belok kiri (P_{LT}) dan perbandingan belok kanan (P_{RT}) dengan penjabaran rumus sebagai berikut:

$$P_{LT} = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{Total \text{ (smp/jam)}} \quad (1)$$

Dimana:

P_{LT} : Rasio kendaraan belok kiri

Q_{LT} : Arus lalu lintas belok kiri

Q_{Total} : Arus lalu lintas total

$$P_{RT} = \frac{RT \text{ (smp/jam)}}{Total \text{ (smp/jam)}} \quad (2)$$

Dimana:

P_{RT} : Rasio kendaraan belok kanan

Q_{RT} : Arus lalu lintas belok kanan

Q_{Total} : Arus lalu lintas total

Sedangkan untuk menentukan rasio kendaraan tak bermotor dihitung dengan membagi arus kendaraan tak bermotor (Q_{UM}) dengan arus kendaraan bermotor (Q_{UV}), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{UM} = \frac{Q_{UM}}{Q_{UV}} \quad (3)$$

Dimana:

P_{UM} : Rasio kendaraan tak bermotor

Q_{UM} : Arus kendaraan tak bermotor

Q_{UV} : Arus kendaraan bermotor

F.2. Penerapan Fase Sinyal

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) penerapan fase sinyal di bagi menjadi arus terlindung dan terlawan. Arus terlawan adalah arus lalu lintas belok kanan atau arus lalu lintas belok kanan dan kiri lawan arah dari satu kaki berada pada fase yang sama. Sedangkan arus terlindung adalah arus belok kanan yang dipisahkan fasenya dengan arus lurus atau arus belok kanan tidak diperbolehkan.

Periode merah semua antar fase juga harus lebih sama atau lebih besar dari LT. Total waktu hilang (LTI) dihitung dari hasil penjumlahan periode antar hijau (IG). Waktu kuning rata-rata yang digunakan di Indonesia adalah 3 detik. Selain itu penentuan waktu sinyal juga berdasarkan pemilihan tipe pendekat dan lebar efektif pendekat.

F.3. Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar adalah jumlah antrian keberangkatan di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). Menurut MKJI (1997) tipe pendekat dibedakan menjadi 2 (dua) tipe yaitu sebagai berikut ini:

- 1) Tipe berlawanan ($O = opposed$), apabila pada arus berangkat terjadi konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan.
- 2) Tipe terlindung ($P = protected$), apabila pada arus berangkat tidak terjadi konflik dengan lalu lintas dan arah yang berlawanan.

Pada arus berangkat terlindung atau tipe pendekat P, arus jenuh dasar dirumuskan sebagai berikut:

$$S_0 = 600 \times We \quad (4)$$

Dimana:

S_0 : Arus jenuh dasar

We : Lebar efektif pendekat

F.4. Faktor Penyesuaian

Faktor koreksi untuk nilai arus lalu lintas jenuh dasar yang digunakan pada kedua tipe pendekat yaitu tipe terlindung pada simpang adalah sebagai berikut:

- 1) Faktor koreksi ukuran kota (F_{CS}) ditentukan sesuai tabel 5.

Tabel 5. Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{CS})

Jumlah Penduduk (Juta Jiwa)	Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{CS})
> 3,0	1,05
1,0-3,0	1,00
0,5-1,0	0,94
0,1-0,5	0,83
< 0,1	0,82

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

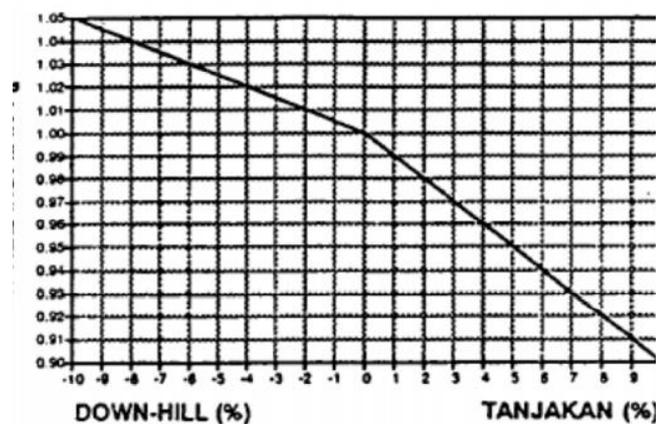
2) Faktor koreksi hambatan samping (F_{SF}) ditentukan sesuai Tabel 6.

