

**STUDI REKAYASA LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN JALAN
NASIONAL DI SIMPANG GARUDA SAKTI, PANAM, KOTA
PEKANBARU**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



OLEH :

MUHAMAD IKHSAN

143110520

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2021

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**STUDI REKAYASA LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN JALAN
NASIONAL DI SIMPANG GARUDA SAKTI, PANAM, KOTA
PEKANBARU**

Disusun Oleh

**MUHAMAD IKHSAN
NPM. 143110520**

Diperiksa dan Disetujui oleh :

Muchammad Zaenal Muttaqin, S.T., M.Sc
Pembimbing


.....
Tanggal : 14 Agustus 2021

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

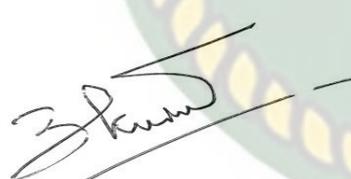
**STUDI REKAYASA LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN JALAN
NASIONAL DI SIMPANG GARUDA SAKTI, PANAM, KOTA
PEKANBARU**

**DISUSUN OLEH
MUHAMAD IKHSAN
NPM. 143110520**

*Telah disetujui didepan Dewan Penguji pada tanggal 14 Agustus 2021 dan
dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima*

SUSUNAN DEWAN PENGUJI


Muchammad Zaenal Muttaqin, S.T., M.Sc
Dosen Pembimbing


Ir. H. Abd. Kudus Zaini, M.T., MS., TR., IPM.
Dosen Penguji


Dr. Elizar, S.T., M.T.
Dosen Penguji

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (srata satu), baik di Universitas Islam Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain kecuali secara jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan bila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademis dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

14 Agustus 2021

MUHAMAD IKHSAN

NPM. 143110520

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarokatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini mengenai "**STUDI REKAYASA LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN JALAN NASIONAL DI SIMPANG GARUDA SAKTI, PANAM, KOTA PEKANBARU**". Tugas akhir ini berupa skripsi sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana strata 1 (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Tugas akhir ini berisi tentang rangkuman dan kesimpulan selama penulis melakukan penelitian dan analisa. Rangkuman dan kesimpulan ini disusun dalam bab-bab, bab tersebut terdiri dari bab I yang berisi tentang latar belakang, bab II berisi tentang tinjauan pustaka, bab III berisi tentang landasan teori, bab IV berisi tentang metodologi penelitian, bab V berisi tentang hasil dan pembahasan, dan bab VI berisi tentang kesimpulan dan saran.

Penulis berharap Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi mahasiswa/i Teknik Sipil, penulis juga menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam menyusun Tugas Akhir ini, maka dari itu kritik dan saran sangat diharapkan dari pembaca agar kedepannya bisa lebih baik lagi.

Pekanbaru, 2021

PENULIS

UCAPAN TERIMA KASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr H. Syafrinaldi, S.H., M.C.L, Rektor Universitas Islam Riau
2. Bapak Dr. Eng Muslim, MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
3. Ibu Dr Mursyidah, S.Si., M.Sc, Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST.,MT, Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
5. Bapak Akmar Efendi, S.kom., M.Kom, Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
6. Ibu Harmiyati, ST., MT, Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau
7. Ibu Sapitri, ST.,MT, Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau
8. Bapak Muchammad Zaenal Muttaqin, ST., M.Sc sebagai Dosen Pembimbing.
9. Bapak Ir. H. Abdul Kudus Zaini, M.T., M.S., T.R., IPM. Sebagai Dosen Penguji.
10. Ibu Dr. Elizar, ST.,MT Sebagai Dosen Penguji.

11. Bapak dan Ibu Dosen pengajar Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Seluruh karyawan dan karyawan fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Teristimewah Ayahanda Syafrinaldi S.Pd dan Ibunda Salina tercinta sebagai Orang Tua yang selalu memberikan dan mendo'akan yang terbaik serta sangat berperan dalam proses pendewasaan penulis.
14. Adik Saya tercinta Bella Syafrisa c.S.pd dan Melisa yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
15. Buat teman saya Yudha Apriyadi S.T, dkk yang telah membantu penelitian saya untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
16. Buat teman seperjuangan saya Sandro Jaya Sitompul c.ST dan Novringga Ika Putra c.ST yang selalu mensupport dan menemani dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
17. Buat teman sekelas saya dalam perkuliahan Ananda Jonaya Putra ST, Yogie Pratama ST, Rizky Ahmad ST dan Muhammad Rafi c.ST yang selalu mensupport dan menemani saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
18. Buat teman terbaik saya Cindy Trisofa Belming A.Md yang selalu mensupport dan menemani saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terima kasih atas segala bantuanya, semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua dan semoga segala amal baik kita mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin...

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pekanbaru, 2021

Penulis

MUHAMAD IKHSAN

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ABSTRAK	xix
ABSTRACT.....	xx
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum	5
2.2 Penelitian Terdahulu.....	5
2.3 Keaslian Penelitian.....	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Persimpangan	9
3.1.1 Karakteristik Simpang	10

3.1.2 Jenis Jenis Persimpangan	11
3.1.3. Daerah Konflik Pada Simpang.....	11
3.1.4 Tingkat Pelayanan Persimpangan	13
3.2 Klasifikasi Jalan	15
3.2.1 Pengelompokan berdasarkan status jalan.....	16
3.2.2 Pengelompokan berdasarkan Fungsi Jalan.....	16
3.3 Simpang Tak Bersinyal.....	17
3.3.1 Kondisi Arus Lalu Lintas.....	18
3.3.2 Karakteristik Kendaraan	18
3.3.3 Satuan Mobil Penumpang (smp)	19
3.3.4 Kapasitas.....	19
3.3.5 Derajat Kejenuhan (DS)	26
3.3.6 Tundaan	26
3.3.7 Peluang Antrian	29
3.4 Simpang Bersinyal.....	30
3.4.1 Data Lalu Lintas	31
3.4.2 Penggunaan Sinyal.....	31
3.4.3 Penentuan Waktu Sinyal.....	32
3.4.4 Menentukan Nilai Arus Jenuh Dasar (So).....	34
3.4.5 Faktor Penyesuaian.....	35
3.4.6 Rasio Arus dengan Arus Jenuh.....	39
3.4.7 Waktu Siklus dan Waktu Hijau	40
3.4.8 Kapasitas (C)	42
3.4.9 Panjang Antrian	42
3.4.10 Kendaraan Terhenti	43
3.4.11 Tundaan	44
3.5 Bundaran.....	45
3.5.1 Data Arus Lalu Lintas.....	46
3.5.2 Kapasitas.....	47
3.5.3 Derajat Kejenuhan	50
3.5.4 Tundaan Bagian Jalinan Bundaran	50

3.5.5 Peluang Antrian - Bagian Jalanan Bundaran.....	51
BAB IV METODE PENELITIAN	53
4.1 Bahan dan Alat Pengamatan.....	53
4.2 Lokasi Penelitian	53
4.3 Teknik Pengumpulan Data.....	55
4.4 Pelaksanaan Pengamatan	56
4.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	57
4.6 Cara Analisa	60
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	66
5.1 Umum	66
5.2 Data Survei Geometrik Simpang	66
5.3 Data Survei Kondisi Lingkungan	68
5.4 Kondisi Lalu Lintas.....	70
5.5 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting.....	72
5.5.1 Kapasitas simpang tak bersinyal.....	74
5.6 Pembahasan	83
5.6.1 Kinerja lalu lintas kondisi eksisting (Simpang Tak Bersinyal)	84
5.6.2 Penerapan strategi rekayasa lalu lintas melalui peningkatan kinerja simpang dengan pengaturan simpang bersinyal dan simpang bundaran.....	85
5.6.3 Perbandingan kondisi eksisting dengan setelah dilakukan peningkatan kinerja simpang.....	96
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1 Kesimpulan	101
6.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA	104

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Standar Derajat Kejenuhan (DS)	13
Tabel 3.2 Tingkat Pelayanan Lalu Lintas.....	14
Tabel 3.3 Hubungan tingkat pelayanan dengan tundaan pada persimpangan tidak bersinyal.....	14
Tabel 3.4 Nilai Ekuivalensi Penumpang simpang tak bersinyal	19
Tabel 3.5 Kapasitas dasar menurut tipe simpang.....	20
Tabel 3.6 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama.....	21
Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)	22
Tabel 3.8 Penentuan kelas hambatan samping	22
Tabel 3.9 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU).....	23
Tabel 3.10 Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (PMI).....	25
Tabel 3.11 Nilai Ekuivalensi Kendaraan Berat, Kendaraan Ringan, dan Sepeda Motor terhadap satuan mobil penumpang	31
Tabel 3.12 Nilai Normal Waktu Antar Hijau.....	32
Tabel 3.13 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)	35
Tabel 3.14 Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (FSF)	36
Tabel 3.15 Waktu Siklus yang Disarankan Untuk Keadaan yang Berbeda.....	41
Tabel 3.16 Definisi tipe bundaran	466
Tabel 3.17 Faktor penyesuaian ukuran kota (FCS).....	499
Tabel 3.18 Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU).....	49
Tabel 5.1 Data Geometrik Persimpangan Tak Bersinyal Garuda Sakti, Panam..	68
Tabel 5.2 Rekapitulasi Volume Arus Lalu Lintas.....	72
Tabel 5.3 Kapasitas dasar menurut tipe simpang.....	75
Tabel 5.4 Lebar Pendekat Simpang Empat Garuda sakti, Panam.....	75
Tabel 5.5 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM).....	77
Tabel 5.6 Faktor Ukuran Kota (Fcs)	78

Tabel 5.7 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU) Kondisi Eksisting 78

Tabel 5.8 Nilai PLT, PRT, dan PMI 79



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Jenis Jenis Pergerakan	12
Gambar 3.2 Aliran Kendaraan Di Simpang Empat Lengan	13
Gambar 3.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat(Fw)	21
Gambar 3.4 Faktor Penyesuaian Belok-Kiri (FLT)	24
Gambar 3.5 Faktor Penyesuaian Belok-Kanan (FRT)	24
Gambar 3.6 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (FMI).....	25
Gambar 3.7 Tundaan Lalu Lintas Simpang – Derajat Kejenuhan (MKJI 1997)	27
Gambar 3.8 Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (MKJI 1997)	28
Gambar 3.9 Rentang Peluang Antrian (QP%) Terhadap Derajat Kejenuhan (DS) (MKJI 1997)	30
Gambar 3.10 Penentuan Tipe Pendekat.....	33
Gambar 3.11 Arus Jenuh Dasar Untuk Pendekat Tipe P (MKJI 1997).....	35
Gambar 3.12 Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG).....	36
Gambar 3.13 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir Dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek (FP) (MKJI 1997).....	37
Gambar 3.14 Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kanan (FRT).....	38
Gambar 3.15 Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kiri (FLT).....	39
Gambar 3.16 Rasio Arus Simpang IFR (MKJI 1997)	40

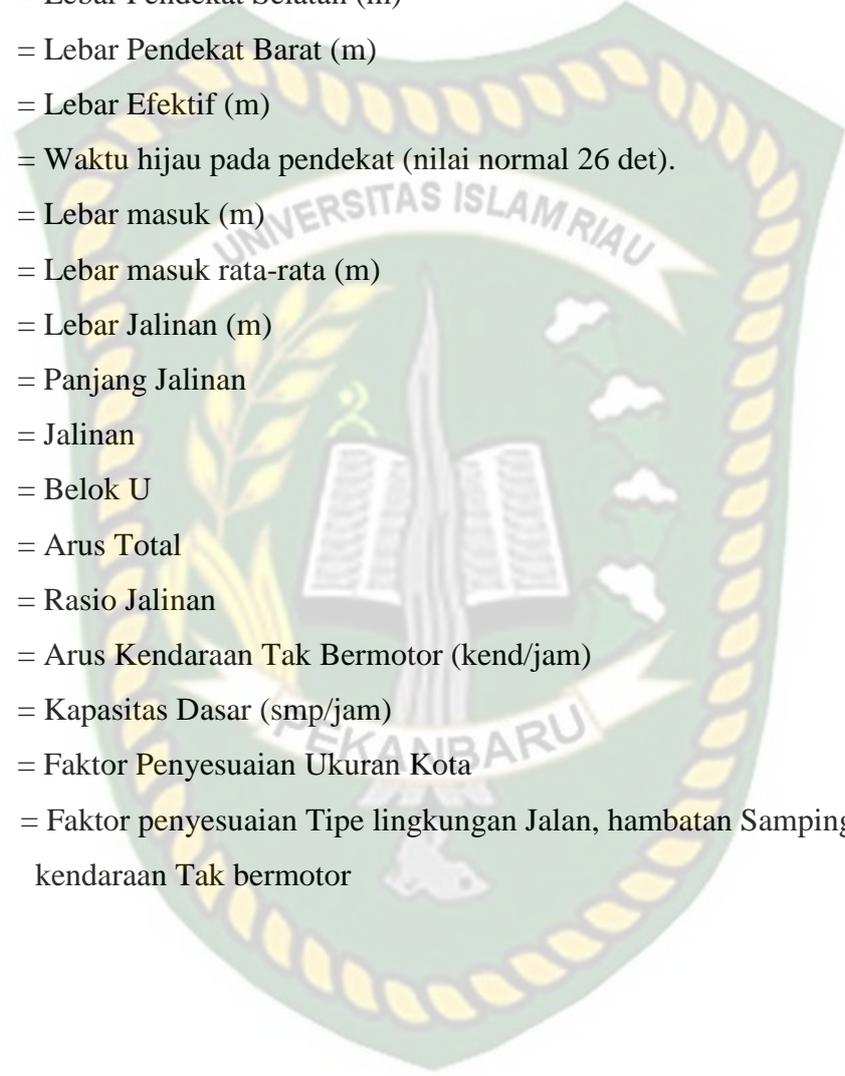
Gambar 3.17	Perhitungan Jumlah Antrian (NQMAX) Dalam Smp (MKJI 1997)	43
Gambar 3.18	Penetapan Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (DT) (MKJI 1997)...	44
Gambar 3.19	Ilustrasi Tipe Bundaran.....	46
Gambar 3.20	Ukuran Dan Tipe Bagian Jalinan.....	48
Gambar 3.21	Tundaan Lalu-Lintas Bagian Jalinan vs Derajat Kejenuhan (DT vs DS).....	51
Gambar 3.22	Peluang Antrian Bundaran (QPR%) vs Derajat Kejenuhan (QP vs DS).....	52
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian	54
Gambar 4.2	Bagan Alir Tahapan Penelitian.....	59
Gambar 4.3	Bagan Alir Simpang Tak Bersinyal.....	61
Gambar 4.4	Bagan Alir Simpang Bersinyal	63
Gambar 4.5	Bagan Alir Simpang Bundaran.....	65
Gambar 5.1	Kondisi Geometrik Persimpangan Tak Bersinyal Garuda Sakti, Panam.....	67
Gambar 5.2	Kondisi Eksisting Persimpangan Tak Bersinyal Garuda Sakti, Panam.....	69
Gambar 5.3	Hambatan Samping Persimpangan Tak Bersinyal Garuda Sakti, Panam.....	70
Gambar 5.4	Form USIG-I.....	73
Gambar 5.5	Form USIG-II	74
Gambar 5.6	Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (FW)	76

Gambar 5.7	Volume Lalu Lintas (smp/jam) Pada Jam Puncak.....	83
Gambar 5.8	Kondisi geometri persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam pada perencanaan simpang bersinyal	86
Gambar 5.9	Kondisi geometri persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam pada perencanaan simpang bundaran.....	93
Gambar 5.10	Grafik Perbandingan Kapasitas (C) Kondisi Eksisting Dengan Perencanaan Simpang Bersinyal Dan Bundaran.....	96
Gambar 5.11	Grafik Perbandingan Derajat Kejenuhan (DS) Kondisi Eksisting Dengan Perencanaan Simpang Bersinyal Dan Bundaran	97
Gambar 5.12	Grafik Perbandingan Tundaan Simpang (D) Kondisi Eksisting Dengan Perencanaan Simpang Bersinyal Dan Bundaran	98
Gambar 5.13	Grafik Perbandingan Peluang Antrian Kondisi Eksisting Dengan Perencanaan Simpang Bersinyal Dan Bundaran	100

DAFTAR NOTASI

C	= Kapasitas (smp/jam)
C_o	= Kapasitas Dasar (smp/jam)
COM	= Komersial
c_{ua}	= Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)
c_{ua}	= Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)
D	= Tundaan Simpang (det/smp)
DG	= Tundaan Geometrik Simpang
DS	= Derajat Kejenuhan
DT	= Tundaan Lalu Lintas Rata-rata (det/smp)
DT_i	= Tundaan Lalu Lintas Simpang (det/smp)
DT_{MA}	= Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (det/smp)
DT_{MI}	= Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (det/smp)
DxQ	= Tundaan Total (smp.det)
emp	= Ekuivalen Mobil Penumpang
F_{cs}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
FG	= Faktor Penyesuaian Kelandaian
FLT	= Faktor penyesuaian belok kiri
FM	= Faktor penyesuaian median jalan utama
F_{MI}	= Faktor penyesuaian jalan minor
F_P	= Faktor Penyesuaian Parkir
F_{rcrit}	= Rasio Arus Kritis
F_{RSU}	= Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan
F_{RT}	= Faktor penyesuaian belok kanan
F_{SF}	= Faktor Penyesuaian Hambatan Samping
F_W	= Faktor penyesuaian lebar pendekat
g_i	= Tampilan waktu hijau pada fase I (det)
GR	= Rasio Hijau
HV	= Kendaraan Berat
LV	= Kendaraan Ringan
MC	= Sepeda Motor

- IFR* = Rasio Arus Simpang
- LP* = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama atau
- LTI* = Waktu hilang total persiklus (det)
- NQ* = Jumlah Kendaraan Antri Total (smp/jam)
- NQ₁* = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
- NQ₂* = Jumlah smp yang datang selama fase merah
- NQ_{MAX}* = Jumlah Kendaraan Antri Maksimum (smp/jam)
- NS* = Rasio Kendaraan (stop/smp)
- NSV* = Jumlah Kendaraan Terhenti (smp/jam)
- P* = Tipe Pendekat Terlindung
panjang dari lajur pendek (m)
- PLT* = Rasio Belok Kanan
- PL* = Rasio Belok Kiri
- PR* = Rasio Fase
- PR_i* = Rasio fase FR_{crit}
- PSV* = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = $\text{Min}(NS, 1)$
- PT* = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat
- PUM* = Rasio tidak bermotor
- Q* = Arus Lalu Lintas (smp/jam)
- QL* = Panjang Antrisan (m)
- QLT* = Arus Lalu Lintas Belok Kiri (smp/jam)
- QLTOR* = Arus Lalu Lintas Belok Kiri Langsung (kend/jam atau smp/jam)
- QMA* = Arus lalu lintas total pada jalan mayor (smp/jam)
- Qmasuk* = Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/jam)
- QMI* = Arus lalu lintas total pada jalan minor (smp/jam)
- QMV* = Arus Lalu Lintas Total (kend/jam atau smp/jam)
- QP* = Peluang Antrian (%)
- QRT* = Arus Lalu Lintas Belok Kanan (smp/jam)
- QST* = Arus Lalu Lintas Lurus (smp/jam)
- S₀* = Arus Lalu Lintas Jenuh Dasar (smp/jam)
- UM =Kendaraan Tak Bermotor



W	= Lebar Pendekat (m)
W_A	= Lebar Pendekat Utara (m)
W_B	= Lebar Pendekat Timur (m)
W_C	= Lebar Pendekat Selatan (m)
W_D	= Lebar Pendekat Barat (m)
W_e	= Lebar Efektif (m)
G	= Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det).
W_x	= Lebar masuk (m)
W_E	= Lebar masuk rata-rata (m)
W_W	= Lebar Jalinan (m)
L_W	= Panjang Jalinan
W	= Jalinan
UT	= Belok U
Q_{TOT}	= Arus Total
P_W	= Rasio Jalinan
Q_{UM}	= Arus Kendaraan Tak Bermotor (kend/jam)
C_o	= Kapasitas Dasar (smp/jam)
F_{CS}	= Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
F_{RSU}	= Faktor penyesuaian Tipe lingkungan Jalan, hambatan Samping dan kendaraan Tak bermotor

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

1. Perhitungan Simpang Tak Bersinyal.
2. Perhitungan Simpang Bersinyal.
3. Perhitungan Bundaran.

LAMPIRAN B

1. Form Data Survei.
2. Form SIG Simpang Tak Bersinyal.
3. Form SIG Simpang Bersinyal.
4. Form RWEAV Bundaran.

LAMPIRAN C

1. Surat-Surat Penelitian Tugas Akhir



**STUDI REKAYASA LALU LINTAS PADA PERSIMPANGAN JALAN
NASIONAL DI SIMPANG GARUDA SAKTI, PANAM, KOTA
PEKANBARU**

MUHAMAD IKHSAN

143110520

ABSTRAK

Simpang Garuda Sakti, Panam merupakan persimpangan yang sering terjadi kemacetan di kota pekanbaru dikarenakan volume lalu lintas yang tinggi, sarana belum memadai serta simpang adalah simpang tidak bersinyal. Oleh sebab itu terjadi tingginya angka derajat kejenuhan (DS), tundaan simpang (D) dan panjang antrian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja lalu lintas eksisting, untuk menerapkan strategi rekayasa lalu lintas dan membandingkan saat kondisi eksisting dengan setelah direkayasa lalu lintas.

Teknik penelitian yang dilakukan yaitu dengan melakukan survei langsung dilapangan pada saat jam puncak selama 3 (tiga) hari, 2 (dua) hari jam sibuk dan 1 (satu) hari jam tak sibuk. Data data yang diambil dilapangan seperti volume lalu lintas dan geometrik simpang diolah dan dianalisis dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).

Hasil analisa yang didapatkan pada kondisi eksisting diperoleh nilai derajat kejenuhan = 1,18, nilai tundaan simpang = 35,84 det/smp, nilai peluang antrian = 56 % - 114 %. Pada peningkatan kinerja simpang dengan perencanaan simpang bersinyal diperoleh nilai derajat kejenuhan = 0,78, tundaan simpang = 32 det/smp, nilai peluang antrian 33% - 63% dan pada peningkatan kinerja dengan bundaran diperoleh nilai derajat kejenuhan = 0,69 tundaan simpang = 2,43 det/smp, nilai peluang antrian 11% - 27%. Hasil dari peningkatan kinerja simpang terkhususnya bundaran dapat mengurangi angka derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian yang artinya bisa menguraikan kemacetan sesuai yang disarankan MKJI 1997.

Kata Kunci : Persimpangan, Kota Pekanbaru, Rekayasa Lalu Lintas, Derajat Kejenuhan, MKJI 1997

**ENGINEERING STUDY USING TRAFFIC LIGHT AT NATIONAL
JUNCTION AT GARUDA SAKTI, PANAM, PEKANBARU CITY**

MUHAMAD IKHSAN

143110520

ABSTRACT

The Garuda Sakti, Panam intersection is an intersection that often causes traffic jams in the city of Pekanbaru due to the high traffic volume, inadequate facilities and the intersection is an unsignalized intersection.