Tabel 6. Faktor koreksi Hambatan Samping (F_{SF})

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor (FSF)					
			0,00	0,05	0,10	0,16	0,20	$\geq 0,25$
Komersial (KOM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (KIM)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas	Tinggi/ Sedang/ Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

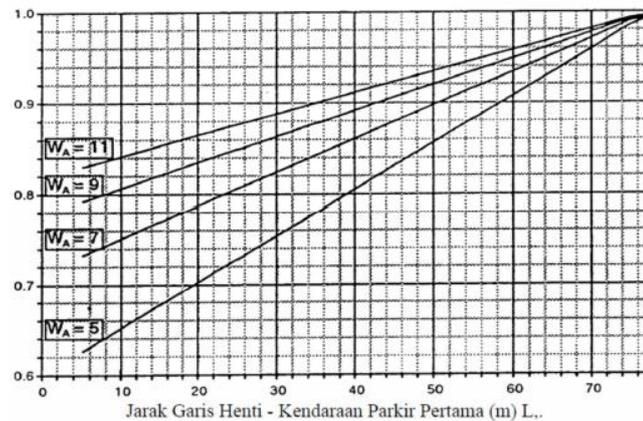
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, (MKJI, 1997)

3) Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_g) sesuai gambar 13.



Gambar 13. Faktor Penyesuaian untuk Kelandaian (F_g)

4) Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_P) sesuai gambar 14.



Gambar 14. Faktor Koreksi Parkir (F_P)

Selain menggunakan grafik diatas FP juga dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

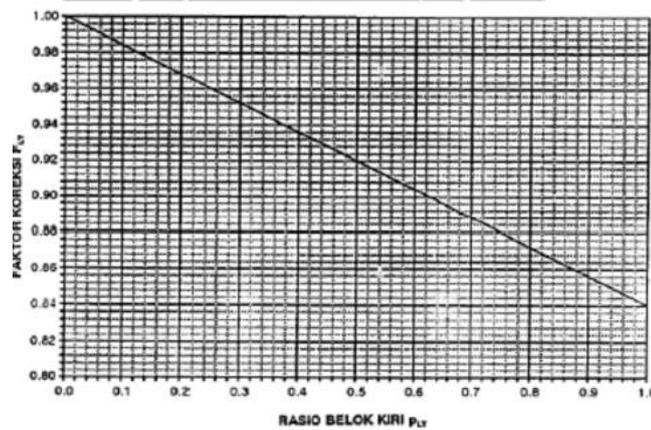
$$F_P = [L_P/3 - (W_A - 2) \times (L_P/3 - g) / W_A] / g \quad (5)$$

Dimana:

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

W_A : Lebar pendekat (m)

g : Waktu hijau pada pendekat

5) Faktor koreksi belok kiri (F_{LT})Gambar 15. Koreksi Belok Kiri (F_{LT})

Selain menggunakan grafik diatas FLT juga dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_{LT} = Q_{LT}/Q_{TOT} \quad (6)$$

Dimana:

P_{LT} : Persentase belok kiri

Q_{LT} : Jumlah arus yang belok kiri pada tiap pendekat (smp/jam)

Q_{TOT} : Jumlah total arus pada tiap pendekat (smp/jam)

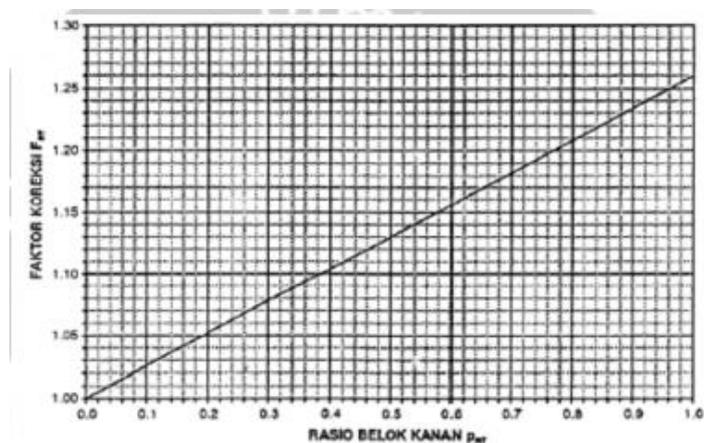
Setelah diketahui PLT, besarnya (FLT) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$F_{LT} = 1,0 - (P_{LT} \times 0,16) \quad (7)$$

Dimana:

F_{LT} : Faktor penyesuaian belok kiri

P_{LT} : Rasio belok kiri

6) Faktor koreksi belok kanan (F_{RT})Gambar 16. Koreksi Belok Kanan (F_{RT})

Selain menggunakan grafik diatas FRT juga dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_{RT} = Q_{RT}/Q_{TOT} \quad (8)$$

Dimana:

P_{RT} : Persentase belok kanan

Q_{RT} : Jumlah arus yang belok kanan pada tiap pendekat (smp/jam)

Q_{TOT} : Jumlah total arus pada tiap pendekat (smp/jam)

Setelah diketahui PRT, kemudian FRT dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$F_{RT} = 1 + (P_{LT} \times 0,26) \quad (9)$$

Dimana:

F_{RT} : Faktor penyesuaian belok kiri

P_{RT} : Rasio belok kiri

F.5. Nilai Arus Jenuh

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), nilai arus jenuh dikatakan sebagai arus jenuh pada saat berada pada keadaan lalu lintas standar. Nilai arus jenuh adalah nilai hasil dari perkalian arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor penyesuaian pada kondisi sebenarnya. Nilai arus jenuh (S) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_g \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (10)$$

Dimana:

S_0 : Arus jenuh dasar

F_{CS} : Faktor koreksi ukuran kota

F_{SF} : Faktor koreksi hambatan samping

F_g : Faktor koreksi kelandaian

F_P : Faktor koreksi parkir

F_{RT} : Faktor koreksi belok kanan

F_{LT} : Faktor koreksi belok kiri

F.6. Perbandingan Arus Lalu Lintas dengan Arus Jenuh

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), perbandingan atau rasio arus jenuh yang terjadi pada tiap pendekat dengan fase yang sama, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$FR = Q/S \quad (11)$$

Dimana:

FR : Rasio arus jenuh

Q : Jumlah arus jenuh lalu lintas (smp/jam)

S : Arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

Jumlah *flow ratio* dalam satu fase lebih dari satu, maka perlu diambil nilai yang kritis. Harga rasio arus jenuh terbesar pada setiap fase disebut rasio arus jenuh (FR_{CRIT}), sedangkan penjumlahan dari FR_{CRIT} keseluruhan satu fase pada satu siklus dinamakan arus simpang (IFR).

$$IFR = \sum(FR_{CRIT}) \quad (12)$$

Rasio fase (PR) untuk masing – masing fase dihitung dengan rumus berikut ini :

$$PR = \frac{FR_{CRIT}}{IFR} \quad (13)$$

F.7. Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), waktu siklus (c) merupakan waktu untuk urutan lengkap dari perupahan sinyal dari awal hijau yang berurutan pada fase yang sama. Waktu siklus hasil perhitungan ini merupakan waktu siklus optimum. Waktu siklus dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$c = \sum g + LTI \quad (14)$$

Dimana:

c : Waktu siklus yang disesuaikan

$\sum g$: Jumlah total waktu hijau (det)

LTI : Waktu hilang

Waktu hijau (g) merupakan kendali lalu lintas aktuasi kendaraan (det) dan sebagai waktu nyala hijau dalam suatu pendekatan. Waktu hijau dapat dihitung dengan rumus:

$$g_i = (C_{UA} - L_{TI}) \times PR_i \quad (15)$$

Dimana:

g_i : Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

C_{UA} : Waktu siklus sebelum waktu penyesuaian sinyal (det)

L_{TI} : Waktu hilang total per siklus (det)

PR_i : Rasio $FR_{CRIT} / \sum(FR_{CRIT})$

F.8. Perilaku Lalu Lintas

Perilaku lalu lintas sendiri adalah suatu ukuran dari berbagai perilaku lalu lintas yang ditentukan berdasarkan pada arus lalu lintas, derajat kejenuhan dan waktu sinyal. Perilaku lalu lintas juga sangat dipengaruhi oleh panjang antrian, angka henti, dan tundaan sebagai mana dijabarkan di bawah ini.