Therefore, there is a high number of degrees of saturation (DS), intersection delays (D) and queue lengths. The purpose of this study is to determine the performance of existing traffic, to apply traffic engineering strategies and to compare the current condition with the traffic engineered after.

The research technique was carried out by conducting a direct survey in the field during peak hours for 3(three) days, 2(two) days of peak hours and 1 (one) day off-peak hours. Data taken in the field such as traffic volume and geometric intersections were processed and analyzed using the Indonesia Road Capacity Manual (MKJI 1997).

The results of the analysis obtained in the existing conditions obtained the value of the degree of saturation = 1.18, the value of the intersection delay = 35.84 sec/pcu, the value of the queue probability = 56% - 114%. In improving the performance of the intersection by planning a signalized intersection, the degree of saturation = 0.78, the intersection delay = 32 sec/pcu, the probability value of the queue is 33% - 63% and on the increase in performance with the roundabout, the degree of saturation value = 0.69 the intersection delay = 2.43 sec/pcu, the queue probability value is 11% - 27%. The results of improving the performance of intersections, especially roundabouts, can reduce the number of degrees of saturation, delays, and queuing opportunities, which means that they can describe congestion as suggested by MKJI 1997.

Keywords : Intersection, Pekanbaru City, Traffic Engineering, Degree of Saturation, MKJI 1997

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi darat merupakan salah satu faktor yang paling mendasar digunakan masyarakat untuk mobilitas kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu dibutuhkan prasarana jalan yang memadai, fasilitas pendukung yang memudahkan dan angkutan sebagai moda transportasi.

Menurut Muttaqin (2018) transportasi bukanlah menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat, namun sebagai turunan dari kebutuhan utama yang dibutuhkan oleh masyarakat. Pada saat ini, orang banyak menggunakan kendaraan pribadi untuk melakukan kegiatan transportasi. Hal ini terjadi karena tingkat fleksibilitas oleh kendaraan pribadi jika dibandingkan dengan angkutan yang lainnya, dari transportasi umum karena fleksibilitas yang tinggi. Di sisi lain, kendaraan pribadi membuat dampak yang negatif bagi kehidupan, seperti polusi, kemacetan, kebisingan dll.

Kota Pekanbaru merupakan kota yang mempunyai fungsi sebagai kota pusat perdagangan, budaya, dan pendidikan. Kota pekanbaru juga ditetapkan sebagai pusat pengembangan Riau. Batas wilayah Kota Pekanbaru sebelah utara Kabupaten Siak dan Kabupaten Kampar. Batas wilayah Kota Pekanbaru sebelah timur Kabupaten Siak dan Kabupaten Pelalawan. Batas wilayah kota pekanbaru sebelah barat Kabupaten Kampar dan Batas wilayah kota pekanbaru sebelah selatan adalah Kabupaten Kampar dan Kabupaten Pelalawan. Dengan menjadi pusat pengembangan di Provinsi Riau dan menjadi ibukota Provinsi, pertumbuhan volume lalu lintas terus meningkat.

Menurut Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, maupun pendapat para pakar. Menurut pasal 1 Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009, lalu lintas didefinisikan sebagai kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan, adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah

kendaraan, orang, dan / atau barang yang berupa jalan dengan fasilitas pendukungnya.

Perkembangan volume lalu lintas di Kota Pekanbaru terus meningkat akibat dari pertumbuhan dan perkembangan daerah serta laju pertumbuhan penduduk. Tercatat penduduk Kota Pekanbaru 1.149.359 jiwa pada tahun 2019 (BPS Kota Pekanbaru 2019). Angka tersebut termasuk kategori besar untuk ukuran jumlah penduduk. Kemacetan lalu lintas menjadi permasalahan besar pada waktu sibuk pagi, siang, sore maupun malam.

Masalah transportasi merupakan salah satu masalah yang sering dihadapi di Kota Pekanbaru saat ini. Salah satu faktor penting dalam usaha menuju sistem prasarana transportasi yang baik adalah kemampuan kinerja jalan, khususnya kinerja persimpangan sebagai salah satu bagian dari sistem jalan secara keseluruhan. Permasalahan kemacetan dan antrian yang panjang di Kota Pekanbaru sering terjadi, seperti pada persimpangan jalan nasional di simpang Garuda Sakti, Panam.

Dalam hal ini, Persimpangan jalan nasional di simpang Garuda Sakti, Panam merupakan simpang tak bersinyal yang menghubungkan antara jalan Garuda Sakti dengan jalan Kubang Raya dan jalan Pekanbaru Bangkinang dengan Jalan HR Soebrantas. Jalan Pekanbaru Bangkinang dengan Jalan HR Soebrantas sebagai jalan utamanya. Kondisi simpang tersebut mempunyai potensi kemacetan. Dikarenakan simpang tidak mempunyai *traffic light*, perilaku pengguna jalan terburu-buru dan kawasan persimpangan terletak pada kawasan perekonomian, kampus dan perdagangan. Faktor lain juga seperti ruas jalan Pekanbaru Bangkinang adalah jalan nasional. Ruas jalan HR Soebrantas juga menjadi kemacetan panjang karena gerbang masuk Kota Pekanbaru dan kawasan kampus.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian agar operasional persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam terpenuhi. Penelitian ini dilakukan dengan merekayasa lalu lintas kinerja persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam menggunakan metode MKJI 1997 untuk mengurangi nilai derajat kejenuhan (DS) dan meningkatkan kinerja pada

persimpangan. Maka dari itu perlu dilakukan studi rekayasa lalu lintas pada persimpangan jalan nasional di simpang garuda sakti, panam, kota pekanbaru.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah yang ada sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja lalu lintas kondisi eksisting yang mencakupi derajat kejenuhan, tundaan simpang, dan peluang antrian pada persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam?
2. Bagaimana penerapan strategi rekayasa lalu lintas melalui peningkatan kinerja simpang dengan pengaturan simpang bersinyal dan bundaran?
3. Bagaimana perbandingan kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian pada persimpangan Garuda Sakti, Panam saat kondisi eksisting dengan setelah di rekayasa lalu lintas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Rekayasa lalu lintas pada persimpangan jalan nasional Kota Pekanbaru, kasus simpang Garuda Sakti, Panam antara lain:

1. Untuk mengetahui kinerja lalu lintas eksisting berupa derajat kejenuhan, tundaan simpang, dan peluang antrian pada persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam.
2. Penerapan strategi rekayasa lalu lintas melalui peningkatan kinerja simpang dengan simpang bersinyal dan bundaran.
3. Untuk mengetahui perbandingan kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian pada persimpangan Garuda Sakti, Panam saat kondisi eksisting dengan setelah di rekayasa lalu lintas.

1.4 Batasan Masalah

Dalam hal ini, untuk memperingkat dan memperjelas suatu penelitian agar dapat dibahas dengan baik dan tidak meluas, maka perlu direncanakan batasan masalah yang terdiri dari:

1. Dalam pengambilan sampel dilapangan, Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan Hambatan Samping hanya dihitung pada kendaraan tak bermotor seperti sepeda, becak, gerobak, kereta dorong.
2. Perhitungan kinerja simpang tak bersinyal, bersinyal, dan bundaran hanya menggunakan perhitungan dari panduan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.
3. Tidak memperhitungkan biaya pembangunan bundaran pada persimpangan Garuda Sakti, Panam pada solusi alternatif yang direncanakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka memuat tentang hasil penelitian yang terdahulu sebagai landasan bagi peneliti untuk melakukan suatu penelitian dengan teori-teori yang relevan. Tujuan dari penulisan tinjauan pustaka ialah menguatkan penelitian yang sedang dilakukan dengan berlandaskan penelitian yang sudah ada. Penelitian mengenai lalu lintas persimpangan sudah banyak dilakukan diberbagai tempat dengan metode-metode berbeda. Maka dari itu, dalam bab ini memuat beberapa referensi dari penelitian sebelumnya antara lain Rohmat Ilham Setiawan (2017), Muhammad Maulana Avisiena Pratama (2018), Prilia Meilany Prihono (2018), Desi Yanti Putri Citra Hasibuan (2020), dan Ruhdi Faisal (2019).

2.2 Penelitian Terdahulu

Setiawan (2017) dalam penelitiannya “Evaluasi Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Jalan Raya Baki-Solo – Jalan Raya Yos Sudarso – Jalan Kendang – Jalan Sidoluhur, Kecamatan Grogol, Kota Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah”. Tujuan Penelitian mengetahui kinerja Simpang Empat tak bersinyal Jalan Raya Baki-Solo – Jalan Raya Yos Sudarso – Jalan Kendang – Jalan Sidohulur, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah meliputi tundaan dan derajat kejenuhan (DS) dengan menggunakan MKJI 1997. Metode yang digunakan adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 untuk simpang tidak bersinyal. Hasil perhitungan berdasarkan MKJI 1997, didapat nilai Derajat Kejenuhan (DS) = 0,93 (jam puncak pagi), DS = 0,90 (jam puncak siang), DS = 0,93 (jam puncak sore) pada kondisi eksisting (tahun 2017).

Pratama (2018) dalam penelitiannya “Perancangan Alternatif Penanganan Simpang Tak Bersinyal Menjadi Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Empat Jalan Selokan Mataram – Jalan Wahid Hasyim, Condongcatur, Depok, Sleman)”. Tujuan Penelitian mengetahui kinerja simpang 5 tahun mendatang

digunakan data sekunder berupa data pertumbuhan kendaraan Kabupaten Sleman yang berasal dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman. Selanjutnya dilakukan perancangan alternatif penanganan untuk memperbaiki kinerja simpang OB dengan manajemen lalu lintas simpang bersinyal. Metode yang digunakan metode MKJI 1997 dengan data primer yang didapat dari survei traffic counting. Hasil analisis kinerja Simpang OB menunjukkan kinerja simpang saat ini sudah buruk dengan nilai DS sebesar 1,10 (weekend) dan 1,04 (weekday) untuk masing masing jam puncak.

Prihono (2018) dalam penelitiannya “Evaluasi Rekayasa Lalu Lintas Di Bundaran Lalu Lintas (Studi Kasus: Bundaran Lalu Lintas Patung Sam Ratulangi)”. Tujuan Penelitian adalah mengevaluasi epektifitas penerapan rekayasa lalu lintas khususnya penutupan jalur dalam mengurai kemacetan yang terjadi di simpang bundaran Patung Sam Ratulangi dan memberikan solusi alternatif dalam mengendalikan kemacetan di bundaran Patung Sam Ratulangi. Metode yang digunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 digunakan untuk meninjau kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian. Hasil evaluasi dengan data volume arus lalu lintas maksimum pada bundaran di lokasi studi menunjukkan kapasitas bundaran lalu lintas bagian jalinan Jl. Bethesda – Jl. Pramuka tidak lagi mampu menampung volume arus lalu lintas yang melewatinya terutama pada jam puncak dilihat dari derajat kejenuhan yang melebihi batas maksimum yakni 0.75.

Hasibuan (2020) dalam penelitiannya “Optimalisasi Persimpangan Simpang Tak Bersinyal Pasar Sibuhuan, Kabupaten Padang Lawas, Sumatera Utara”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai derajat kejenuhan (DS) pada kondisi eksisting, alternatif apa yang dilakukan dalam mengoptimalisasi persimpangan tak bersinyal Pasar Sibuhuan, berapa derajat kejenuhan (DS) yang dihasilkan dari hasil optimalisasi, dan bagaimana perbandingan nilai derajat kejenuhan (DS) sebelum dan sesudah dilakukan optimalisasi. Teknik penelitian yang dilakukan yaitu dengan melakukan survei langsung dilapangan pada saat jam puncak selama 3 (tiga) hari, 2 (dua) hari sibuk dan 1 (satu) hari tak sibuk untuk mendapatkan data data-data yang diperlukan

seperti volume lalu lintas, geomterik simpang dan data lainnya. Kemudian data-data yang telah didapat tersebut diolah dan di analisis menggunakan acuan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil yang didapatkan dari analisa kondisi eksisting pada persimpangan tak bersinyal Pasar Sibuhuan diperoleh nilai Derajat Kejenuhan (DS) = 0,86, nilai Derajat Kejenuhan (DS) pada simpang empat Pasar Sibuhuan telah melewati nilai yang disarankan oleh MKJI 1997, yaitu $DS \leq 0,75$.

Faisal (2019) dalam penelitiannya “Studi Rekayasa Lalu Lintas Pada Simpang Tujuh Ulee Kareng Dengan Merencanakan Bundaran (roundabout)”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah rekayasa lalu lintas dari simpang tak bersinyal menjadi persimpangan dengan bundaran. Metode yang digunakan MKJI 1997 dan software VISSIM 6.00-22 dengan tipe bundaran R10 – 22. Hasil penelitian Kapasitas terbesar di ruas jalinan yaitu 6629 kend/jam. Arus bagian jalinan terbesar di ruas jalinan AB yaitu 3184 kend/jam. Tundaan terbesar di ruas jalinan AB yaitu 2,30 detik/kendaraan. Untuk Derajat Kejenuhan (DS) didapat dari perbandingan arus bagian jalinan dengan kapasitas. DS terbesar di ruas jalinan AB yaitu 0,50 dan Peluang Antrian terbesar dari pembacaan grafik MKJI adalah 6% - 13,5%.

2.3 Keaslian Penelitian.

Keaslian penelitian ini berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang mempunyai karakteristik yang hampir sama dalam hal teori, meskipun berbeda dalam jumlah dan ukuran kota penelitian atau analisis yang digunakan. Penelitian yang dilakukan mengenai Studi Rekayasa Lalu Lintas Pada Persimpangan Jalan Nasional di Simpang Garuda Sakti, Panam, Kota Pekanbaru. Beberapa peneliti terdahulu memiliki solusi penanganan berbeda beda.

Sebagai contoh dari peneliti Setiawan (2017), Untuk meningkatkan kinerja pada simpang tersebut direncanakan menjadi simpang bersinyal 2 Fase Tanpa Pelebaran. Kinerja simpang setelah di desain ulang, menghasilkan kinerja simpang dengan Derajat Kejenuhan (DS) pendekat Utara = 0,48 ; pendekat Selatan = 0,78 ; pendekat Timur = 0,20 ; pendekat Barat = 0,70. Pratama (2018),

Alternatif terbaik ditentukan dengan penilaian berdasarkan dampak rekayasa terhadap jaringan jalan disekitarnya, kemudahan dalam pelaksanaan, biaya pelaksanaan, serta aspek teknis terkait keberadaan jembatan sehingga didapat alternatif terbaik yaitu alternatif 1 yang merupakan simpang 3 fase yang menerapkan larangan belok kanan pada lengan utara dan selatan dengan nilai DS simpang sebesar 0,68. Prihono (2018), melakukan evaluasi penutupan jalur di bundaran lalu lintas patung Sam Ratulangi dari arah jalan Sam Ratulangi (Wanea Plaza) menuju ke jalan Bethesda. Hasil evaluasi dengan data volume arus lalu lintas maksimum pada bundaran di lokasi studi menunjukkan kapasitas bundaran lalu lintas bagian jalinan Jl. Bethesda – Jl. Pramuka tidak lagi mampu menampung volume arus lalu lintas yang melewatinya terutama pada jam puncak dilihat dari derajat kejenuhan yang melebihi batas maksimum yakni 0.75. Hasibuan (2020), Langkah alternatif yang dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja persimpangan ada 4 (empat) alternatif, yaitu dengan meminimalisir hambatan samping nilai DS = 0,78, pelebaran jalan minor menjadi 5,10 m nilai DS = 0,78, meminimalisir hambatan samping dan pelebaran jalan minor menjadi 5,10 m nilai DS = 0,77, dan merubah simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal nilai DS = 0,58. Faisal (2019), Membuat sebuah rekayasa lalu lintas dari simpang tak bersinyal menjadi persimpangan dengan bundaran. untuk membuat sebuah rekayasa lalu lintas dari simpang tak bersinyal menjadi persimpangan dengan bundaran. Data yang dikumpulkan adalah data geometrik jalan, volume lalu lintas dan kecepatan setempat. Data awal yang digunakan untuk adalah volume jam puncak (VJP) dari volume yang diamati dan kemudian disimulasikan ke software VISSIM 6.00-22 dengan tipe bundaran R10-22.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya peneliti dapat menyimpulkan bahwa solusi untuk mengurangi kemacetan pada persimpangan adalah menerapkan rekayasa lalu lintas. Dimana, dengan penerapan strategi rekayasa lalu lintas tersebut dapat meningkatkan kinerja simpang pada persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang selalu berkaitan dari sistem jalan. Dalam berkendara didalam kota, pengemudi kendaraan dapat melihat kebanyakan jalan didaerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan, dimana pengemudi kendaraan dapat memutuskan untuk jalan terus atau membelok dan pindah jalan.

Ada beberapa pengertian persimpangan menurut pendapat para ahli dan panduan buku, yaitu sebagai berikut:

1. Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya (Abubakar, 1995)
2. Persimpangan jalan merupakan simpul transportasi yang terbentuk dari beberapa pendekat, dimana arus kendaraan dari berbagai pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan simpang (Hoobs, 1995)
3. Persimpangan adalah daerah dimana dua atau lebih jalan bergabung atau berpotongan/bersilangan (Hendarto, 2001)
4. Berdasarkan MKJI 1997, persimpangan adalah pertemuan dua jalan atau lebih yang bersilangan. Secara umum simpang terdiri dari simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal. Simpang bersinyal adalah simpang yang memiliki rambu lalu lintas sebagai pengatur simpang (*traffic light*), sedangkan simpang tak bersinyal adalah simpang yang tidak memiliki rambu lalu lintas sebagai pengatur simpang (*traffic light*).

Berbagai pernyataan para ahli diatas, bisa disimpulkan bahwa persimpangan merupakan bagian penting dari jalan raya karena sebagian besar dari efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasional dan kapasitas lalu lintas tergantung pada perencanaan persimpangan. Pada persimpangan sering terjadi

permasalahan, entah itu di simpang dengan *traffic light* atau yang tidak mempunyai *traffic light*. Berikut masalah masalah yang terkait pada persimpangan adalah:

1. Volume dan kapasitas (secara langsung mempengaruhi hambatan)
2. Desain geometrik dan kebebasan pandangan.
3. Perilaku lalu lintas dan panjang antrian.
4. Kecepatan.
5. Pengaturan lampu jalan.
6. Kecelakaan dan keselamatan
7. Parkir.

Dalam merancang persimpangan sebidang, perlu mempertimbangkan empat elemen dasar (Direktorat Jenderal Bina Marga, Maret 1992) adalah sebagai berikut.

1. Faktor manusia, seperti kebiasaan mengemudi dan waktu pengembalian keputusan (waktu reaksi).
2. Pertimbangan lalu lintas, seperti kapasitas dan pergerakan membelok, kecepatan kendaraan dan ukuran serta penyebaran kendaraan.
3. Elemen-elemen fisik, seperti karakteristik dan penggunaan dua fasilitas yang saling berdampingan, jarak pandang dan fitur-fitur geometris.
4. Faktor ekonomi, seperti biaya, manfaat dan konsumsi energi.

3.1.1 Karakteristik Simpang

Menurut Hariyanto (2004), dalam perencanaan suatu simpang, kekurangan dan kelebihan dari simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal harus dijadikan suatu pertimbangan. Adapun karakteristik simpang bersinyal dibandingkan simpang tak bersinyal adalah sebagai berikut :

1. Kemungkinan terjadinya kecelakaan dapat ditekan apabila tidak terjadi pelanggaran lalu lintas.
2. Lampu lalu lintas lebih memberi aturan yang jelas pada saat melalui simpang.
3. Simpang bersinyal dapat mengurangi konflik yang terjadi pada simpang, terutama pada jam sibuk.

4. Pada saat lalu lintas sepi, simpang bersinyal menyebabkan adanya tundaan yang seharusnya tidak terjadi.

3.1.2 Jenis Jenis Persimpangan

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

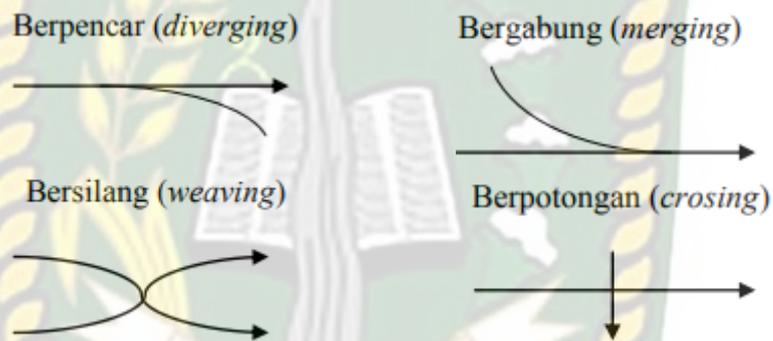
1. Pertemuan atau persimpangan jalan sebidang (*at grade intersection*), merupakan pertemuan dua ruas jalan atau lebih secara sebidang (tidak saling bersusun). Pertemuan jalan sebidang ada 4 (empat) macam, yaitu :
 - a. pertemuan atau persimpangan bercabang 3 (tiga),
 - b. pertemuan atau persimpangan bercabang 4 (empat),
 - c. pertemuan atau persimpangan bercabang banyak,
 - d. bundaran (*rotary intersection*).
2. pertemuan atau persimpangan jalan tidak sebidang (*interchange*), 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.

3.1.3. Daerah Konflik Pada Simpang

Pada umumnya terdapat empat macam pola dasar pergerakan lalu-lintas kendaraan berpotensi menimbulkan konflik, yaitu : *merging* (bergabung dengan jalan utama), *diverging* (berpisah arah dari jalan utama), *weaving* (terjadi perpindahan jalur/jalinan), *crossing* (terjadi perpotongan dengan kendaraan dari jalan lain)

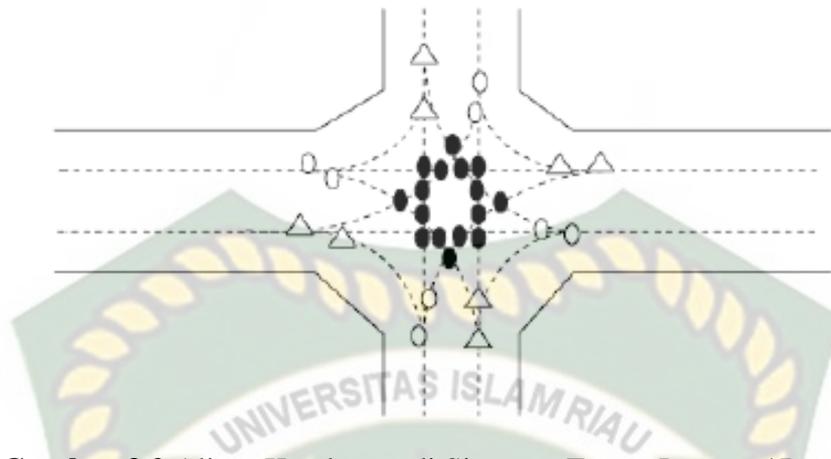
1. Bergabung (*merging*) merupakan peristiwa menggabungkan kendaraan dari suatu jalur ke jalur yang sama. Menurut Bina Marga (1992) Bergabung (*merging*) adalah menyatukan arus kendaraan dari beberapa jalur lalu lintas ke satu arah.
2. Berpencar (*diverging*) merupakan peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain. Menurut Bina Marga (1992) berpencar (*diverging*) adalah penyebaran arus kendaraan dari satu jalur lalu lintas ke beberapa arah.

3. Bersilang (*weaving*) merupakan 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 misalnya, pada saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lainnya akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.
4. Berpotongan (*crossing*) merupakan peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur yang lain pada persimpangan tersebut. Menurut Bina Marga (1992) Berpotongan (*crossing*) adalah berpotongannya dua buah jalur lalu lintas secara tegak lurus.



Gambar 3.1 Jenis-jenis pergerakan (Bina Marga 1992)

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. Pada simpang dengan 4 (empat) lengan mempunyai titik-titik konflik sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Aliran Kendaraan di Simpang Empat Lengan / Pendekat
 (Prasetyanto, D, 2003)

Keterangan :

- : Titik konflik *crossing* / persilangan (16 titik)
- Δ : Titik konflik *merging* / penggabungan (8 titik)
- : Titik konflik *diverging* / penyebaran (8 titik)

3.1.4 Tingkat Pelayanan Persimpangan

Dalam MKJI 1997 Indikator yang paling tepat untuk menilai hasil kinerja persimpangan adalah dengan mengetahui nilai derajat kejenuhan (DS). Jika nilai derajat kejenuhan diperoleh terlalu tinggi, maka diperlukan pertimbangan solusi alternatif untuk menguraikan kemacetan di persimpangan tersebut. Standar derajat kejenuhan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Standar Derajat Kejenuhan (MKJI, 1997)

Tingkat Derajat Kejenuhan	Batasan Nilai
Tidak Baik	> 0,85
Baik	< 0,75

Menurut Peraturan Menteri Republik Indonesia No PM 96 Tahun 2015 tingkat pelayanan jalan sebagai berikut:

Tabel 3.2 Tingkat Pelayanan Lalu Lintas (PM no 96 Tahun 2015)

Tingkat Pelayanan	% Dari Kecepatan Arus Bebas	Derajat Kejenuhan (DS)
A	90	0,35
B	70	0,54
C	50	0,77
D	40	0,93
E	33	1,00
F	33	1,00

Berdasarkan TRB (1994), tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal diukur berdasarkan nilai tundaan dapat dilihat pada tabel 3.3 Berikut.

Tabel 3.3 Hubungan tingkat pelayanan dengan tundaan pada persimpangan tidak bersinyal (Transportation Research Board, 1994)

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik/smp)
A	< 5
B	5 – 10
C	11 – 20
D	21 – 30
E	31 – 45
F	> 45

Dari tabel diatas dapat dijabarkan mengenai tingkat pelayanan persimpangan, sebagai berikut:

1. Tingkat Pelayanan A

Keadaan arus bebas, volume rendah, kecepatan tinggi, kepadatan rendah, kecepatan ditentukan oleh kemauan pengemudi pembatasan kecepatan dan kondisi fisik jalan.

2. Tingkat Pelayanan B

Keadaan arus stabil, kecepatan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu

lintas dalam batas dimana pengemudi masih mendapatkan kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya. Batas terbawah dari tingkat pelayanan ini adalah (kecepatan terendah dengan volume tertinggi) digunakan untuk ketentuan – ketentuan perencanaan jalan di luar kota.

3. Tingkat Pelayanan C

Keadaan arus masih stabil, kecepatan dan pergerakan lebih ditentukan oleh volume yang tinggi sehingga pemilihan kecepatan sudah terbatas dalam batas – batas kecepatan jalan yang masih cukup memuaskan. Biasanya ini di gunakan untuk ketentuan-ketentuan perencanaan jalan dalam kota.

4. Tingkat Pelayanan D

Keadaan arus mendekati tidak stabil, dimana kecepatan yang dihendaki secara terbatas masih bisa di pertahankan, meskipun sangat dipengaruhi oleh perubahan – perubahan dalam keadaan perjalanan yang sangat menurunkan kecepatan yang cukup besar.

5. Tingkat Pelayanan E

Keadaan arus tidak stabil, tidak dapat ketentuan hanya dari kecepatan saja, sering terjadi kemacetan (berhenti) untuk beberapa saat. Volume hampir sama dengan kapasitas jalan sedang.

6. Tingkat Pelayanan F

Keadaan arus yang bertahan atau arus terpaksa, kecepatan rendah sedang volume ada dibawah kapasitas dan membentuk rentetan kendaraan, sering terjadi kemacetan dalam waktu yang cukup lama. Dalam keadaan ekstrem kecepatan dan volume dapat turun menjadi 0.

3.2 Klasifikasi Jalan

Menurut UU no. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk 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 kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

3.2.1 Pengelompokan berdasarkan status jalan

1. Jalan Nasional

Jalan Nasional merupakan jalan arteri dan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. Jalan Provinsi

Jalan Provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Jalan Kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Jalan Kota merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

5. Jalan Desa

Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa serta jalan lingkungan.

3.2.2 Pengelompokan berdasarkan Fungsi Jalan.

1. Jalan Arteri

Jalan Arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

2. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3. Jalan Lokal

Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan Lingkungan

Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata rata rendah.

3.3 Simpang Tak Bersinyal

Jenis simpang jalan yang paling banyak dijumpai di perkotaan adalah simpang jalan tak bersinyal. Jenis ini cocok diterapkan apabila arus lalu-lintas di jalan minor dan pergerakan membelok sedikit.

Simpang tak bersinyal mempunyai kategori sebagai berikut (MKJI,1997) :

1. Simpang tanpa pengontrol

Pada simpang ini tidak terdapat hak berjalan (right of way) terlebih dahulu yang diberikan pada suatu jalan dari simpang tersebut. Bentuk simpang ini cocok pada simpang yang mempunyai arus lalu-lintas rendah.

2. Simpang dengan prioritas

Memberi hak yang lebih kepada suatu jalan yang spesifik. Bentuk operasi ini dilakukan pada simpang dengan arus yang berbeda dan pada pendekatan jalan yang mempunyai arus yang lebih rendah sebaiknya dipasang rambu.

3. Persimpangan dengan pembagian ruang

Simpang jenis ini memberikan prioritas yang sama dan gerakan yang berkesinambungan terhadap semua kendaraan yang berasal dari masing – masing lengan. Arus kendaraan saling berjalan pada kecepatan relatif rendah dan dapat melewati persimpangan tanpa harus berhenti. Pengendalian simpang pada jenis ini umumnya diberlakukan dengan operasi bundaran.

3.3.1 Kondisi Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas terbentuk dari pergerakan individu pengendara yang melakukan interaksi antara yang satu dengan yang lainnya pada suatu ruas jalan dan lingkungannya. Karena persepsi dan kemampuan individu pengemudi mempunyai sifat yang berbeda maka perilaku kendaraan arus lalu lintas tidak dapat diseragamkan lebih lanjut, arus lalu lintas akan mengalami perbedaan karakteristik akibat dari perilaku pengemudi yang berbeda yang dikarenakan oleh karakteristik lokal dan kebiasaan pengemudi. Arus lalu lintas pada suatu ruas jalan karakteristiknya akan bervariasi baik berdasar waktunya. Oleh karena itu perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap perilaku arus lalu lintas (MKJI,1997).

Kondisi lalu lintas yang dianalisa ditentukan menurut arus jam rencana atau lalau-lintas harian rata-rata tahunan dengan faktor K yang sesuai untuk konversi LHRT menjadi arus per jam. Arus lalu lintas yang digunakan dalam analisis kapasitas simpang dipakai arus lalu-lintas yang paling padat per jam dari keseluruhan gerakan kendaraan yang sebelumnya dihitung per 15 menit.

3.3.2 Karakteristik Kendaraan

Dalam berlalu lintas terdapat berbagai jenis kendaraan yang masing masing mempunyai ciri-ciri tersendiri, dengan perbedaan seperti dimensi, berat, kapasitas angkut, tenaga penggerak, karakteristik pengendalian yang sangat berpengaruh dalam operasi lalu lintas sehari-hari serta dalam perencanaan dan pengendalian lalu lintas.

Karakteristik dan definisi kendaraan dibagi dalam beberapa jenis kelompok berikut (MKJI, 1997).

1. Kendaraan Ringan (LV)

Kendaraan bermotor dua as beroda empat dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi : mobil penumpang, opelet, mikrobis dan truk kecil sesuai dengan system klasifikasi Bina Marga).

2. Kendaraan Berat (HV) Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m (meliputi : bis truk dua as, truk tiga as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

3. Sepeda Motor (MC) Kendaraan bermotor beroda dua atau tiga (meliputi : sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga).
4. Kendaraan Tak Bermotor (UM) Kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan (meliputi : sepeda, becak, gerobak, kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga).

3.3.3 Satuan Mobil Penumpang (smp)

Setiap jenis kendaraan mempunyai karakteristik pergerakan yang berbeda, karena dimensi, kecepatan, percepatan maupun kemampuan manuver masing-masing tipe kendaraan berbeda disamping juga pengaruh geometrik jalan. Oleh karena itu, untuk menyamakan satuan dari masing-masing jenis kendaraan digunakan suatu satuan yang bisa dipakai dalam perencanaan lalu lintas yang disebut Satuan Mobil Penumpang (smp). Untuk mengetahui nilai smp diperlukan nilai ekivalensi penumpang (emp). Nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) seperti tabel 3.4 (MKJI, 1997).

Tabel 3.4 Nilai Ekivalensi Penumpang simpang tak bersinyal (MKJI,1997)

Jenis Kendaraan	Nilai EMP
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3
Sepeda motor (MC)	0,5

3.3.4 Kapasitas

Kapasitas jalan merupakan jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu jalan dan jalur selama 1 jam dengan kondisi serta arus lalu lintas tertentu (MKJI 1997).

Perhitungan untuk kapasitas simpang tak bersinyal (MKJI, 1997) digunakan persamaan 3.1.

$$C = C_o \times F_w \times F_M \times F_{cs} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \quad (3.1)$$

Dimana:

C = Kapasitas ruas jalan (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

- F_W = Faktor penyesuaian lebar pendekat
- F_M = Faktor penyesuaian median jalan utama
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan
- F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri
- F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan
- F_{MI} = Faktor penyesuaian jalan minor

1. Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar (C_0) adalah kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan. Nilai kapasitas dasar dapat dilihat dari buku pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI 1997) yang diambil dari variabel tipe simpang (IT). Didapat data kapasitas dasar (C_0) untuk dimasukkan pada formulir UISG-II. Kapasitas dasar menurut tipe simpang dilihat pada tabel 3.5.

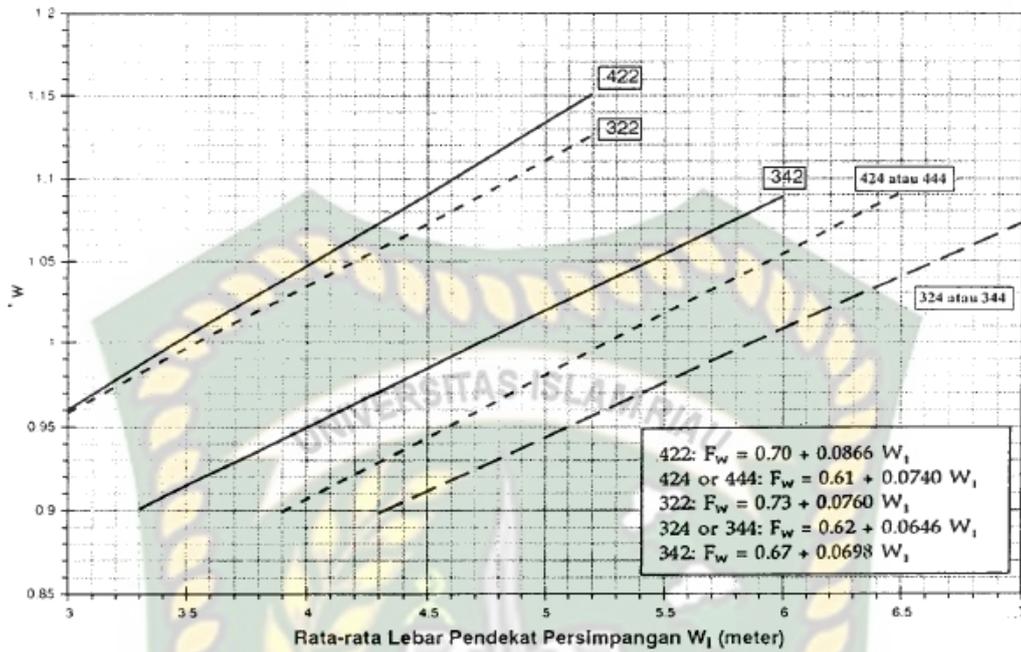
Tabel 3.5 Kapasitas dasar menurut tipe simpang (MKJI, 1997)

Tipe simpang IT	Kapasitas dasar smp/jam
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

2. Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) ini merupakan faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar sehubungan dengan lebar masuk persimpangan jalan. Faktor penyesuaian lebar pendekat (F_w) dihitung berdasarkan tipe simpang dengan menggunakan persamaan 3.2.

$$422 ; F_w = 0,70 + 0,0866 W_1 \quad (3.2)$$



Gambar 3.3 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (MKJI, 1997)

3. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (F_M)

Pertimbangan teknik lalu lintas diperlukan untuk menentukan faktor median. Median disebut lebar jika kendaraan ringan standar dapat berlindung pada daerah median tanpa mengganggu arus berangkat pada jalan utama. Hal ini mungkin terjadi jika lebar median 3 m atau lebih. Pada beberapa keadaan, misalnya jika pendekat jalan utama lebar, hal ini mungkin terjadi jika median lebih sempit.

Faktor penyesuaian median jalan utama diperoleh dengan menggunakan tabel 3.6.

Tabel 3.6 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (MKJI, 1997)

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

4. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs).

Faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat dari jumlah penduduk pada kota tersebut, karena setiap kota memiliki jumlah penduduk yang berbeda. Besarnya jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi karekteristik perilaku penggunaan jalan dan jumlah kendaraan yang ada.

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari tabel 3.7.

Tabel 3.7 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Ukuran Kota CS	Jumlah Penduduk (Juta)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1,00
Sangat besar	> 3,0	1,05

Data dari Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru menunjukkan jumlah penduduk Kota Pekanbaru 1.149.359 pada tahun 2019.

5. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

Untuk membantu menentukan kelas hambatan samping pada persimpangan. Penentuan kelas hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 3.9 dibawah ini :

Tabel 3.8 Penentuan kelas hambatan samping (MKJI, 1997)

Frekuensi berbobot kejadian	Kondisi khusus	Kelas hambatan samping
< 100	Pemukiman hampir tidak ada kegiatan	Sangat rendah
100 – 299	Pemukiman, beberapa angkutan umum, dll	Rendah
300 – 499	Daerah industri dengan toko-toko disisi	Sedang

	jalan	
500 – 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi
> 900	Daerah niaga dan aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat tinggi

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (FRSU), dihitung menggunakan Tabel 3.8 dibawah ini:

Tabel 3.9 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU) (MKJI, 1997)

Kelas Tipe Lingkungan Jalan RE	Kelas Hambatan Samping SF	Rasio Kendaraan tak bermotor PUM					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	Tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

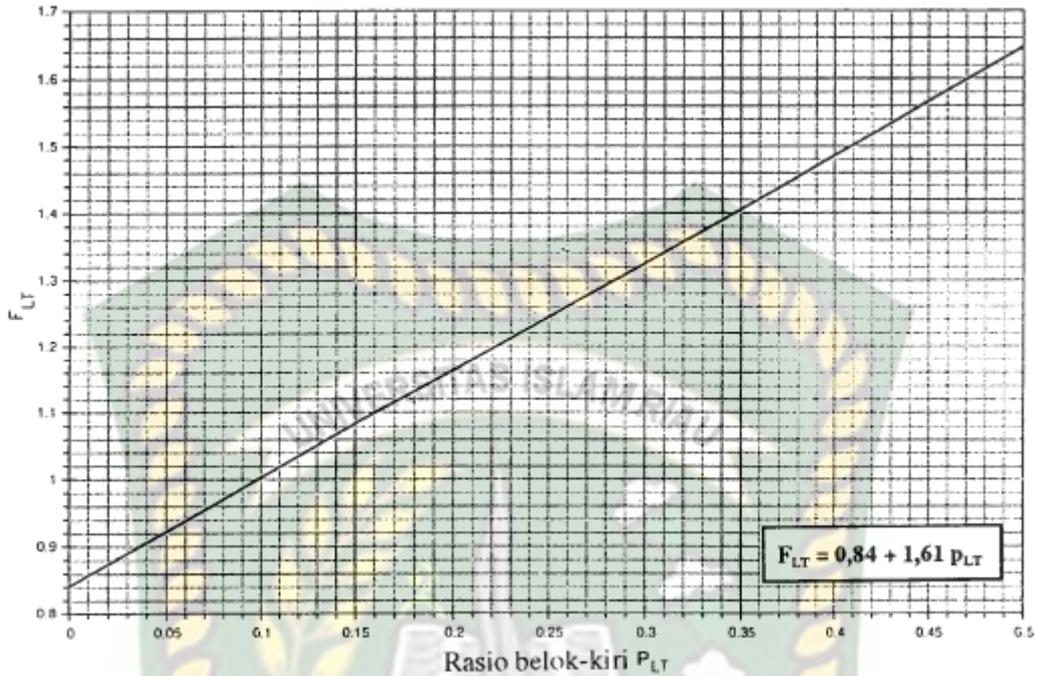
Faktor penyesuaian belok kiri merupakan persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kiri pada persimpangan. Dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$F_{LT} = 0,84 + 1,61 P_{LT} \quad (3.3)$$

Keterangan

F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri

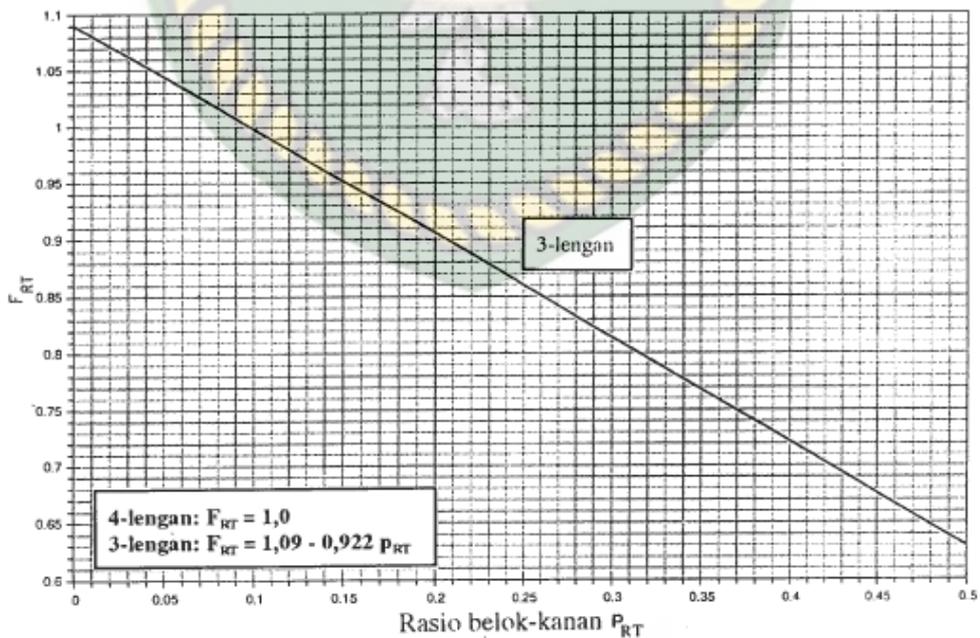
P_{LT} = Rasio kendaraan belok kiri (Q_{LT}/Q_{TOT})



Gambar 3.4 Faktor Penyesuaian Belok-Kiri (MKJI, 1997)

7. Faktor Penyesuaian Belok-Kanan (F_{RT})

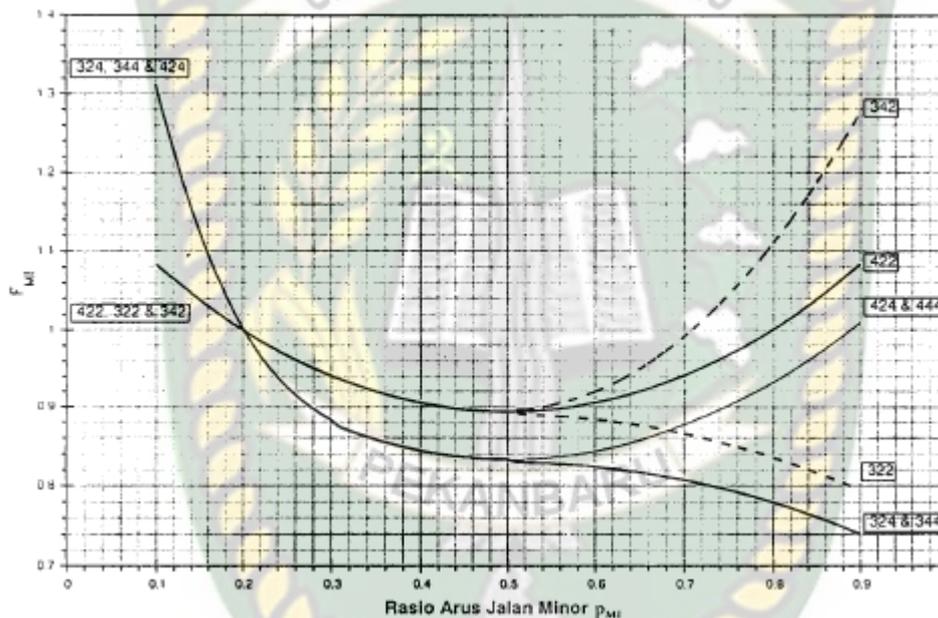
Faktor koreksi belok kanan ini ialah koreksi dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kanan pada persimpangan. Faktor ini dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Faktor Penyesuaian Belok-Kanan (MKJI, 1997)

8. Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI})

Faktor penyesuaian arus jalan minor ditentukan dari gambar 3.6 dibawah ini. Batas nilai yang diberikan untuk PMI pada grafik adalah rentang dasar empiris dari manual. Untuk mencari PMI tentukan terlebih dahulu rasio jalan minor kemudian di tarik garis vertikal ke atas sampai berpotongan pada garis tipe simpang yang akan dicari nilainya dilanjutkan dengan menarik horisontal ke kiri. Untuk mencari nilai FMI dapat dicari dengan Tabel 2.14.