1) Jumlah antrian (NQ) dan panjang antrian (QL)

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), jumlah antrian adalah jumlah antrian pada awal sinyal hijau (NQ1) ditambah dengan sisa dari fase hijau sebelumnya (NQ2) maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$NQ = NQ1 + NQ2 \quad (16)$$

Persamaan untuk penentuan jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \quad (17)$$

Jika $DS \geq 0,5$ selain dari itu $NQ1 = 0$

Dimana:

NQ_1 : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS : Derajat kejenuhan

GR : Rasio hijau

C : Kapasitas (smp/jam) = arus jenuh dikalikan rasio hijau
($S \times GR$)

Penentuan besarnya nilai jumlah antrian smp yang tersisa pada fase hijau sebelumnya (NQ_2), dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (18)$$

Dimana:

NQ_2 : Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS : Derajat kejenuhan

GR : Rasio hijau

c : Waktu siklus disesuaikan (det)

Q_{masuk} : Arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/det)

Menurut MKJI (1997), panjang antrian QL diperoleh dari perkalian NQ dengan luas rata – rata yang dipergunakan per-smp ($20 m^2$) dan pembagian dengan lebar masuk seperti yang dirumuskan di bawah ini :

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \quad (19)$$

Dimana:

QL : Panjang antrian

NQ_{max} : Jumlah antrian

W_{masuk} : Lebar masuk

2) Kendaraan henti

Meurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), kendaraan henti adalah kendaraan yang berhenti pada suatu pendekat akibat penerapan sinyal. Angka henti (NS) adalah rerata dari jumlah kendaraan yang berhenti dalam suatu pendekat. Guna menghitung angka henti maka dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$NS = 0,9 \times NQ/Q \times c \times 3600 \quad (20)$$

Dimana:

NS : Angka henti

NQ : Jumlah kendaraan yang antri pada suatu pendekat

c : Waktu siklus disesuaikan

Q : Arus lalu lintas (smp/jam)

Setelah nilai angka henti diperoleh, selanjutnya dilakukan penjumlahan nilai kendaraan terhenti (N_{SV}) pada tiap pendekat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$N_{SV} = Q \times NS \quad (21)$$

Dimana:

N_{SV} : Jumlah kendaraan terhenti

Q : Arus lalu lintas (smp/jam)

NS : Angka henti

Dari nilai NSV setiap lengan sudah didapat maka dilanjutkan dengan menjumlahkan nilai N_{SV} yang dibagi dengan arus simpang total (Q) menjadi NStotal yaitu seperti pada rumus di bawah ini:

$$NS_{Total} = \sum N_{SV} / Q_{TOT} \quad (22)$$

Dimana:

NS_{Total} : Angka henti total

$\sum N_{SV}$: Jumlah kendaraan terhenti

Q_{TOT} : Arus lalu lintas (smp/jam)

3) Tundaan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997). Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan saat melewati simpang. Faktor penyebabnya dibagi menjadi dua yaitu:

a) Tundaan lalu lintas

Tundaan lalu lintas terjadi akibat adanya interaksi dan gerakan lalu lintas yang bertentangan. Melalui hal tersebut maka tundaan lalu lintas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$DT = c \times d \times ((NQ_1 \times 3600)/C) \quad (23)$$

Dimana:

DT : Tundaan lalu lintas rata – rata (det/smp)

c : Waktu siklus yang disesuaikan (det)

d : $0,5 \times (1 - GR)^2 / (1 - GR \times DS)$

GR : Rasio hijau = (g/c)

- DS : Derajat kejenuhan
 NQ_1 : Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
 C : Kapasitas (smp/jam)

b) Tundaan geometri

Suatu tundaan berupa perlambatan dan percepatan gerak kendaraan yang membelok pada simpang. Tundaan geometrik rerata (DG) pada tiap pendekat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 \times (P_{SV} \times 4) \quad (24)$$

Dimana:

DG_j : Tundaan geometrik rata – rata untuk pendekat j
 (det/smp)

P_{SV} : Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NS,
 1)

P_T : Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

Tundaan rerata pada tiap pendekat (D) dihitung dengan menjumlahkan tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik pada masing masing pendekat:

$$D = DT + DG \quad (25)$$

$$DG_{TOT} = D \times Q \quad (26)$$

F.9. Tingkat Pelayanan Persimpangan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997). Tingkat pelayanan persimpangan adalah gambaran dari kondisi lalu lintas yang memaparkan kualitas perjalanan, yang disebabkan oleh berbagai volume lalu lintas. Sedangkan ukuran dari tingkat pelayanan suatu simpang teragantung dari derajat kejenuhan dan volume kendaraan. Sebagai indikator, tingkat pelayanan mengacu pada tundaan rerata dari masing masing pendekat. Seperti yang tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Tingkat Pelayanan Untuk Simpang Bersinyal

TINGKAT PELAYANAN	TUNDAAN (det//smp)
A	$\leq 5,0$
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	$\geq 60,1$

G. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (dalam pembahasan selanjutnya disebut PKJI) merupakan upaya pemutakhiran Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yang dilakukan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi dan Rekayasa Sipil (Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan) melalui Gugus Kerja Teknik Lalu Lintas dan Lingkungan

Jalan. Secara umum, pemutakhiran ini terfokus pada modifikasi nilai-nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) atau ekivalen kendaraan ringan (ekr), dan kapasitas dasar (C0), serta penyesuaian istilah dan notasi parameter.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) diterbitkan tahun 1997, dan sejak saat itu digunakan sebagai acuan dalam kegiatan perencanaan, perancangan, dan operasi fasilitas lalu lintas jalan. Manual ini merupakan hasil penelitian empiris di beberapa tempat yang dianggap mewakili karakteristik lalu lintas di Indonesia pada masa itu. Nilai parameter yang ditampilkan dalam manual ini tidak mutlak harus digunakan, namun dapat disesuaikan dengan lokasi dan waktu kajian yang dilakukan. Penggunaan nilai parameter MKJI untuk kondisi saat ini seringkali menghasilkan hasil analisis yang kurang sesuai dengan kondisi di lapangan.

H. Uji Signifikansi

Pada metode analisis dependen, saat satu set data dihadapkan pada tujuan penelitian menguji hubungan antara variabel independen (skala non metrik dengan dua kategori) dengan variabel dependen (skala metrik dan bersifat kontinyu) maka teknik analisis yang cocok untuk kondisi seperti ini adalah uji beda t-test. Adapun uji beda t-test dilakukan pada dua kelompok kategori dengan dua kondisi :

1. Dua kelompok sampel independen - dua kelompok berbeda (Independent Sample t-test) dan
2. Dua kelompok sampel berpasangan (paired sample t-test)

Berikut ini akan dibahas mengenai kondisi kedua yaitu saat dua kelompok kategori dari variabel independen adalah uji beda parametrik dua kelompok sampel berpasangan (paired) atau uji beda rata-rata pada dua data yang berpasangan.

Tabel 8 Penentuan Uji Signifikansi yang digunakan

Variabel Dependen	Variabel Independen	Teknik Analisis	
		Parametrik	Non Parametrik
Satu Skala Metrik	Satu Non Metrik dengan Dua Kategori:	Uji beda t-test	
	Dua Sampel independen (Two Independent Sample)	Independent Sample t-test	Mann Whitney
	Dua sampel berpasangan (Two Dependent Sample)	Paired Sample t-test	Wilcoxon Signed Rank Test
Satu Skala metrik	Satu Non Metrik dengan lebih dari 2 (k) Kategori:		
	Beberapa Sampel independen (k Independent Sample)	Analysis of Variance (ANOVA)	Kruskall Wallis
	Beberapa sampel berpasangan (k sampel berpasangan)		Q Cochrans
Lebih dari satu metrik	Satu atau lebih non-metrik	Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)	
Satu non metrik dua kategori	satu atau lebih metrik dan non metrik	Regresi Logistik	
Lebih dari satu metrik	Lebih dari satu metrik	Analisis Jalur (Path Analysis) dan Structural Equation Modeling (SEM)	
dst			

Sehingga pada penelitian ini digunakan Paired Sample t-test untuk membandingkan kinerja jaringan jalan dengan metode SIDRA, MKJI 1997, dan PKJI 2014. Paired Sampel yang berpasangan diartikan sebagai sebuah sampel dengan subyek yang sama namun mengalami dua perlakuan atau pengukuran yang berbeda, seperti Subjek A akan mendapat perlakuan 1 kemudian perlakuan 2. Uji Paired Sample t-test memiliki syarat yaitu:

1. Data yang dimiliki oleh subyek adalah data interval atau rasio.
2. Kedua kelompok data berpasangan berdistribusi normal.

Pengujian pada penelitian ini dilakukan pada *software* STATA 13.

Hipotesis untuk penelitian ini adalah :

H₀ : Kedua rata-rata populasi adalah identik (rata-rata nilai pretest dan posttest tidak berbeda secara nyata)

H_a : Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (rata-rata nilai pretest dan posttest adalah memang berbeda secara nyata)

Pengambilan Keputusan Dasar pengambilan keputusan berdasarkan tingkat signifikansi:

- jika probabilitas/tingkat signifikansi $> 0,05$; maka H₀ diterima
- jika probabilitas/tingkat signifikansi $\leq 0,05$; maka H₀ ditolak