Gambar 3.6 Faktor Penyesuaian Rasio Arus Jalan Minor (F_{MI}) (MKJI, 1997)

Tabel 3.10 Faktor Penyesuaian Arus Jalan Minor (PMI) (MKJI, 1997)

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

3444	$1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11$	0,3 – 0,5
	$-0,555 \times P_{MI}^2 + 0,555 \times P_{MI} + 0,69$	0,5 – 0,9

Dimana:

P_{MI} = Rasio arus jalan minor terhadap arus total

3.3.5 Derajat Kejenuhan (DS)

Yang dimaksud dengan derajat kejenuhan adalah hasil arus lalu lintas terhadap kapasitas biasanya dihitung per 15 menit selama jam puncak. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

Derajat kejenuhan dapat ditentukan dengan Persamaan 3.4 berikut:

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (3.4)$$

Dimana:

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus maksimum (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

3.3.6 Tundaan

Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami oleh kendaraan sewaktu melewati simpang. Nilai tundaan mempengaruhi nilai waktu tempuh kendaraan. Semakin tinggi nilai tundaan, semakin tinggi pula waktu tempuh. Tundaan terdiri sebagai berikut:

1. Tundaan lalu lintas simpang (DT_1)

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Tundaan lalu lintas simpang (DT_1) dapat ditentukan menggunakan Persamaan 3.5 dan 3.6.

untuk $DS \leq 0,6$

$$DT = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS) \times 2 ; \quad (3.5)$$

untuk $DS > 0,6$

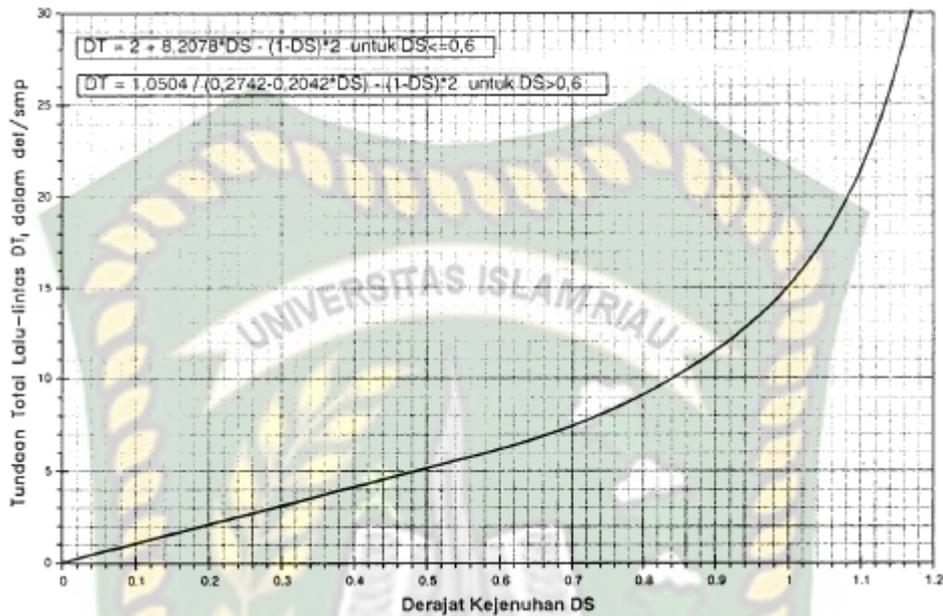
$$DT = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 ; \quad (3.6)$$

Dimana:

DT_1 = Tundaan lalulintas simpang (det/smp)

DS = Derajat Kejenuhan

Tundaan lalu lintas dapat dikoreksi menggunakan Gambar 3.7 Berikut



Gambar 3.7 Tundaan Lalu lintas Simpang - Derajat Kejenuhan (MKJI 1997)

2. Tundaan lalulintas jalan utama (DTMA)

Tundaan lalulintas jalan utama ialah tundaan lalulintas rata-rata semua kendaraan bermotor yang masuk persimpangan dari jalan utama (MKJI,1997). DTMA ditentukan menggunakan Persamaan 3.7 dan 3.8.

untuk $DS \leq 0,6$

$$DT = 1,8 + 5,8234 \times DS - (1 - DS) \times 1,8 ; \tag{3.7}$$

untuk $DS > 0,6$

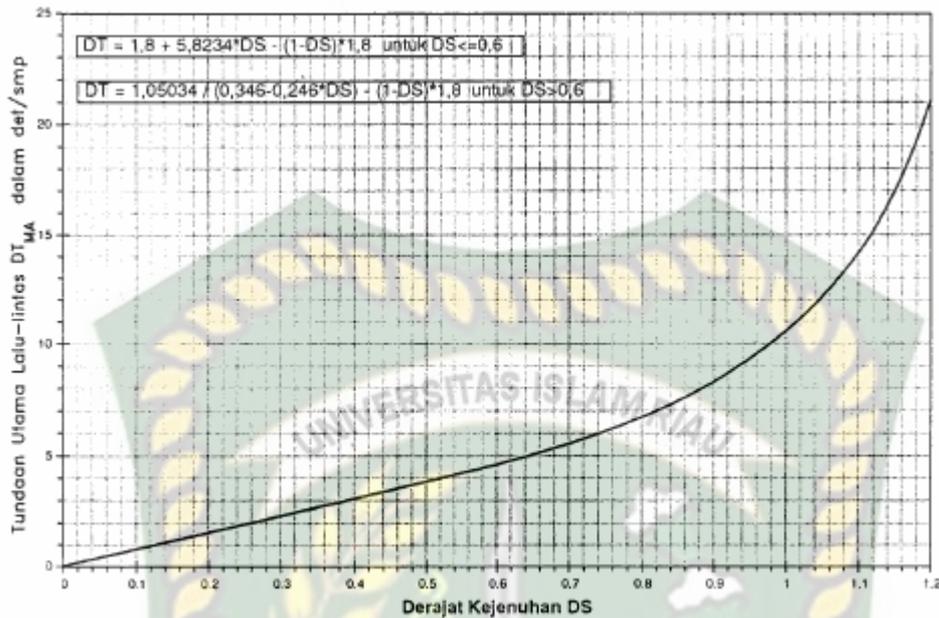
$$DT = 1,0534 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 ; \tag{3.8}$$

Dimana:

DT_{MA} = Tundaan lalulintas simpang (det/smp)

DS = Derajat Kejenuhan

Tundaan lalulintas jalan utama dapat dikoreksi menggunakan Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Tundaan Lalu lintas Jalan Utama (MKJI 1997)

3. Tundaan lalulintas jalan minor (DT_{MI})

Tundaan lalulintas jalan minor rata rata, ditentukan berdasarkan tundaan simpang rata-rata dan tundaan jalan utama rata-rata. Tundaan lalulintas jalan minor dihitung dengan Persamaan 3.9

$$DT_{MI} = (Q_{tot} \times DT_I - Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI} \quad (3.9)$$

Dimana:

- DT_{MI} = Tundaan lalulintas jalan minor (det/smp)
- Q_{tot} = Arus total pada simpangan (smp/jam)
- DT_I = Tundaan lalulintas simpang (det/smp)
- Q_{MA} = Arus lalulintas total pada jalan mayor (smp/jam)
- DT_{MA} = Tundaan lalulintas pada jalan utama (det/smp)
- Q_{MI} = Arus lalulintas total pada jalan minor (smp/jam)

4. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang ialah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang, DG dihitung menggunakan persamaan 3.10 dan 3.11 berikut:

$DS < 1,0$

$$DG = (1-DS) \times (\rho_T \times 6 + (1 - \rho_T) \times 3) + DS \times 4 \quad (3.10)$$

$$DS \geq 1,0$$

$$DG = 4 \tag{3.11}$$

Dimana:

DG = Tundaan geometrik simpang

DS = Derajat kejenuhan

6 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan belok yang tak terganggu (det/smp)

4 = Tundaan geometrik normal untuk kendaraan yang terganggu (det/smp)

ρ_T = Rasio arus belok terhadap arus total

5. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung menggunakan Persamaan 3.12

$$D = DG + DT_i \text{ (det/smp)} \tag{3.12}$$

Dimana:

DG = Tundaan geometrik simpang (det/smp)

DT_i = Tundaan lalu lintas simpang

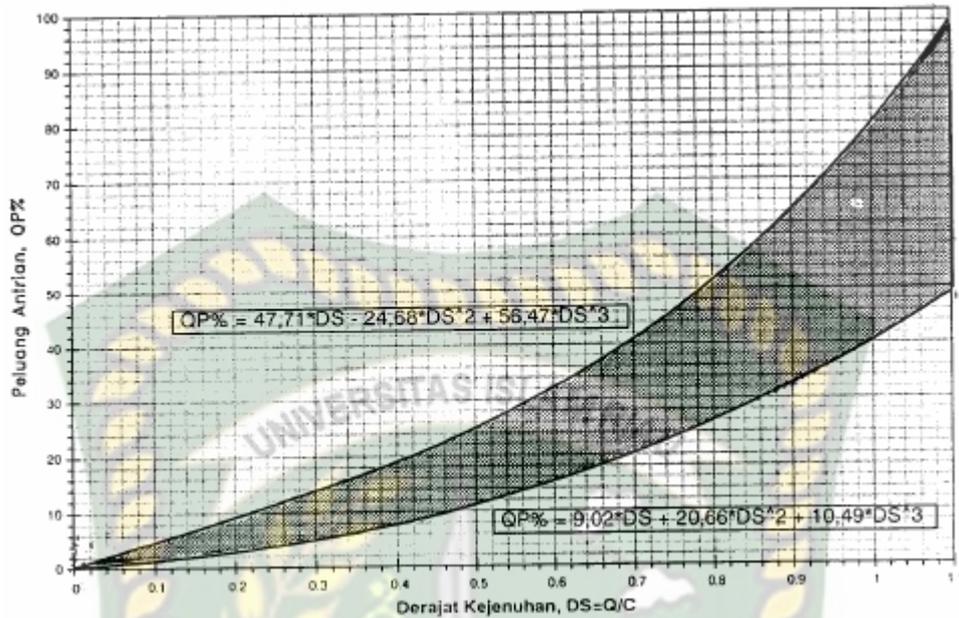
3.3.7 Peluang Antrian

Peluang antrian sering dinyatakan pada range nilai yang dapat dari kurva hubungan antara peluang antrian dengan lebih dari dua kendaraan di daerah pendekat yang mana saja, pada simpang tak bersinyal. Rentang nilai peluang antrian ditentukan dari hubungan empiris antara peluang antrian dengan derajat kejenuhan. Untuk menghitungnya dapat menggunakan Persamaan 3.13 dan 3.14.

$$QP \% \text{ (Batas bawah)} = 9,02 \times D_s + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \tag{3.13}$$

$$QP \% \text{ (Batas atas)} = 47,71 \times D_s - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 \tag{3.14}$$

Peluang antrian dikoreksi menggunakan Gambar 3.9 berikut.



Gambar 3.9 Rentang Peluang Antrian (QP %) Terhadap Derajat Kejenuhan (DS)
(MKJI, 1997)

3.4 Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal adalah simpang yang dikendalikan oleh sinyal lalu-lintas. Sinyal lalu-lintas adalah semua peralatan pengatur lalu-lintas yang menggunakan tenaga listrik, rambu dan marka jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda, atau pejalan kaki (Oglesby dan Hick, 1982).

Berdasarkan MKJI 1997, adapun tujuan penggunaan sinyal lampu lalu lintas

(*traffic light*). Pada persimpangan antara lain:

1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan dalam kondisi lalu lintas dalam jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/ atau pejalan kaki dari jalan sampai simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

3.4.1 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas dibagi dalam tipe kendaraan yaitu kendaraan tidak bermotor (UM), sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV). Menurut MKJI (1997), kendaraan tak bermotor dikategorikan sebagai hambatan samping. Untuk perhitungan arus lalu lintas digunakan satuan smp/jam yang dibagi dalam tipe yaitu arus terlindung (*protected traffic low*), dan arus berlawanan arah (*opposed traffic flow*), yang tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kekanan. Nilai Ekuivalensi kendaraan penumpang dapat dilihat pada Tabel 3.11 berikut:

Tabel 3.11 Nilai Ekuivalensi Kendaraan Berat, Kendaraan Ringan, dan Sepeda Motor terhadap satuan mobil penumpang (MKJI, 1997)

No	Klasifikasi	Emp untuk tipe pendekat	
		Terlindung	Terlawan
1	<i>Light Vehicle (LV)</i>	1,3	1,3
2	<i>Hight Vehicle (HV)</i>	1,0	1,0
3	<i>Motor Cycle (MC)</i>	0,2	0,4

Menghitung untuk masing-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri P_{LT} dan rasio belok kanan P_{RT} . Menghitung rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor Q_{UM} kend/jam dengan arus kendaraan bermotor Q_{MV} kend/jam.

$$P_{UM} = Q_{UM} / Q_{MV} \quad (3.15)$$

3.4.2 Penggunaan Sinyal

1. Penentuan Fase Sinyal

Pengaturan dua fase dicoba untuk kejadian dasar, karena sering terjadi menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah daripada fase sinyal lain dengan pengaturan fase yang biasa dengan pengaturan fase konvensional.

2. Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang

Pada analisa operasional dan perencanaan yang dilakukan untuk keperluan perencanaan waktu antar hijau berikut (kuning + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai normal.

Tabel 3.12 Nilai Normal Waktu Antar Hijau (MKJI, 1997)

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

Titik konflik kritis pada masing-masing fase merupakan titik yang menghasilkan waktu merah semua dengan Persamaan 3.16

$$\text{Merah Semua} = \left[\frac{(LEV + IEV)}{VEV} - \frac{LAV}{VAV} \right] \text{Max} \quad (3.16)$$

Dimana:

LEV, LAV = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

IEV = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

VEV, VAV = Kecepatan untuk masing-masing kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det)

Apabila periode merah semua untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu antar hijau dengan Persamaan 3.17.

$$LTI = \Sigma (\text{Merah Semua} + \text{Kuning}) = \Sigma IG \quad (3.17)$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik.

3.4.3 Penentuan Waktu Sinyal

1. Tipe Pendekat

Memasukkan identifikasi tipe pendekat dari setiap pendekat. Jika gerakan lalu lintas pada suatu pendekat diberangkatkan pada fase yang berbeda, harus dicatat pada baris terpisah dan diperlakukan sebagai pendekat-pendekat terpisah

dalam perhitungan selanjutnya. Apabila suatu pendekat mempunyai nyala hijau pada dua fase, dimana pada keadaan tersebut, tipe lajur dapat berbeda untuk masing-masing fase, satu baris sebaiknya digunakan untuk mencatat masing-masing fase dan satu baris tambahan untuk memasukkan hasil gabungan untuk pendekat tersebut.

Untuk tipe kategori terlindung (P) atau terlawan (O) dapat dilihat dari pola-pola gambar 3.10

Gambar 3.10 Penentuan Tipe Pendekat (MKJI, 1997)

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekatan		
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu arah	Jalan satu arah	Simpang T
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas		
Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah.				
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.		

2. Lebar Pendekat Efektif

Menentukan lebar efektif (W_e) dari setiap pendekat berdasarkan informasi tentang lebar pendekat (W_A), lebar masuk (W_{MASUK}) dan lebar keluar (W_{KELUAR}). Jika $W_{LTOR} \geq 2$ m dengan Persamaan 3.18.

Langkah A.1 :

$$W_e = \text{Min} \begin{cases} W_A - W_{LTOR} \\ W_{MASUK} \end{cases} \quad (3.18)$$

Langkah A.2 = $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - P_{RT})$

Jika $W_{LTOR} < 2$ m

Langkah B.1 : Sertakan Q_{LTOR} pada perhitungan selanjutnya dengan Persamaan 3.19.

$W_e = \text{Min} :$

$$\begin{cases} W_A \\ W_{MASUK} + W_{LTOR} \\ W_A \times (1 + P_{LTOR}) - W_{LTOR} \end{cases} \quad (3.19)$$

Langkah B.2 : Periksa lebar keluar (hanya untuk pendekat tipe P)

Jika $W_{KELUAR} < W_e \times (1 - P_{RT} - P_{LTOR})$, W_e sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan W_{KELUAR} , dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu lintas lurus saja.

3.4.4 Menentukan Nilai Arus Jenuh Dasar (S_o)

Arus lalu lintas jenuh dasar ialah arus lalu lintas maksimum dapat melewati persimpangan dengan lampu lalu lintas. Untuk menentukan arus jenuh dasar (S_o) dapat menggunakan Persamaan 3.20.

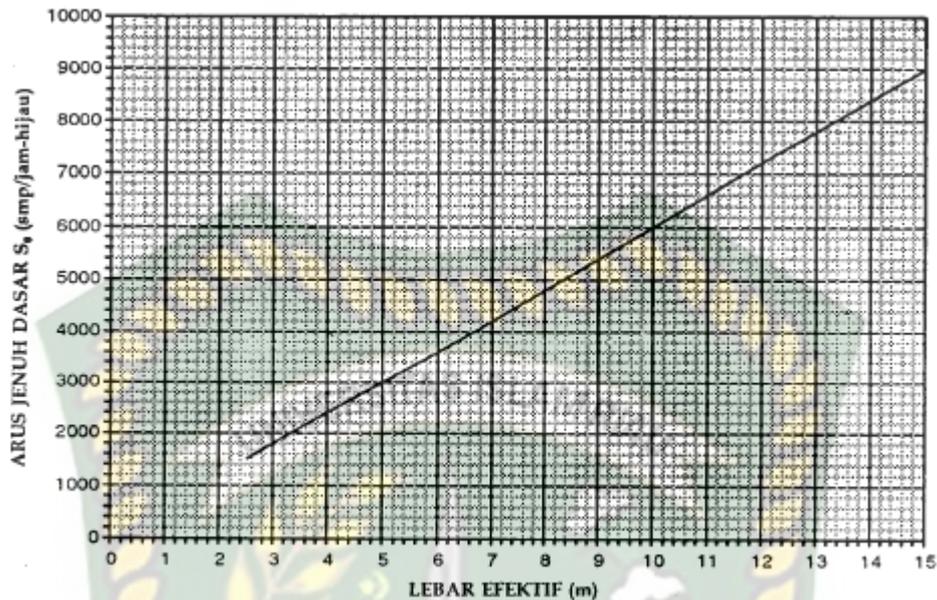
1. Untuk Pendekat Tipe Terlindung (P)

$$S_o = 600 \times W_e \text{ (smp/jam hijau)} \quad (3.20)$$

Dimana:

S_o = arus lalu lintas jenuh dasar (smp/jam)

W_e = lebar efektif (m)



Gambar 3.11 Arus Jenuh Dasar untuk Pendekat Tipe P (MKJI 1997)

3.4.5 Faktor Penyesuaian

1. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Ditentukan dari Tabel 3.13. Sebagai fungsi dari ukuran kota yang tercatat.

Tabel 3.13 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs})

Penduduk (Juta Jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})
>3,0	1,05
1,0 – 3,00	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
<0,1	0,82

(MKJI, 1997)

2. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{sf})

Ditentukan dari Tabel 3.14 sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping, dan rasio kendaraan tak bermotor. Jika hambatan samping tidak diketahui, dapat dianggap tinggi agar tidak menilai kapasitas terlalu besar.

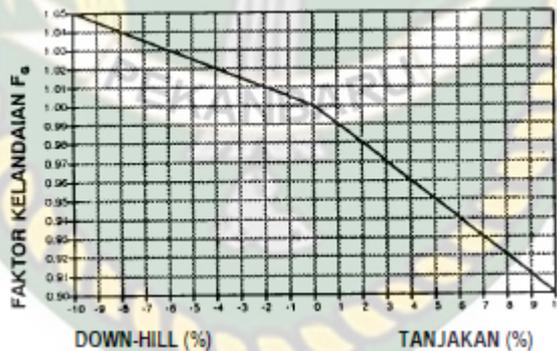
Tabel 3.14 Faktor Penyesuaian Untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (FSF)

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	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 (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

(MKJI, 1997)

3. Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G)

Ditentukan dari Gambar 3.12 sebagai fungsi dari kelandaian (GRAD)



Gambar 3.12 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F_G) (MKJI 1997)

4. Faktor Penyesuaian Parkir (F_P)

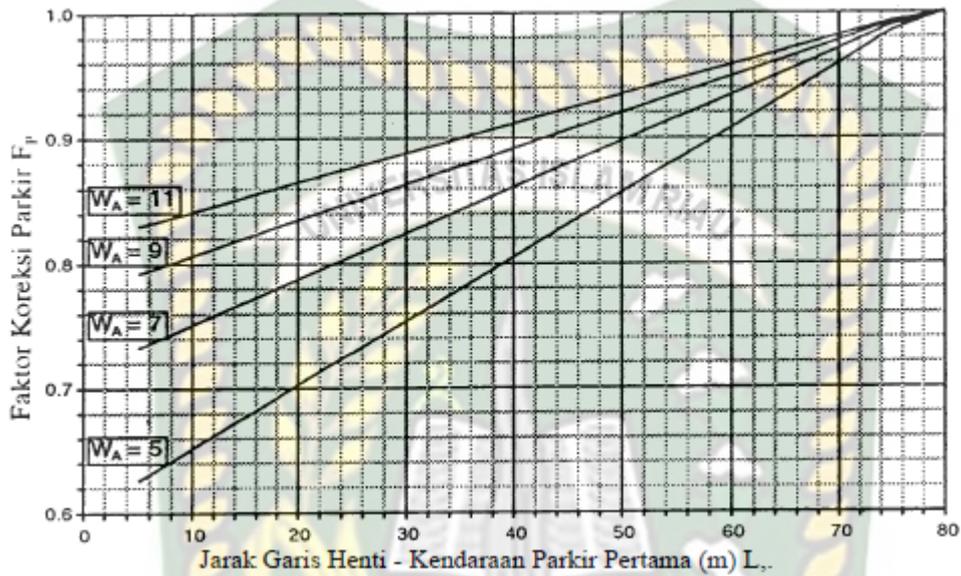
Faktor penyesuaian parkir ditentukan dari Gambar 3.13, untuk pengaruh parkir dari lajur belok kiri yang pendek (F_P) sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama dan lebar pendekat W_A .

F_P dapat juga dihitung dari rumus berikut, yang mencakup pengaruh panjang lajur waktu hijau:

$$F_P = [LP/3 - (W_A - 2) \times (LP/3 - g) / W_A] / g \quad (3.21)$$

Dimana:

- L_P = Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama atau panjang dari lajur pendek (m)
 W_A = Lebar Pendekat (m)
 G = Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 det)



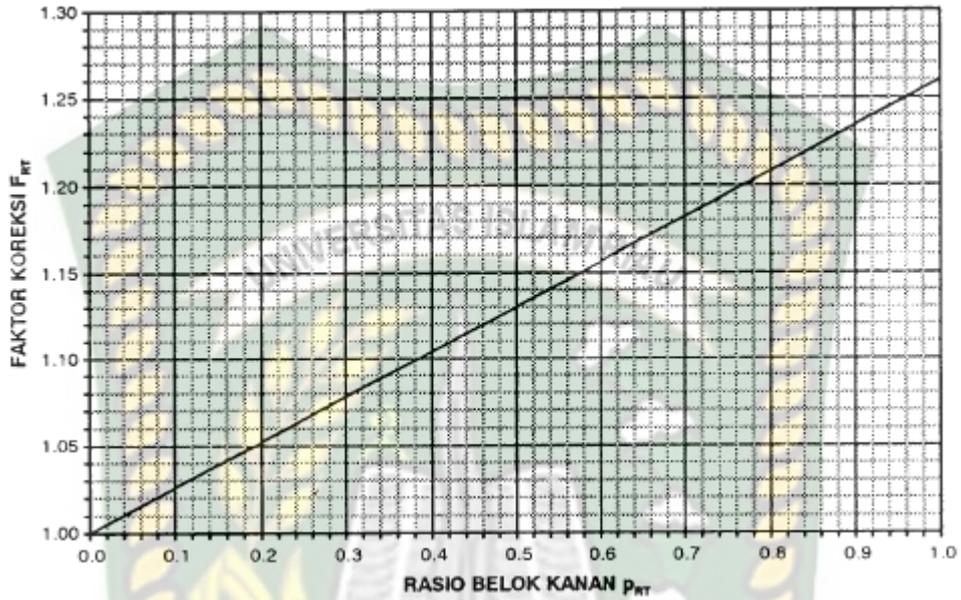
Gambar 3.13 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir dan Lajur Belok Kiri yang pendek (F_P) (MKJI 1997)

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

Menghitung faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan (P_{RT}) serta fungsi tersebut ditentukan untuk tipe pendekat P, tanpa median, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \quad (3.22)$$

Atau didapatkan nilainya dari Gambar 3.14 dibawah ini:



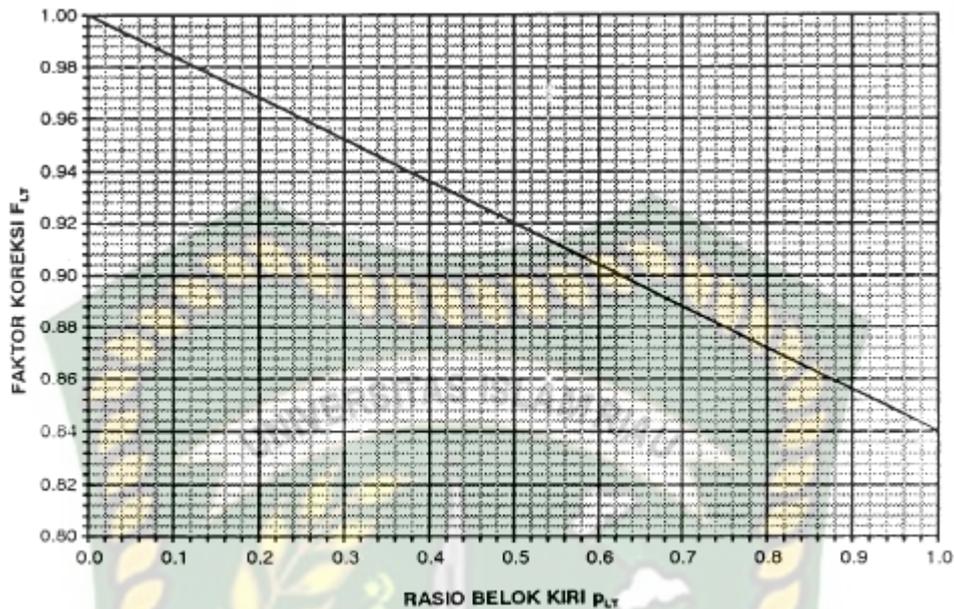
Gambar 3.14 Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kanan (F_{RT}) (MKJI 1997)

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

Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio belok kiri P_{LT}. Dan fungsi tersebut hanya digunakan untuk pendekat tipe P tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$F_{LT} = 1,0 - P_{RT} \times 0,16 \quad (3.23)$$

Atau didapatkan nilainya dari Gambar 3.15 dibawah ini:



Gambar 3.15 Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kiri (FLT) (MKJI, 1997)

7. Menghitung Penilaian Arus Jenuh yang Disesuaikan

Arus jenuh merupakan sebagai hasil kali dari arus jenuh dasar (S_0) yakni arus jenuh pada situasi standar dan faktor penyesuaian (F) selaku penyimpangan melalui situasi faktual dari suatu gabungan situasi-situasi yang sudah ditentukan. Perhitungan dapat menggunakan rumus pada Persamaan 3.24

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (3.24)$$

Dimana:

- S_0 = arus jenuh dasar
- F_{CS} = faktor koreksi penyesuaian 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

3.4.6 Rasio Arus dengan Arus Jenuh

Penentuan rasio arus jenuh menggunakan perbandingan arus (Q) dengan arus jenuh (S) pada setiap masing-masing pendekatan dihitung menggunakan Persamaan 3.25 :

$$FR = Q / S \quad (3.25)$$

Memberi tanda rasio arus kritis (FR_{crit}) = (Tertinggi) pada masing-masing fase. Menghitung rasio arus simpang (IFR) sebagai jumlah dan nilai-nilai $FR =$ (kritis) dengan persamaan 3.26 berikut.

$$IFR = \Sigma (FR_{crit}) \quad (3.26)$$

Menghitung rasio fase (PR) masing-masing sebagai rasio antara FR_{crit} dan IFR dengan persamaan 3.27 berikut.

$$PR = FR_{crit} / IFR \quad (3.27)$$

3.4.7 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

1. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

Menghitung waktu siklus sebelum penyesuaian (c_{ua}) untuk pengendalian waktu tetap.

$$c_{ua} = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad (3.28)$$

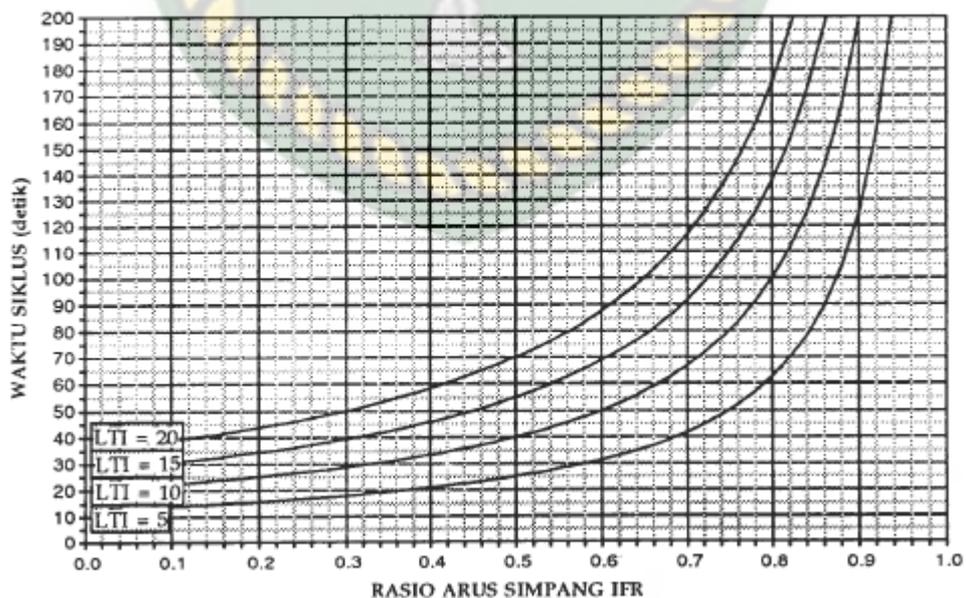
Dimana:

c_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = Waktu hilang total persiklus (det)

IFR = Rasio arus simpang $\Sigma (FR_{crit})$

Waktu siklus sebelum penyesuaian juga dapat dilihat pada gambar 3.16



Gambar 3.16 Rasio Arus Simpang IFR (MKJI, 1997)

Jika alternatif rencana fase sinyal dievaluasi, maka yang menghasilkan nilai terendah dari $(IFR + LTI/ c)$ adalah yang paling efisien.

Tabel 3.15 Waktu Siklus yang Disarankan Untuk Keadaan yang Berbeda

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (det)
Pengaturan dua-fase	40 - 80
Pengaturan tiga-fase	50 - 100
Pengaturan empat-fase	80 - 130

(MKJI, 1997)

Nilai-nilai yang lebih rendah dipakai untuk simpang dengan lebar jalan < 10 m, nilai yang lebih tinggi untuk jalan yang lebih lebar. Waktu siklus lebih rendah dari nilai yang disarankan, akan menyebabkan kesulitan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Waktu siklus yang melebihi detik 130 harus dihindari kecuali pada kasus sangat khusus (simpang sangat besar), karena hal ini sering kali menyebabkan kerugian dalam kapasitas keseluruhan. Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang jauh lebih tinggi daripada batas yang disarankan, maka hal ini menandakan bahwa kapasitas denah dari simpang tersebut adalah tidak mencukupi.

2. Waktu Hijau

Menghitung waktu hijau (g) untuk masing-masing fase:

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times P_{ri} \quad (3.29)$$

Dimana:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase I (det)

c_{ua} = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus

P_{ri} = Rasio fase $FR_{crit} / \Sigma (FR_{crit})$

3. Waktu Siklus yang Disesuaikan

Menghitung waktu siklus yang disesuaikan (c) berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan telat dibulatkan dan waktu hilang (LTI).

$$c = \Sigma g + LTI \quad (3.30)$$

3.4.8 Kapasitas (C)

1. Kapasitas

Menghitung kapasitas masing-masing pendekat :

$$C = S \times g / c \quad (3.31)$$

2. Derajat Kejenuhan

Menghitung derajat kejenuhan masing-masing pendekat

$$DS = Q / C \quad (3.32)$$

3.4.9 Panjang Antrian

1. Menghitung jumlah antrian smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

$$NQ_1 = 0,25 \times C + \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \quad (3.33)$$

Untuk $DS < 0,5$; $NQ_1 = 0$

Dimana:

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

DS = Derajat Kejenuhan

GR = Rasio Hijau

C = Kapasitas $\rightarrow (S \times GR)$

2. Menghitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2)

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (3.34)$$

Dimana:

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = Derajat Kejenuhan

GR = Rasio Hijau

C = Waktu Siklus (det)

Q_{masuk} = Arus lalu lintas pada tempat masuk diluar LTOR (smp/jam)

3. Menghitung jumlah kendaraan dan masukkan hasilnya :

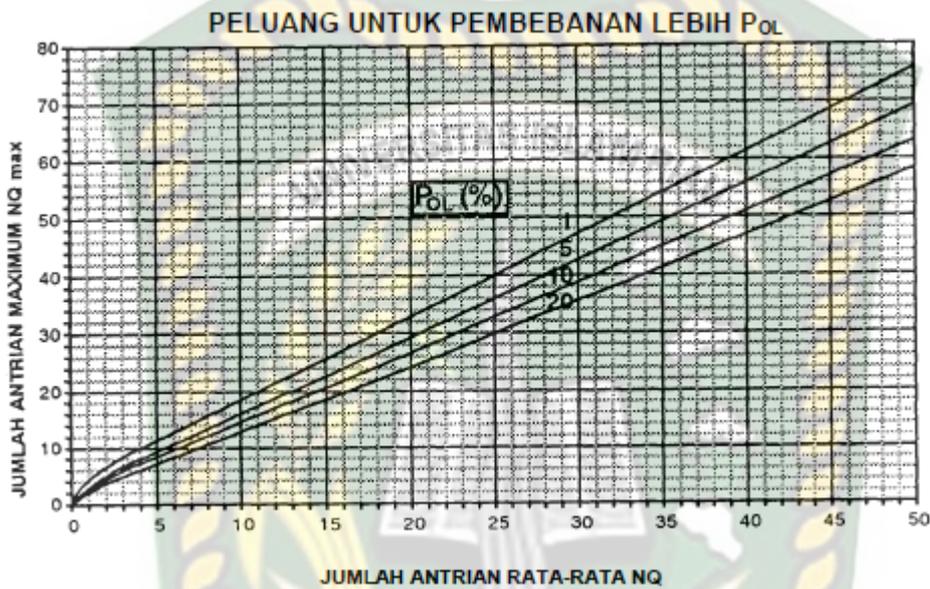
$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (3.35)$$

4. Menggunakan gambar 3.20 untuk menyesuaikan NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih (POL). Untuk

perancangan dan perencanaan disarankan $P_{OL} \leq 5 \%$ sedangkan untuk operasi suatu nilai $P_{OL} = 5 - 10\%$ bisa diterima

5. Menghitung panjang antrian (QL)

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}} \tag{3.36}$$



Gambar 3.17 Perhitungan Jumlah Antrian (NQ_{MAX}) dalam smp (MKJI 1997)

3.4.10 Kendaraan Terhenti

1. Menghitung angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti, dengan menggunakan Persamaan 3.37.

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \tag{3.37}$$

Dimana:

c = Waktu siklus (det)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

2. Menghitung jumlah kendaraan terhenti (N_{sv}) masing-masing pendekat

$$N_{sv} = Q \times NS \tag{3.38}$$

3. Menghitung angka henti seluruh simpang dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total.

$$NS_{TOTAL} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{TOT}} \tag{3.39}$$

3.4.11 Tundaan

1. Menghitung tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang sebagai berikut:

$$DT = c \times A + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \quad (3.40)$$

Dimana :

DT = Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)

C = Waktu siklus yang disesuaikan (det)

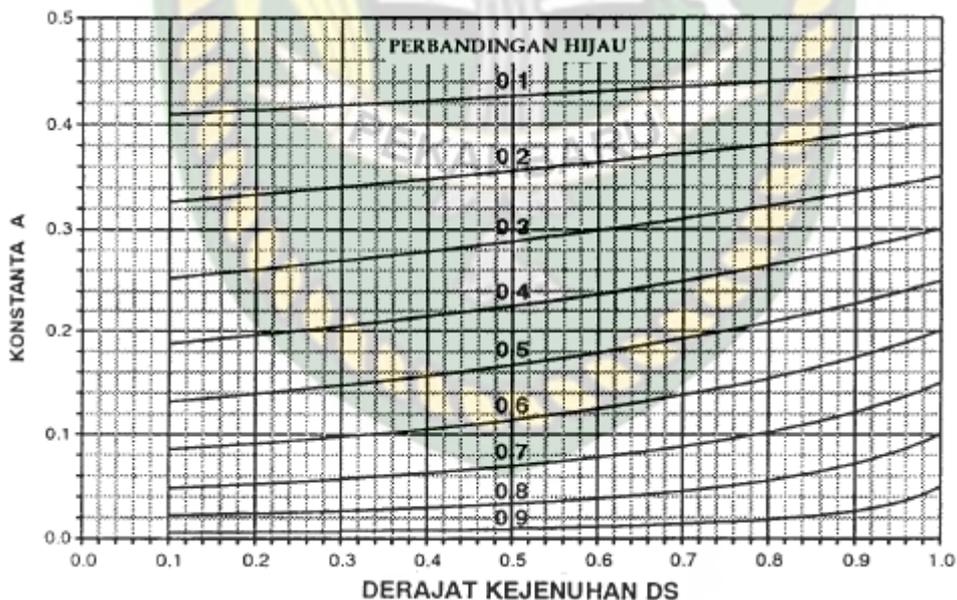
$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{1-GR \times DS}$$

GR = Rasio Hijau (g/c)

DS = Derajat Kejenuhan

NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)



Gambar 3.18 Penetapan tundaan lalu lintas rata-rata (DT) (MKJI, 1997)

2. Menentukan tundaan geometrik rata-rata masing-masing pendekat (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan/ atau ketika dihentikan oleh lampu merah:

$$DG = (1 - Psv) \times P_T \times 6 \times (Psv \times 4) \quad (3.41)$$

Dimana :

DG = Tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

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

P_T = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

3. Menghitung tundaan geometrik gerakan lalu lintas dengan belok kiri langsung (LTOR)
4. Menghitung tundaan rata-rata sebagai jumlah
5. Menghitung tundaan total dalam detik dengan mengalikan tundaan rata-rata dengan arus lalu lintas.
6. Menghitung tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_I)

$$D_I = \frac{\sum(Q \times D)}{TOT} \quad (3.42)$$

7. Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan.

3.5 Bundaran

Bundaran (round-about) merupakan salah satu jenis pengendalian persimpangan yang umumnya dipergunakan pada daerah perkotaan dan luar kota. Lalu lintas yang didahulukan adalah lalu lintas yang sudah berada dibundaran, sehingga kendaraan yang akan masuk ke bundaran harus memberikan kesempatan terlebih dahulu kepada lalu lintas yang sudah berada di bundaran

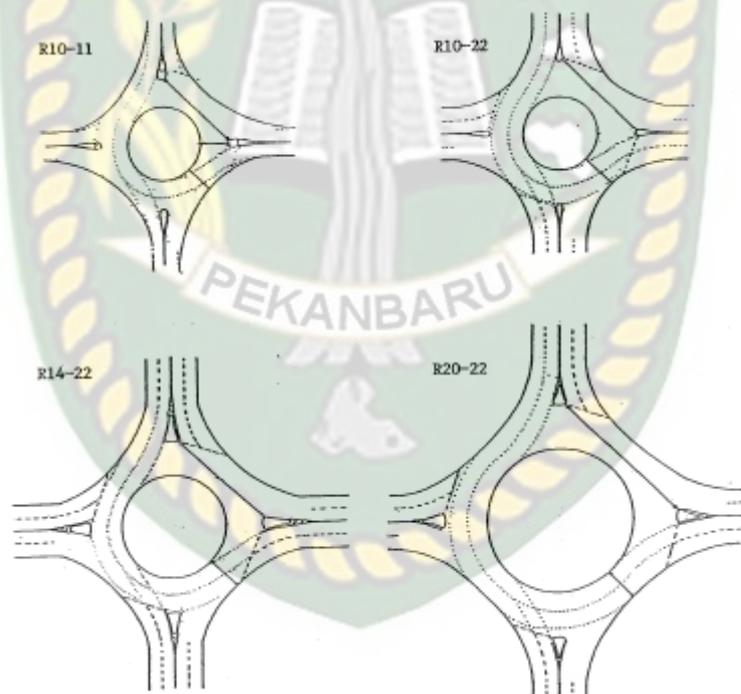
Menurut MKJI 1997 Bundaran paling efektif jika digunakan untuk persimpangan antara jalan dengan ukuran dan tingkat arus yang sama. Karena itu bundaran sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua lajur atau empat-lajur.

Tipe bundaran standar bisa dilihat pada tabel 3.14 dibawah ini

Tabel 3.16 Definisi tipe bundaran

Tipe bundaran	Jari-jari bundaran (m)	Jumlah lajur masuk	Lebar lajur masuk W_1 (m)	Panjang jalinan L_w (m)	Lebar jalinan W_w (m)
R10 – 11	10	1	3,5	23	7
R10 – 22	10	2	7,0	27	9
R14 – 22	14	2	7,0	31	9
R20 – 22	20	2	7,0	43	9

Ada beberapa bentuk bundaran yang biasa digunakan di persimpangan ataupun kawasan bisa dilihat pada gambar 3.19 dibawah ini:

**Gambar 3.19** Ilustrasi tipe bundaran

3.5.1 Data Arus Lalu Lintas

Data Arus Lalu Lintas terdiri dari tiga bagian yaitu sebagai berikut :

1. Sketsa arus lalu-lintas menggambarkan gerakan dan arus lalu-lintas yang berbeda. Arus sebaiknya diberikan dalam kend/jam atau smp/jam. Jika arus diberikan dalam LHRT, faktor-k untuk konversi menjadi arus perjam

2. Komposisi lalu-lintas dalam Kendaraan ringan (LV), Kendaraan berat (HV) dan Sepeda motor (MC) (%).
3. Arus kendaraan tak-bermotor

3.5.2 Kapasitas

Perhitungan kapasitas bundaran (MKJI 1997) dilihat pada Persamaan 3.43

$$C = 135 \times W_W^{1,3} \times (1 + W_E/W_W)^{1,5} \times (1 - P_W/3)^{0,5} \times (1 + W_W/L_W)^{-1,8} \times F_{CS} \times F_{RSU} \quad (3.43)$$

- C = Kapasitas (smp/jam)
- W_E = Lebar masuk rata-rata (m)
- W_W = Lebar jalinan (m)
- L_W = Panjang jalinan
- P_W = Rasio jalinan (smp/jam)
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

1. Parameter Geometrik Bagian Jalinan
 - a. Lebar pendekat (W_1, W_2), Lebar masuk rata-rata (W_E), Lebar jalinan (W_w) dan Panjang jalinan (LW)

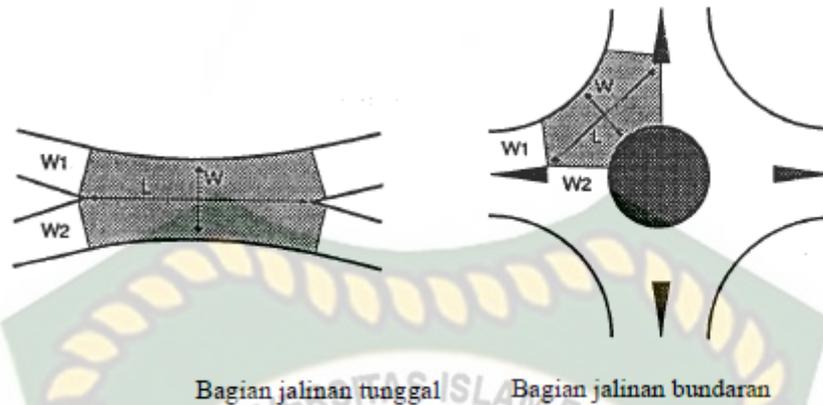
$$W_E = \frac{W_1 + W_2}{2}$$

$$\text{jika } W_1 > W, W_1 = W$$

$$\text{; } W_2 > W, W_2 = W$$

(3.44)

Berikut gambar ukuran dan tipe bagian jalinan :



Gambar 3.20 Ukuran dan tipe bagian jalinan

2. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar dihitung dengan menggunakan rumus berikut. Variabel masukan adalah lebar jalinan (W_w), rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_E/W_w), rasio menjalin (P_w) dan rasio lebar/panjang jalinan (W_w/L_w):

$$C_0 = 135 \times W_w^{1,3} \times (1 + W_E/W_w)^{1,5} (1 - P_w/3)^{0,5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1,8} \quad (3.45)$$

Dimana

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)

W_E = Lebar masuk rata-rata (m)

W_w = Lebar jalinan (m)

L_w = Panjang jalinan

P_w = Rasio jalinan (smp/jam)

3. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari Tabel 3.17 berdasarkan jumlah penduduk kota (juta jiwa).

Tabel 3.17 Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})

Ukuran kota (CS)	Penduduk Juta	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
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 bestir	> 3,0	1,05

4. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping Dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{RSU})

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.18 di bawah.

Tabel 3.18 Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
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

5. Kapasitas

Kapasitas bagian jalinan masing-masing, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$C = C_0 \times F_{CS} \times F_{RSU} \quad (3.46)$$

Dimana,

C_0 = Kapasitas dasar

F_{CS} = Ukuran kota

F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

3.5.3 Derajat Kejenuhan

Perilaku lalu-lintas bagian jalinan berkaitan erat dengan derajat kejenuhan.

Derajat kejenuhan ditetapkan sebagai :

$$DS = Q_{smp}/C \quad (3.47)$$

Dimana:

Q_{smp} = Arus total (smp/jam)

C = Kapasitas

3.5.4 Tundaan Bagian Jalinan Bundaran

a. Tundaan lalu-lintas bagian jalinan (DT)

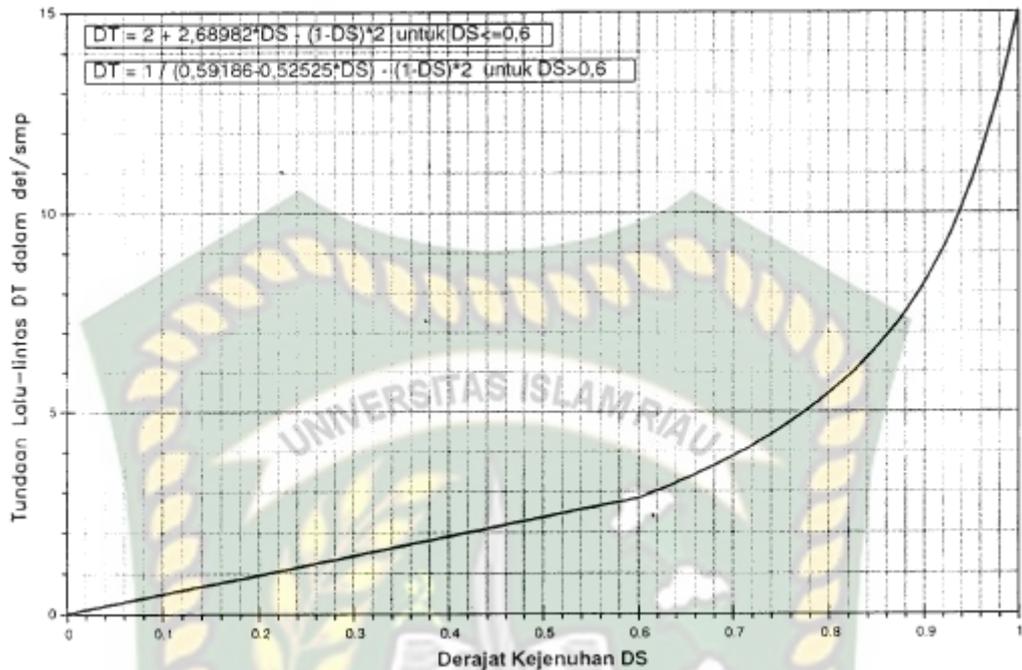
Tundaan lalu-lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata lalu-lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan. Untuk mencari tundaan lalu lintas bagian jalinan bisa dilihat pada Persamaan 3.48 dan 3.49.

Untuk $DS \leq 0,6$

$$DT = 2 + 2,68982 \times DS - (1-DS) \times 2 \quad (3.48)$$

Untuk $DS > 0,6$

$$DT = (1/(0,59186 - 0,52525 \times DS) - (1-DS) \times 2) \quad (3.49)$$



Gambar 3.21 Tundaan lalu-lintas bagian jalanan vs Derajat kejenuhan (DT vs DS)

b. Tundaan lalu-lintas bundaran (DT_R).

Tundaan lalu-lintas bundaran adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam bundaran. Dihitung sebagai berikut

$$DT_R = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{MASUK} ; i = 1 \dots n \quad (3.50)$$

Dimana

i = bagian jalanan i dalam bundaran

n = jumlah bagian jalanan dalam bundaran

Q_i = arus total pada bagian jalanan i (smp/jam)

DT_i = tundaan lalu-lintas rata-rata pada bagian jalanan i (det/smp)

Q_{masuk} = jumlah arus yang masuk bundaran (smp/jam)

c. Tundaan Bundaran (DR)

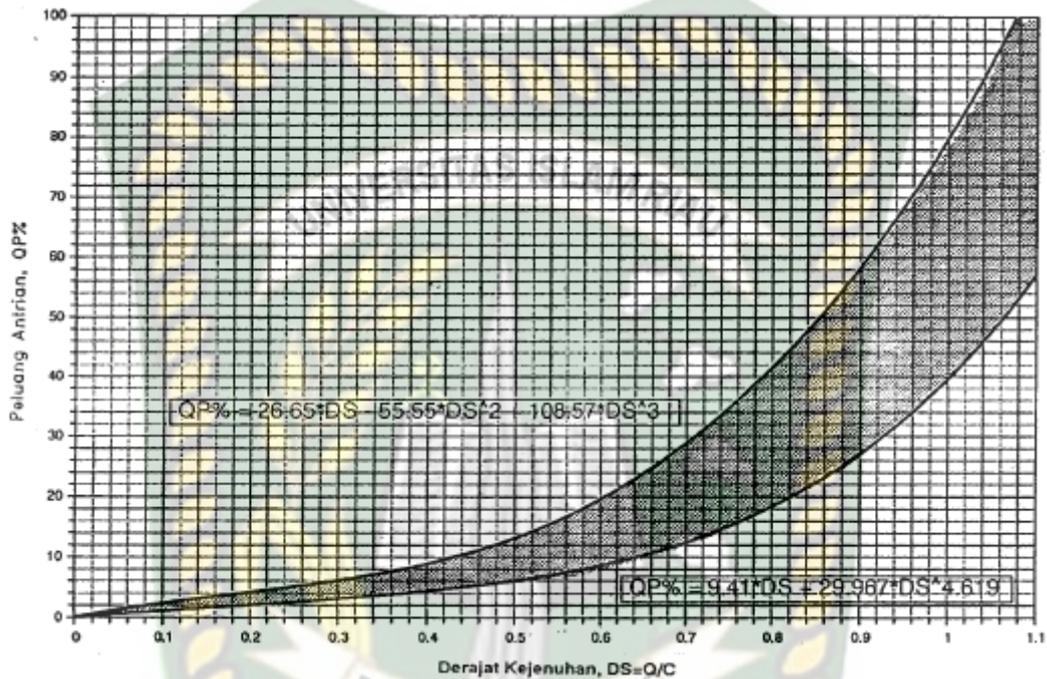
Tundaan bundaran adalah tundaan lalu-lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran dan dihitung dengan Persamaan 3.51.

$$DR = DT_R + 4 (\text{det/smp}) \quad (3.51)$$

3.5.5 Peluang Antrian - Bagian Jalinan Bundaran

a. Peluang antrian bagian jalinan (OP%)

Peluang antrian dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan seperti terlihat pada Gambar 3.22 dibawah.



Gambar 3.22 Peluang antrian vs Derajat kejenuhan (QP Vs DS)

Peluang antrian dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.52 dan 3.53

$$\text{Batas Atas (\%P)} = 26,65 DS - 55,55 DS^2 + 108,57 DS^3 \quad (3.52)$$

$$\text{Batas Bawah (\%P)} = 9,41 x DS + 29,967 x DS^{4,619} \quad (3.53)$$

b. Peluang antrian Bundaran (OPR%)

Peluang antrian bundaran ditentukan dari Persamaan 3.54.

$$QPR\% = \text{maks. dari } (QP_i\%) ; i = 1 \dots n \quad (3.54)$$

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan dan Alat Pengamatan

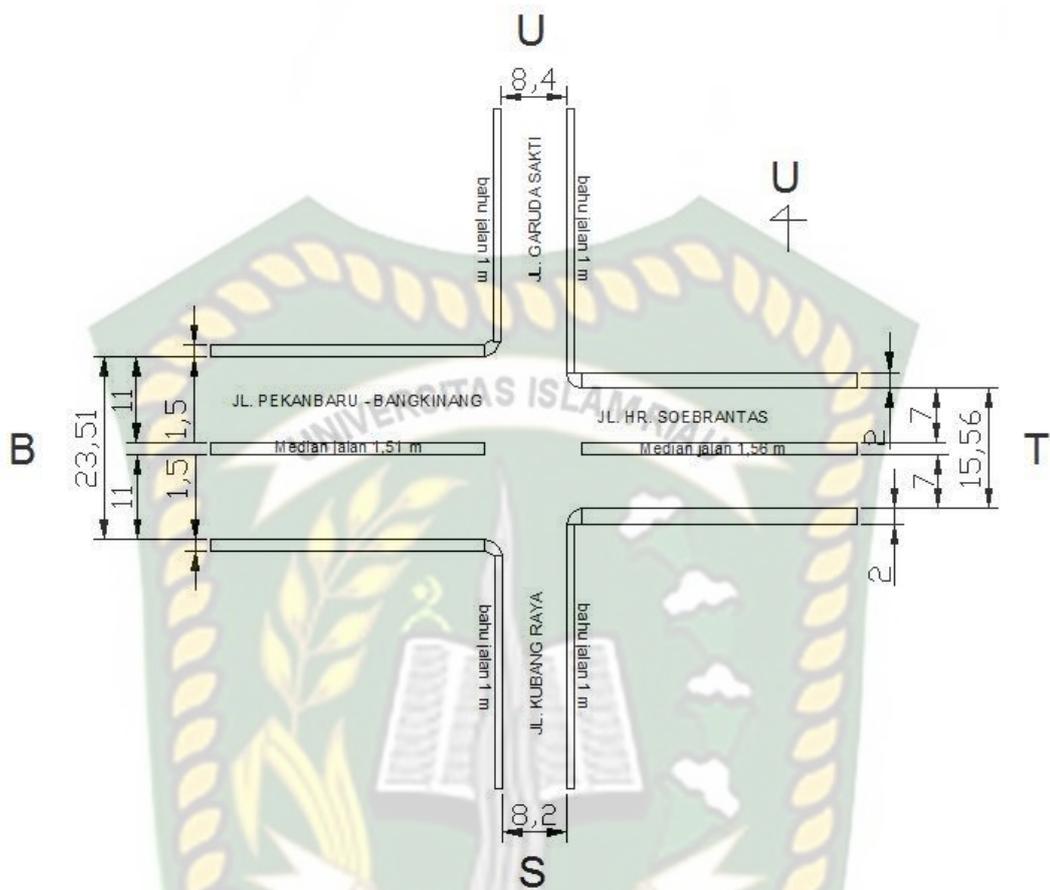
Dalam pengamatan ini digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan survei di lapangan, meliputi :

1. Counter untuk menghitung volume arus lalu lintas
2. Stopwatch untuk mengukur lamanya waktu penelitian
3. Meteran untuk mengukur lengan simpang dan median jalan.
4. Formulir pengisian data survey volume lalu lintas di lapangan

4.2 Lokasi Penelitian

Pekanbaru terletak di koordinat $0,5333^0$ N dan $101,45^0$ E yang memiliki jumlah penduduk 1.149.359 jiwa. Penelitian dilakukan dipersimpangan Garuda Sakti, Panam yang terletak di kecamatan Tampan :

1. Lokasi penelitian merupakan simpang tidak bersinyal.
2. Lokasi penelitian merupakan simpang berlengan empat.
3. Lebar Jl. Garuda Sakti sebelah Utara 8,4 m.
4. Lebar Jl. Kubang Raya sebelah Selatan 8,2 m.
5. Lebar Jl. Pekanbaru Bangkinang sebelah Barat 23,51 m.
6. Lebar Jl. HR Soebrantas sebelah Timur 15,56 m.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa persimpangan Garuda Sakti, Panam mempunyai 4 lengan yaitu :

- a. Sebelah utara adalah ruas Jl. Garuda Sakti.
- b. Sebelah selatan adalah ruas Jl. Kubang Raya.
- c. Sebelah barat adalah ruas Jl. Pekanbaru Bangkinang.
- d. Sebelah timur adalah ruas Jl. HR Soebrantas.

Menurut Perda Kota Pekanbaru No 7 Tahun 2020 menunjukkan bahwa :

- 1) Jl. Garuda Sakti adalah Jl Arteri Sekunder dan merupakan Jalan Kota.
- 2) Jl. Kubang Raya adalah Jl. Arteri Sekunder dan merupakan Jalan Kota.
- 3) Jl. Pekanbaru Bangkinang adalah Jl. Arteri Primer dan merupakan Jalan Nasional.

4) Jl. HR Soebrantas adalah Jl. Arteri Primer dan merupakan Jalan Nasional.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan pengukuran langsung di Lokasi penelitian yaitu di Simpang Empat Jl. Garuda Sakti – Jl. Kubang Raya – Jl. Raya Pekanbaru Bangkinang – Jl. HR Soebrantas. Adapun data-data yang diperlukan antara lain :

1. Data primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh dari peninjauan langsung dilapangan. Pengamatan dilaksanakan dengan mencatat semua jenis kendaraan yang Melewati Simpang Empat Jl. Garuda Sakti – Jl. Kubang Raya – Jl. Raya Pekanbaru Bangkinang – Jl. HR Soebrantas, Kota Pekanbaru. Pencatatan meliputi jumlah setiap gerakan (belok kiri, lurus, belok kanan). Sebelum melakukan pengambilan sampel dilapangan, penulis melakukan survey pendahuluan untuk menjadi patokan dalam pengambilan sampel dilapangan. Hasil dari survey pendahuluan atau pra survey didapat data-data sebagai berikut :

- a. Waktu puncak arus lalu lintas didapat pada hari Rabu, Sabtu, dan Minggu.
- b. Pada jam puncak pagi dimulai jam 08.00 wib dikarenakan faktor adanya Covid 19 menyebabkan kantor melakukan WFH dan kampus ditutup selama masa covid 19.
- c. Waktu puncak pagi didapat pada jam 08.00 – 10.00 Wib.
- d. Waktu puncak siang didapat pada jam 13.00 – 15.00 Wib.
- e. Waktu puncak sore didapat pada jam 16.00 – 18.00 Wib.
- f. Waktu puncak malam didapat pada jam 19.00 – 21.00 Wib.

Sehingga pencatatan dilaksanakan selama tiga hari pada saat kondisi cerah, yaitu : Hari Rabu, Sabtu, Minggu. Tanggal 7, 10, 11 Oktober 2020.

Jam 08.00 - 10.00 WIB untuk jam puncak pagi hari.

Jam 13.00 - 15.00 WIB untuk jam puncak siang hari.

Jam 16.00 - 18.00 WIB untuk jam puncak sore hari.

Jam 19.00 – 21.00 WIB untuk jam puncak malam hari.

Sedangkan untuk pengukuran data geometrik di persimpangan dilakukan pada Tanggal 5 Oktober Hari Senin jam 15.00 Wib sampai selesai.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh peneliti dari sumber-sumber yang sudah ada atau dari data sebelumnya. Data ini ini digunakan untuk mendukung data primer yang telah diperoleh yaitu, dari bahan pustaka, literatur, penelitian terdahulu, buku dan lain sebagainya. Data sekunder tersebut terdiri dari:

- a. Peta Lokasi, yaitu menentukan tata letak dimana akan dilakukannya penelitian.
- b. Geometrik Simpang, yaitu mengukur lebar lengan simpang
- c. Data Jumlah Penduduk, yaitu untuk menentukan kelas ukuran kota Pekanbaru provinsi Riau dari instansi yang bersangkutan, seperti : BPS (Badan Pusat Statistik).
- d. Kondisi Lingkungan, yaitu menentukan tipe lingkungan jalan berdasarkan klasifikasi hambatan samping.

4.4 Pelaksanaan Pengamatan

Cara pelaksanaan pengamatan dapat dilaksanakan sebagai berikut :

- a. Menghitung data arus lalu lintas pada ke empat pendekat.
 1. Menyiapkan formulir pencatatan arus lalu lintas.
 2. Penghitungan dilakukan untuk setiap interval waktu 15 menit pada masing-masing periode jam puncak selama 2 jam.
 3. Penghitungan dilakukan oleh beberapa surveyor.
- b. Mengukur data geometrik persimpangan
 1. Menyiapkan gambar sketsa persimpangan dan meteran.
 2. Satu orang petugas memberi tanda pada pengguna jalan agar berhati-hati untuk melindungi petugas pengukur.
 3. Satu orang petugas mengukur data geometrik yang dibutuhkan.
 4. Hasil pengukuran dicatat pada formulir yang disediakan.

4.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Untuk melakukan penelitian Tugas Akhir ini peneliti melakukan beberapa tahapan penelitian, antara lain :

1. Persiapan

Pada tahap ini peneliti melakukan persiapan seperti mencari buku-buku dan tugas akhir terdahulu yang berkaitan dengan tugas akhir ini sebagai acuan untuk menyelesaikan tugas akhir.

2. Pengumpulan data

Selanjutnya melakukan kajian literatur yang menghasilkan indikator variabel-variabel penelitian yaitu memulai proses analisis yang diawali dengan pengumpulan data-data yang diperlukan untuk mencapai sasaran penelitian. Proses pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini menggunakan metode observase. Setelah data terkumpul berdasarkan variabel penelitian, maka data tersebut diolah kemudian dianalisis.

3. Analisa Kondisi Eksisting

Tahapan pertama dalam setiap penelitian ialah cara menganalisis data yang merupakan proses untuk mendapatkan hasil dari penelitian melalui sasaran penelitian. Analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisa kondisi eksisting simpang tak bersinyal. Dan teknik analisa ini diharapkan akan didapatkan temuan-temuan yang dapat menjawab permasalahan dalam penelitian ini.

4. Penetapan solusi alternatif

Merencanakan II skenario alternatif dengan menggunakan rekayasa lalu lintas. Dimana alternatif I Merubah simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal, alternatif II Merubah simpang tak bersinyal menjadi simpang bundaran.

5. Bandingkan kondisi eksisting dengan skenario alternatif yang direncanakan, setelah diketahui kondisi kelimana kemudian dibandingkan apakah penerapan rekayasa lalu lintas tersebut dapat mengurangi kemacetan.

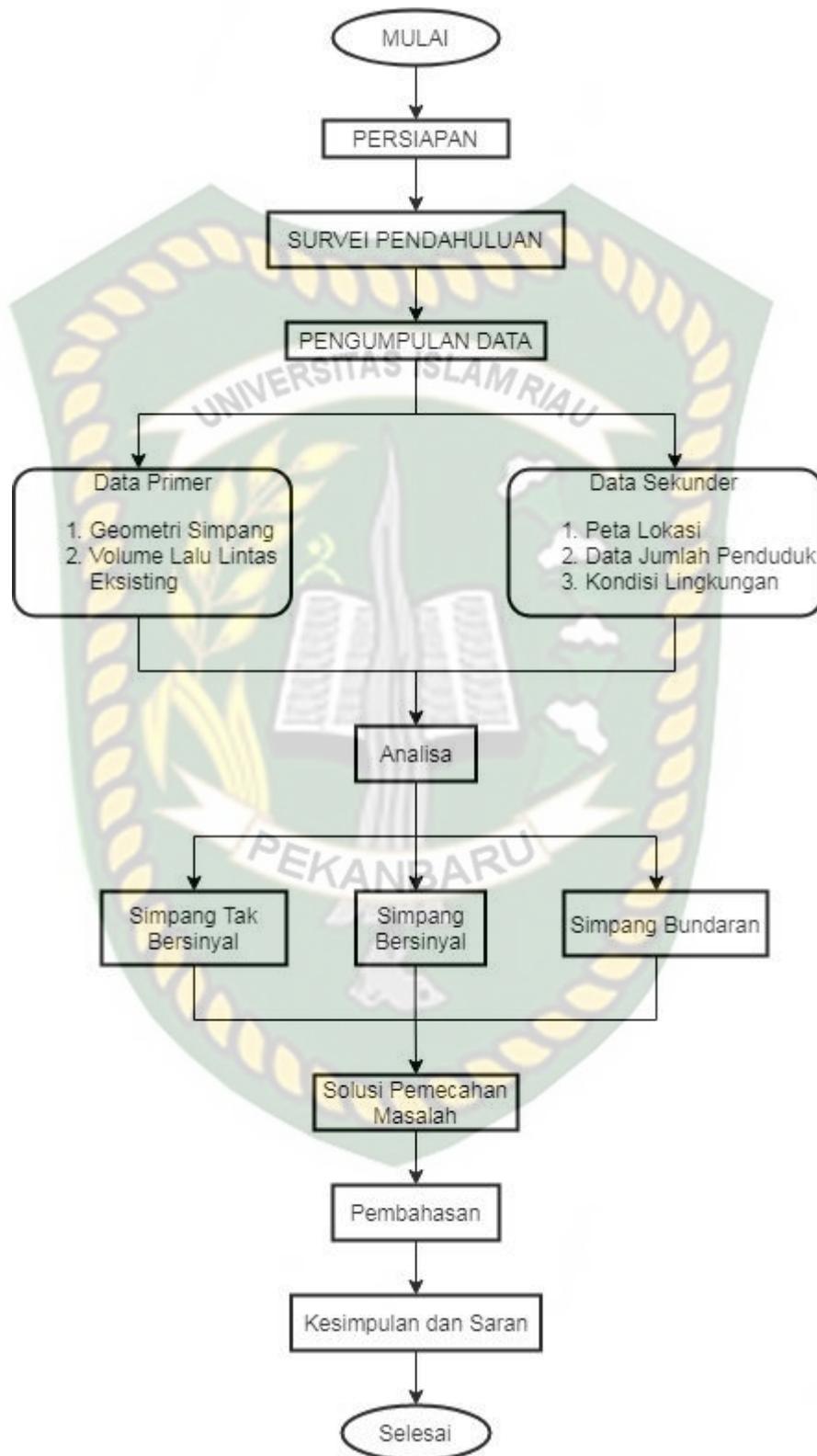
6. Evaluasi kondisi eksisting dengan alternatif I, alternatif II, untuk mengetahui kinerja persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam apakah penerapan

solusi alternatif yang direncanakan dapat mengurangi tingkat kemacetan berdasarkan nilai derajat kejenuhan (DS) yang diperoleh.

7. Pembahasan setelah dilakukan evaluasi kemudian dibahas mengenai kondisi eksisting dengan solusi alternatif yang direncanakan agar mempermudah pemahaman bagi pembaca.
8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran didapat setelah pembahasan kondisi eksisting dengan solusi alternatif yang direncanakan pada persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam. Hasil solusi alternatif akan menunjukkan nilai derajat kejenuhan (DS) yang dapat digunakan untuk tingkat pelayanan persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam. Rekayasa lalu lintas apa yang dilakukan, dan perbandingan sebelum dan sesudah di rekayasa lalu lintas.

Tahapan pelaksanaan penelitian dalam bentuk bagan alir tahapan penelitian seperti gambar 4.2



Gambar 4.2 Bagan Alir Tahapan Penelitian

4.6 Cara Analisa

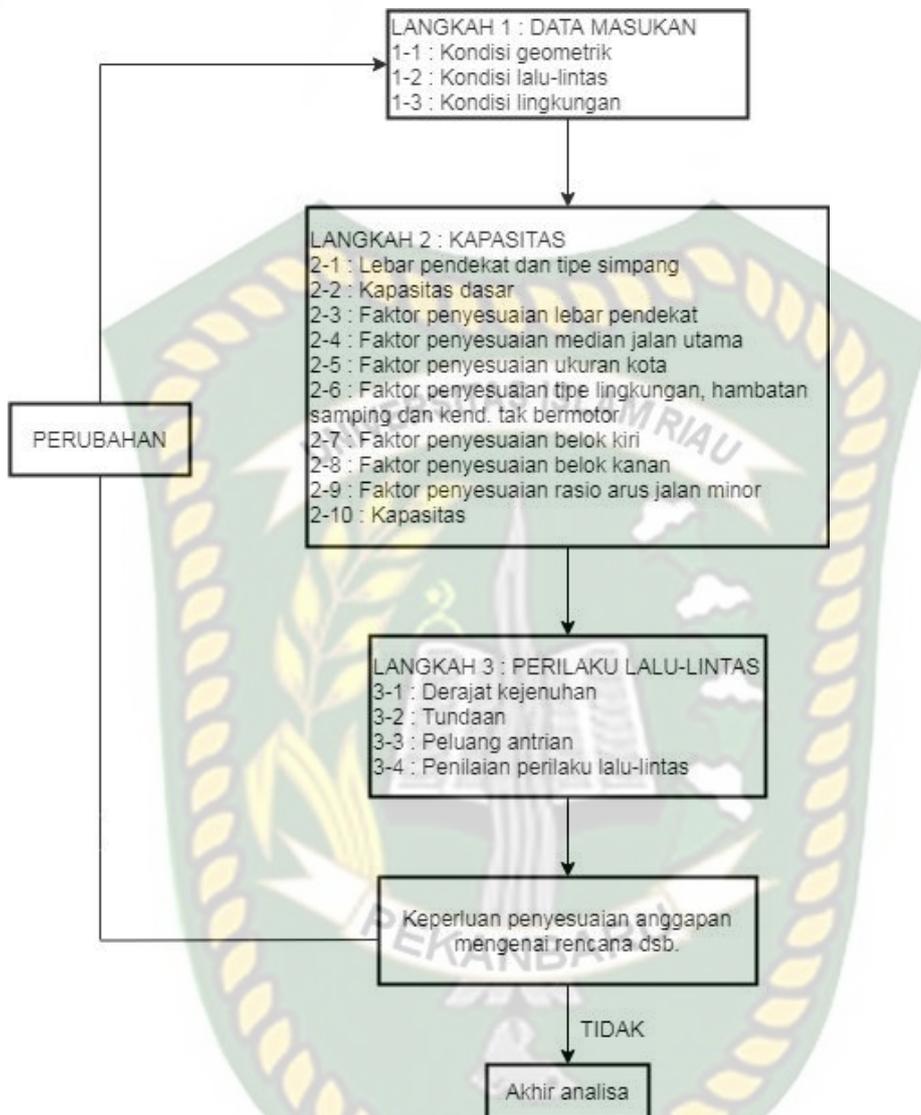
Analisa dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari lapangan, data tersebut diperlukan untuk perhitungan kondisi eksisting (simpang tak bersinyal) maupun untuk merencanakan lalu lintas pada persimpangan garuda sakti, panam. Analisa data untuk kondisi eksisting menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) bertujuan untuk mengetahui kinerja simpang apakah simpang jenuh atau tidak. Apabila hasil dari analisis kondisi eksisting menunjukkan kinerja simpang jenuh, maka diperlukan adanya rekayasa lalu lintas yaitu simpang bersinyal dan simpang bundaran agar bisa mendapatkan solusi dan masukan bagi pemerintah setempat untuk meningkatkan kinerja persimpangan garuda sakti, panam.

1. Analisa Simpang Kondisi Eksisting (Simpang Tak Bersinyal)

Analisa data pada simpang tak bersinyal menggunakan form USIG I dan USIG II untuk mempermudah perhitungan. Pada analisa simpang tak bersinyal kita mencari nilai dari :

- a. Kapasitas (C)
- b. Derajat Kejenuhan (DS)
- c. Tundaan
- d. Peluang Antrian

Setelah didapatkan hasil perhitungan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) jika nilai derajat kejenuhan (DS) $> 0,85$ yang berarti tidak baik dalam standar derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan lalu lintas masuk kategori C yaitu Keadaan arus masih stabil, kecepatan dan pergerakan lebih ditentukan oleh volume yang tinggi sehingga pemilihan kecepatan sudah terbatas dalam batas – batas kecepatan jalan yang masih cukup memuaskan. Biasanya ini di gunakan untuk ketentuan-ketentuan perencanaan jalan dalam kota. Maka langkah selanjutnya adalah menerapkan rekayasa lalu lintas dengan simpang bersinyal dan simpang bundaran. Bagan alir analisa simpang tak bersinyal dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Bagan Alir Analisa Simpang Tak Bersinyal

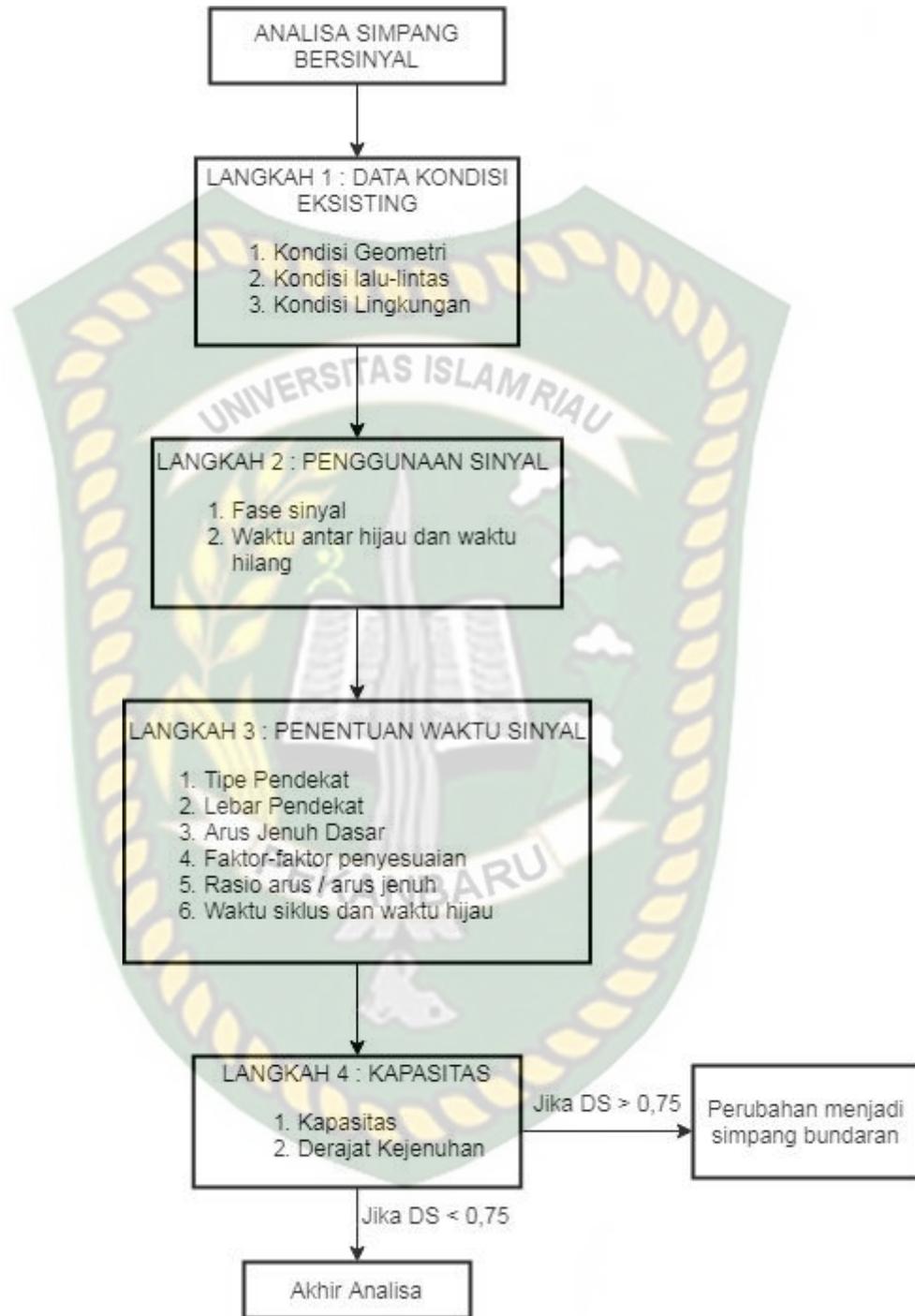
Sumber : MKJI 1997

2. Analisa Simpang Bersinyal

Analisa dan pengolahan data dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari kondisi eksisting. Analisa diperhitungkan untuk melihat kemampuan dan kapasitas jalan supaya tidak terjadi kemacetan lalu lintas dan dapat meningkatkan kinerja simpang dan bisa menguraikan kemacetan pada simpang. Pada analisa simpang tak bersinyal kita mencari nilai dari :

- a. Arus jenuh dasar (S_0), Arus jenuh (S)
- b. Perbandingan arus lalu lintas dengan arus jenuh (FR)
- c. Waktu siklus dan penyelesaian (cua) dan waktu hijau (g)
- d. Kapasitas (C), dan Derajat Kejenuhan (DS)

Hasil akhir dari analisa simpang bersinyal jika mendapatkan nilai $DS > 0,75$ sebaiknya dilakukan analisa selanjutnya yaitu bundaran. Bagan analisa simpang bersinyal dilihat pada gambar 4.4



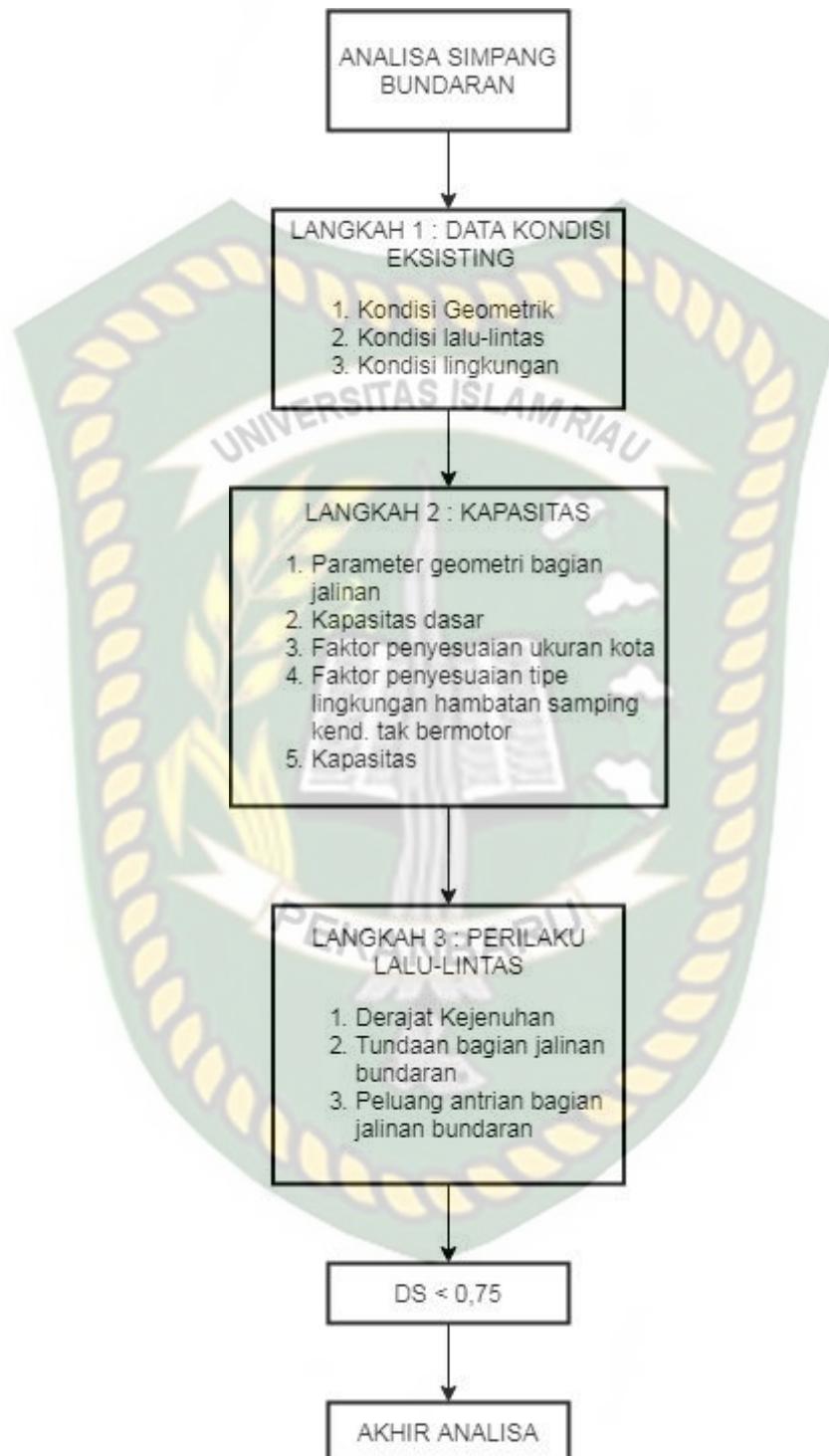
Gambar 4.4 Bagan Alir Analisa Simpang Bersinyal

3. Analisa Simpang Bundaran

Analisa data pada simpang tak bersinyal menggunakan form RWEAV - I dan RWEAV - II untuk mempermudah perhitungan. Pada analisa simpang tak bersinyal kita mencari nilai dari :

- a. Parameter geometri bagian jalinan bundaran terdiri dari lebar masuk rata-rata, lebar jalinan, dan panjang jalinan
- b. Kapasitas dan perilaku lalu lintas terdiri dari kapasitas dasar, kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan lalu lintas, tundaan lalu lintas total, tundaan bundaran rata-rata dan peluan antrian.

Setelah didapat hasil perhitungan pada analisa simpang bundaran. Langkah selanjutnya kita bandingkan untuk mencari solusi dari masalah kemacetan pada persimpangan Garuda Sakti, Panam. Bagan alir dari simpang bundaran dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Bagan Alir Analisa Simpang Bundaran

BAB V

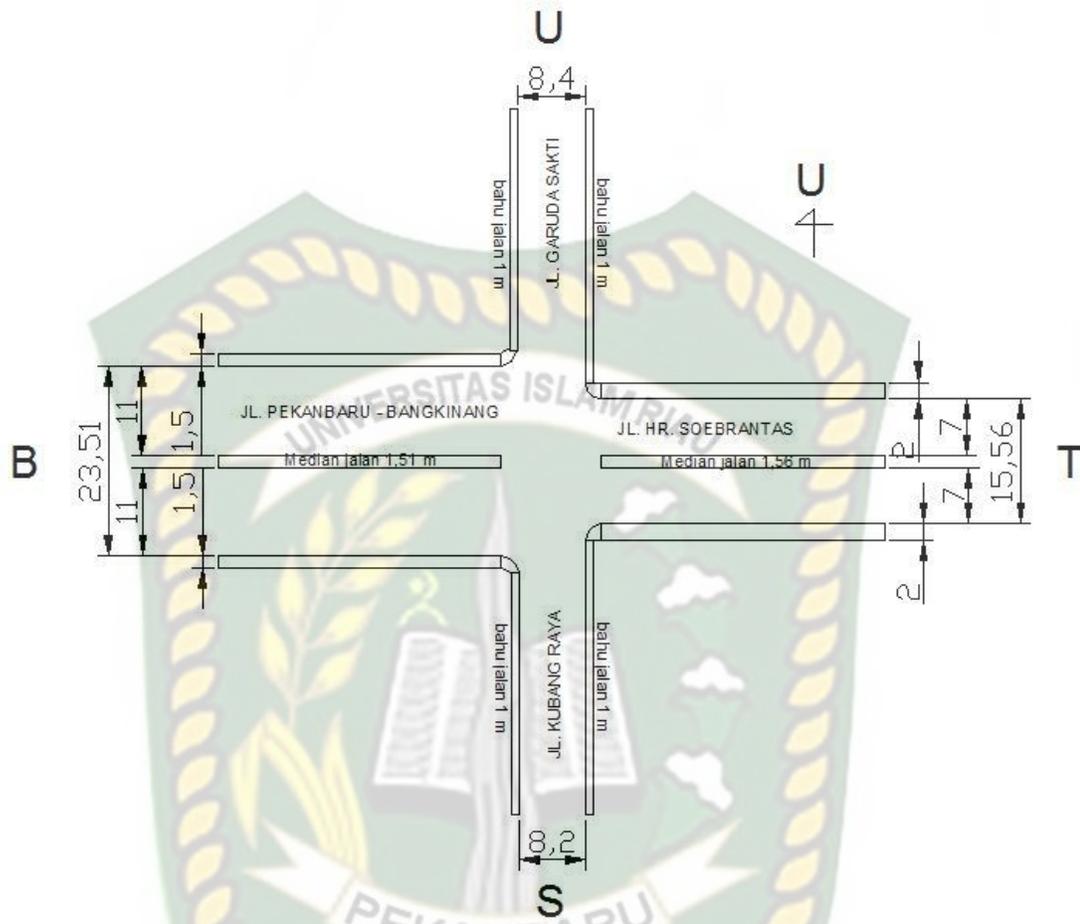
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Melakukan pengambil data atau sampel pada Persimpangan Garuda Sakti, Panam untuk mengetahui kondisi eksisting. Data yang diteliti terdiri dari kondisi geometrik simpang, kondisi lingkungan, dan kondisi lalu lintas. Data data ini akan dipergunakan untuk menghitung kinerja simpang pada kondisi eksisting dan membantu penyelesaian solusi alternatif pada simpang.

5.2 Data Survei Geometrik Simpang

Lokasi penelitian adalah simpang Jalan Garuda Sakti - Jalan Kubang Raya – Jalan Raya Pekanbaru Bangkinang - Jalan HR Soebrantas, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau. Simpang ini merupakan Simpang empat tak bersinyal. Tipe Lingkungan pada pendekat Utara, Selatan Timur dan Barat adalah Komersial (COM). Simpang ini memiliki 4 jumlah lengan simpang 2 jumlah lajur jalan minor 4 jumlah lajur jalan utama dan memiliki median pada jalan utama. Data hasil survey dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Kondisi Geometrik Persimpangan Tak Bersinyal Garuda Sakti, Panam

Dari keterangan Gambar 5.1 Persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam menunjukkan bahwa simpang mempunyai 4 lengan. Lengan kiri adalah ruas jalan Pekanbaru – Bangkinang merupakan jalan utama dengan tipe lingkungan COM, lengan kanan adalah ruas jalan HR Soebrantas merupakan jalan utama dengan tipe lingkungan COM, lengan utara adalah ruas jalan Garuda Sakti merupakan jalan minor dengan tipe lingkungan COM + RES , dan lengan selatan adalah Jalan Kubang Raya merupakan jalan minor dengan tipe lingkungan COM + RES. Data kondisi geometrik persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Data Geometrik Persimpangan Tak Bersinyal Garuda Sakti, Panam.

Nama Jalan	Lebar Jalan (m)	Jumlah Lajur	Tipe Lingkungan	Tingkat Hambatan Samping	Median	Lebar Pendekat (m)
Jalan Garuda Sakti	8,4	2	COM	Rendah	Ada	4,2
Jalan Kubang Raya	8,2	2	COM	Rendah	Ada	4,1
Jalan Raya Pekanbaru Bangkinang	23,51	4	COM	Rendah	Ada	11
Jalan H.R Soebrantas	15,56	4	COM	Rendah	Ada	7

Tabel 5.1 Menunjukkan data geometrik kondisi eksisting simpang Garuda Sakti, Panam. Data ini berguna untuk menganalisa kondisi eksisting dan membantu dalam penerapan rekayasa lalu lintas untuk simpang bersinyal dan bundaran.

5.3 Data Survei Kondisi Lingkungan

Hasil survey kondisi lingkungan diperlukan untuk menghitung kapasitas simpang, keadaan simpang sebagai berikut :

1. Tipe Lingkungan Jalan

Berdasarkan SK Kementerian Perhubungan dan Perda Kota Pekanbaru No 7 Tahun 2020 menunjukkan bahwa :

- a. Jalan Garuda Sakti adalah Jalan Arteri Sekunder dan merupakan jalan kota.
- b. Jalan Kubang Raya adalah Jalan Arteri Sekunder dan merupakan jalan kota.
- c. Jalan HR Soebrantas adalah Jalan Arteri Primer dan merupakan jalan nasional.
- d. Jalan Pekanbaru Bangkinang adalah Jalan Arteri Primer dan merupakan jalan nasional.

Persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam menurut statusnya termasuk kedalam jaringan jalan nasional, menurut fungsinya termasuk kedalam jalan arteri primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan menurut kelasnya termasuk kedalam jalan kelas I yang merupakan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 m, ukuran panjang tidak

melebihi 18 m dan muatan sumbu terberat > 10 ton. Hasil dari pengamatan yang dilakukan, simpang Empat Garuda Sakti Panam merupakan Persimpangan yang berada pada kawasan pertokoan dan kampus, dimana dapat dilihat dari bangunan yang berdiri sebagian besar adalah ruko dan bangunan kampus. Berdasarkan penjelasan buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 tentang tipe lingkungan jalan, bahwa lokasi penelitian ini termasuk wilayah komersial (COM). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.2



Gambar 5.2 Kondisi Eksisting Persimpangan Tak Bersinyal Garuda Sakti, Panam

2. Hambatan Samping

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan bobot kejadian nilai hambatan samping pada jam puncak maksimum sebesar 291,4. Merujuk dari Tabel 3.8 Penentuan Kelas Hambatan Samping dimana untuk interval pada bobot 100-299 di klasifikasikan dengan kelas hambatan samping rendah, maka dapat disimpulkan untuk kelas hambatan samping pada persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam termasuk dalam kategori rendah. Hal ini di sebabkan pada persimpangan sedikitnya pejalan kaki, pengendara yang parkir disisi jalan, kendaraan keluar masuk

pada lengan simpang. dan terdapat jalan nasional yaitu jalan arteri dan lokasi persimpangan terletak pada perbatasan kota. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran A, Tabel A-1 dan Gambar 5.3



Gambar 5.3 Hambatan Samping Persimpangan Tak Bersinyal Garuda Sakti, Panam
Gambar 5.3 dapat dilihat hambatan samping persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam berupa kendaraan keluar masuk, kendaraan yang parkir disisi jalan dan sedikitnya pejalan kaki.

5.4 Kondisi Lalu Lintas

Untuk Mengetahui kondisi lalu lintas pada simpang empat Garuda Sakti, Panam, dilakukan survey untuk mendapatkan data primer pada lokasi simpang. Agar hasil survey yang didapat bisa digunakan secara optimal dalam pengolahannya.

1. Total Arus Lalu Lintas

Sebelum melakukan survey peneliti melakukan pra survey agar menjadi pedoman pengambilan sampel. Hasil dari pra survey adalah

- a. Waktu puncak arus lalu lintas didapat pada hari Rabu, Sabtu, dan Minggu.
- b. Pada jam puncak pagi dimulai jam 08.00 wib dikarenakan faktor adanya Covid 19 menyebabkan kantor melakukan WFH dan kampus ditutup selama masa covid 19.
- c. Waktu puncak pagi didapat pada jam 08.00 – 10.00 Wib.
- d. Waktu puncak siang didapat pada jam 13.00 – 15.00 Wib.
- e. Waktu puncak sore didapat pada jam 16.00 – 18.00 Wib.
- f. Waktu puncak malam didapat pada jam 19.00 – 21.00 Wib.

Maka, Survey untuk pengambilan data arus lalu lintas dilaksanakan selama 3 (tiga) hari, yaitu Rabu, Sabtu dan Minggu (7,10,11 Oktober 2020). Survey arus lalu lintas pada simpang tak bersinyal ini dilakukan dengan menghitung manual di jam puncak pagi, siang, sore dan malam, yaitu pada jam 08.00-10.00 WIB, 13.00-15.00 WIB, 16.00-18.00, dan 19.00 – 21.00 WIB.

Untuk hasil survey data lalu lintas yang melewati simpang Empat Garuda Sakti, Panam selama jam puncak di konversikan ke satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) dengan menggunakan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan, dengan cara mengalikan jumlah kendaraan per jam dengan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) berdasarkan jenis kendaraanya. Dimana nilai ekivalensi kendaraan ringan atau *Leight Vehicle (LV)* sebesar 1,0, kendaraan besar atau *Heavy Vehicle (HV)* sebesar 1,3, dan sepeda motor atau *Motor Cycle (MC)* sebesar 0,5. Untuk hasil yang telah dikonversikan ke satuan mobil penumpang per jam (smp/jam) dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan untuk lebih jelasnya perhitungan emp kendaraan bermotor dapat dilihat pada lampiran B – 37

Tabel 5.2 Rekapitulasi Volume Arus Lalu Lintas. (Analisa 2020)

Hari	Periode	Jumlah Volume Lalu Lintas (smp/jam)
Rabu, 7 Oktober 2020	08.00 - 10.00	3929
	13.00 - 15.00	3652,8
	16.00 - 18.00	4467,3
	19.00 - 21.00	4026,4
Sabtu, 10 Oktober 2020	08.00 - 10.00	3701
	13.00 - 15.00	3585,6
	16.00 - 18.00	4863,4
	19.00 - 21.00	4132,6
Minggu, 11 Oktober 2020	08.00 - 10.00	3645,5
	13.00 - 15.00	3520,2
	16.00 - 18.00	4816,5
	19.00 - 21.00	4057,6

Dari Tabel 5.2 rekapitulasi volume arus lalu lintas maka diketahui jam paling padat arus lalu lintas di simpang empat Garuda Sakti, Panam terdapat pada hari Sabtu periode 16.00-18.00 WIB dengan jumlah volume sebesar 4863,4 smp/jam. Dikarenakan pada hari tersebut hari libur dan waktu *weekend* menimbulkan keramaian dari hari biasanya, serta pada periode tersebut terdapat aktivitas keramaian disekitar simpang dengan berbagai macam tempat perbelanjaan dan jam pulang kantor.

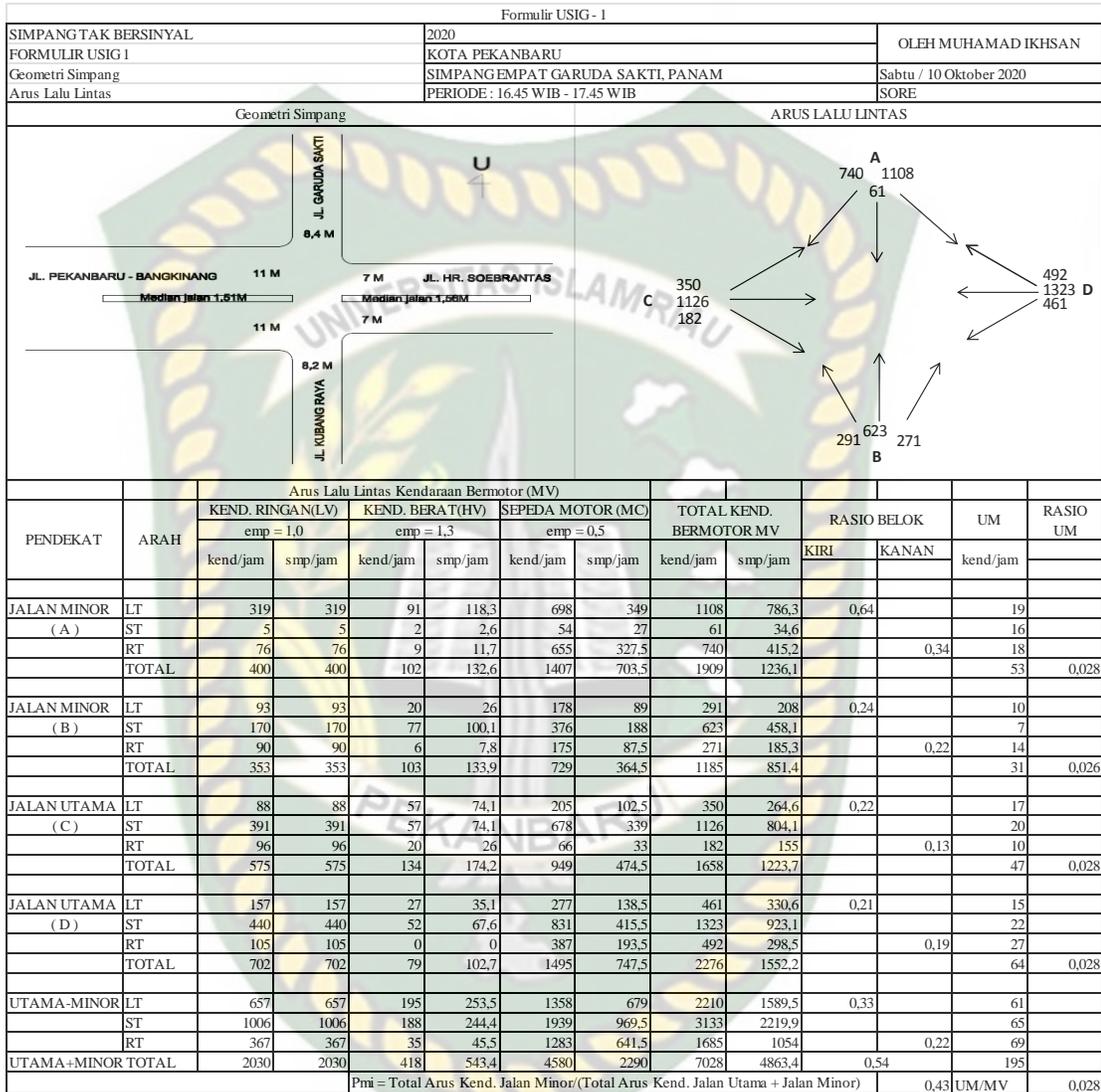
5.5 Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting.

Hasil survey dilapangan digunakan untuk Form USIG-1 dan Form USIG-II. Fungsi dari mengisi form tersebut :

1. USIG-I

Memasukkan data untuk kondisi lalu lintas yang terdiri dari periode jam puncak, sketsa arus lalu-lintas menggambarkan berbagai gerakan dan arus lalu-lintas, komposisi lalu lintas (%), dan arus kendaraan tak bermotor. Data yang didapat adalah volume arus kendaraan yang melewati simpang. Arus kendaraan yang terdiri dari kendaraan bermotor dan kendaraan tak bermotor.

Kemudian data dijadikan dalam satuan smp/jam. Contoh dari Form USIG – I dilihat pada Gambar 5.4



Gambar 5.4 Form USIG-I

Gambar 5.4 menunjukkan jumlah volume arus lalu lintas, rasio belok, volume kendaraan tak bermotor, rasio kendaraan tak bermotor serta nilai Pmi (Total Arus Kend. Jalan Minor/(Total Arus Kend. Jalan Utama + Jalan Minor)).

2. USIG-II

Memasukkan data untuk analisa lebar pendekat dan tipe simpang, kapasitas simpang serta kinerja lalu lintas simpang. Data yang didapat adalah kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan simpang, dan peluang antrian. Contoh dari Form USIG – II dilihat pada gambar 5.5

Formulir USIG - II												
SIMPANG TAK BERSINYAL		2020							OLEH MUHAMAD IKHSAN			
FORMULIR USIG II		KOTA PEKANBARU										
ANALISA		JALAN UTAMA : Jalan Rava Pekanbaru Bangkinang - Jalan HR Soebrantas					Sabtu / 10 Oktober 2020					
		JALAN MINOR : Jalan Garuda Sakti - Jalan Kubang Sakti					SORE					
		PERIODE : 16.45 WIB - 17.45 WIB										
1. LEBAR PENDEKAT DAN TIPE SIMPANG												
PILIHAN	JUMLAH LENGAN SIMPANG	LEBAR PENDEKAT(m)						LEBAR PENDEKAT RATA-RATA	JUMLAH LAJUR GAMBAR		TIPE SIMPANG/TBL	
		JALAN MINOR			JALAN UTAMA				JL. MINOR	JL. UTAMA		
		WA	WB	WAB	WC	WD	WBD					
1	4	4,2	4,1	4,15	7	11	9	6,575	2	4	424M	
2.KAPASITAS												
PILIHAN	KAPASITAS DASAR (Co) smp/jam	LEBAR PENDEKAT RATA-RATA(Fw)	MEDIAN JALAN UTAMA (Fm)	UKURAN KOTA(Fcs)	HAMBATAN SAMPING (FRSU)	BELOK KIRI (FLT)	BELOK KANAN (FRT)	RASIO MINOR TOTAL (Fmi)	FAKTOR PENYESUAIAN KAPASITAS (F)			
									KAPASITAS (C)			
1	3400	1,10	1,05	1	0,92	1,37	1,00	0,84	4,123,56			
3.PERILAKU LALU LINTAS												
PILIHAN	ARUS LALU LINTAS (Q) smp/jam	DERAJAT KEJENUHAN (DS)	TUNDAAN LALU LINTAS SIMPANG (Di)	TUNDAAN LALU LINTAS JALAN UTAMA (Dtra)	TUNDAAN LALU LINTAS JALAN MINOR (Dumi)	TUNDAAN GEOMETRIK SIMPANG (DG)	TUNDAAN SIMPANG (D)	PELUANG ANTRIAN (QP%)	SASARAN			
1	4863,4	1,18	31,84	19,12	48,76	4,00	35,84	56,59 - 114,58	1,18 > 0,85			

Gambar 5.5 Form USIG-II

Gambar 5.5 menunjukkan hasil dari analisa untuk simpang tak bersinyal. Hasil analisa yang didapat pada Gambar 5.5 adalah kapasitas, nilai derajat kejenuhan, tundaan simpang serta peluang untuk simpang tak bersinyal.

5.5.1 Kapasitas simpang tak bersinyal

Untuk Mengetahui kapasitas simpang pada simpang empat Garuda sakti, Panam, diperlukan beberapa faktor penyesuaian berdasarkan keadaan dari geometri dan arus lalu lintas. Adapun faktor-faktor yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas(C_0)

Simpang empat Garuda Sakti, Panam merupakan simpang tak bersinyal dengan 4 Lengan, 2 lajur jalan minor dan 4 lajur jalan mayor dengan tipe simpang adalah tipe simpang 424. Sehingga kapasitas dasar simpang tersebut dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kapasitas dasar menurut tipe simpang.

Tipe simpang IT	Kapasitas dasar smp/jam
322	2700
342	2900
324 atau 344	3200
422	2900
424 atau 444	3400

(MKJI, 1997)

Dari tabel 5.3 di atas dapat dilihat nilai kapasitas dasar (C_0) pada simpang empat Garuda sakti, Panam adalah sebesar 3400 smp/jam. Selanjutnya nilai kapasitas dasar dipakai untuk mencari nilai kapasitas simpang.

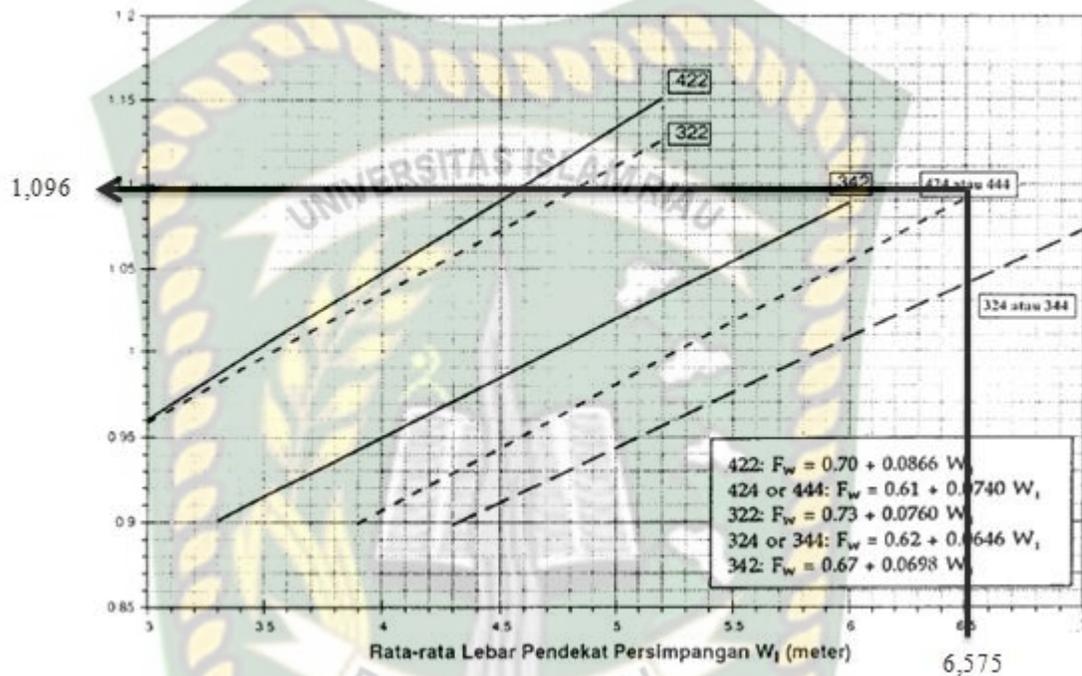
2. Faktor Penyesuaian lebar pendekat (FW)

Persimpangan Garuda Sakti, Panam memiliki kaki simpang sehingga terdapat empat pendekat yang terdiri dari dua pendekat yang berasal dari jalan mayor dan dua pendekat dari jalan minor. Masing-masing lebar pendekat, tersaji pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Lebar Pendekat Simpang Empat Garuda sakti, Panam

Pendekat	Lebar Pendekat (m)
Jl. Garuda Sakti (WA)	4,2
Jl. Kubang Raya (WB)	4,1
Jl. Pekanbaru - Bangkinang (WC)	11
Jl. HR Soebrantas (WD)	7
Lebar rata-rata pendekat (W1)	6,575

Tabel 5.4 dapat dilihat lebar masing masing pendekat, maka langkah selanjutnya adalah menentukan faktor penyesuaian lebar pendekat berdasarkan tipe simpang dengan mengacu pada Gambar 3.4 Faktor Penyesuaian lebar pendekat (F_w) MKJI 1997. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat (F_w)

Pada sumbu Y grafik memperlihatkan besaran lebar pendekat, sedangkan pada sumbu X memperlihatkan besaran faktor penyesuaian untuk lebar pendekat. Pada simpang Garuda Sakti, Panam tipe simpang yaitu 424 dan memakai rumus 424 or 444 :

$F_w = 0,61 + 0,0740 W_1$ dan didapat hasil :

$$\begin{aligned}
 F_w &= 0,61 + 0,0740 W_1 \\
 &= 0,61 + 0,0740 \times 6,575 \\
 &= 1,096
 \end{aligned}$$

1,096 adalah sumbu Y, dan 6,575 adalah sumbu X.

3. Median Jalan Utama (FM)

Salah satu faktor yang diperhitungkan dalam menentukan besaran kapasitas aktual simpang adalah tipe ukuran median. Untuk menentukan faktor penyesuaian median pada jalan utama dapat dilihat pada Tabel. 5.5.

Tabel 5.5 Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama (FM)

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

Dari tabel 5.5 di atas dapat dilihat nilai faktor penyesuaian median jalan utama (FM) pada simpang empat Garuda sakti adalah sebesar 1,05 dengan adanya median jalan utama, dan lebar < 3m.

4. Faktor Ukuran Kota (Fcs)

Salah faktor yang diperhitungkan dalam menentukan besaran kapasitas aktual simpang adalah ukuran kota berdasarkan jumlah penduduk kota tersebut. Terdapat lima klasifikasi ukuran kota berdasarkan jumlah penduduknya. Mulai dengan kota ukuran sangat kecil dengan jumlah penduduk kurang dari 100.000 jiwa hingga kota sangat besar dengan jumlah penduduk diatas 3 juta jiwa. Kota Pekanbaru menurut BPS Kota Pekanbaru pada tahun 2019 diproyeksi memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.149.359 jiwa. Hubungan antara jumlah penduduk dan faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Faktor Ukuran Kota (Fcs)

Ukuran Kota CS	Penduduk Juta	Faktor Ukuran Kota (Fcs)
Sangat Kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,88
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	>3,0	1,05

(MKJI, 1997)

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai faktor penyesuaian ukuran kota (FCS) pada Persimpangan Garuda sakti, Panam adalah sebesar 1,00 dengan ukuran kota besar.

5. Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU)

Kawasan di sekitar Persimpangan Garuda Sakti, Panam merupakan kawasan komersial dengan hambatan samping yang rendah. Maka untuk mendapatkan nilai faktor penyesuaian hambatan samping dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor (FRSU) Kondisi Eksisting (MKJI, 1997)

Kelas tipe lingkungan jalan RE	Kelas hambatan samping SF	Rasio kendaraan tak bermotor P_{UM}					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Pemukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
Akses terbatas	tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Dari Tabel 5.7 diatas nilai faktor penyesuaian hambatan samping (FRSU) diperoleh dengan cara interpolasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dibawah ini.

0.00	0.95
0.02	X
0.05	0,90

$$\text{Maka nilai} = \frac{0,02-0,00}{0,05-0,00} \times (0,95 - 0,90) + (0,90) = 0,92$$

Maka nilai FRSU = 0,92

6. Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT)

Untuk mengetahui faktor penyesuaian belok kiri (PLT), belok kanan (PRT), dan faktor penyesuaian jalan minor, maka perlu diketahui komposisi lalu lintas pada simpang tersebut sebagaimana tersaji pada Tabel 5.8. Dari tabel tersebut dapat diketahui nilai tiga dari variabel yaitu rasio belok kiri (PLT), rasio belok belok kanan (PRT), dan rasio jalan minor (PMI) dengan rincian sebagaimana tersaji pada tabel 5.8

Tabel 5.8 Nilai PLT, PRT, dan PMI

No	Variabel	Nilai
1	Rasio Belok Kiri (P_{LT})	0,33
2	Rasio Belok Kanan (P_{RT})	0,22
3	Rasio Jalan Minor (P_{MI})	0,43

Tabel 5.8 Analisa dapat dilihat pada lampiran B form USIG II Simpang tak bersinyal.

Maka :

$$\begin{aligned}
 F_{LT} &= 0,84 + 1,61 \text{ PLT} \\
 &= 0,84 + 1,61 \times 0,33 \\
 &= 1,37
 \end{aligned}$$

7. Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)

Untuk simpang 4 lengan, maka FRT = 1,00

8. Faktor Penyesuaian Rasio Minor (FMI)

Persimpangan Garuda Sakti, Panam merupakan simpang dengan tipe 424 dan memiliki nilai PMI sebesar 0,43. Maka

$$\begin{aligned}
 F_{MI} &= 1,11 \times P_{MI}^2 - 1,11 \times P_{MI} + 1,11 \\
 &= 1,11 \times 0,43^2 - 1,11 \times 0,43 + 1,11 \\
 &= 0,84
 \end{aligned}$$

9. Kapasitas (C)

Kapasitas dihitung dengan persamaan 3.1 dengan nilai Kapasitas Dasar 3400 smp/jam.

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times F_w \times F_M \times F_{cs} \times F_{RSU} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{MI} \\
 &= 3400 \times 1,1 \times 1,05 \times 1 \times 0,92 \times 1,37 \times 1 \times 0,84 \\
 &= 4123,56
 \end{aligned}$$

1) Derajat Kejenuhan

Untuk menghitung DS diperlukan data masukan berupa kapasitas aktual (C) dan arus lalu lintas total pada jam sibuk yang melewati simpang (QTOT), dimana kedua komponen tersebut dihitung dalam satuan smp/jam. Digunakan persamaan 3.4 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 DS &= \frac{Q}{C} \\
 &= \frac{4863,4}{4123,56} \\
 &= 1,18 > 0,85
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai Derajat Kejenuhan Persimpangan Garuda Sakti, Panam adalah 1,18 yang berarti tidak baik dan masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas F.

2) Tundaan

Tundaan yang dihitung adalah tundaan lalu lintas simpang (DT1), tundaan lalu lintas jalan utama (DTMA), tundaan lalu lintas jalan minor (DTMI), tundaan

geometrik simpang (DG), dan tundaan simpang (D) hasil perhitungannya sebagai berikut.

a. Tundaan Lalu Lintas Simpang (DT1)

Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0,6 digunakan persamaan 3.5 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 DT_1 &= 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2 \\
 &= \frac{1,054}{(0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2} \\
 &= \frac{1,054}{(0,2742 - 0,2042 \times 1,18) - (1 - 1,18) \times 2} \\
 &= 31,84 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

b. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (DTMA)

Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0,6

$$\begin{aligned}
 DT_{MA} &= 1,05034 / (0,346 - 0,246 \times DS) - (1 - DS) \times 1,8 \\
 &= \frac{1,05034}{(0,346 - 0,246 \times 1,18) - (1 - 1,18) \times 1,8} \\
 &= 19,12 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tundaan lalu lintas jalan utama (DTMA) di Persimpangan Garuda sakti, Panam adalah 19,12 det/smp.

c. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (DTMI)

Tundaan lalu lintas jalan minor dihitung menggunakan Persamaan 3.9 berikut

$$\begin{aligned}
 DTMI &= (Q_{tot} \times DT1 - Q_{MA} \times DTMA) / Q_{MI} \\
 &= (4863,4 \times 31,84 - 2775,9 \times 19,12) / 2087,5 \\
 &= 48,76 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tundaan lalu lintas jalan minor (DTMI) di Persimpangan Garuda sakti, Panam adalah 48,76 det/smp

d. Tundaan Geometri Simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometri rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang. Dalam MKJI 1997 untuk $DS \geq 1,0$ nilai tundaan simpang dihitung menggunakan Persamaan 3.10 berikut.

Untuk $DS \geq 1,0$: $DG = 4$

Maka, tundaan geometrik simpang (DG) di Persimpangan Garuda Sakti, Panam adalah 4 det/smp.

e. Tundaan Simpang (D)

Tundaan simpang dihitung menggunakan Persamaan 3.12 berikut.

$$\begin{aligned}
 D &= DG + DT1 \\
 &= 4,00 + 31,84 \\
 &= 35,84 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tundaan simpang (D) di Persimpangan Garuda sakti, Panam adalah 35,84 det/smp yang berarti masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas E yaitu Keadaan arus tidak stabil, tidak dapat ketentuan hanya dari kecepatan saja, sering terjadi kemacetan (berhenti) untuk beberapa saat. Volume hampir sama dengan kapasitas jalan sedang.

3) Peluang Antrian

Untuk menghitung peluang antrian, data masukan yang digunakan adalah derajat kejenuhan (DS) dengan menggunakan persamaan 3.13 untuk batas bawah dan 3.14 untuk batas atas sebagai berikut.

Batas Bawah

$$\begin{aligned}
 QP \% &= 9,02 \times DS + 20,66 \times DS^2 + 10,49 \times DS^3 \\
 &= 9,02 \times 1,18 + 20,66 \times 1,18^2 + 10,49 \times 1,18^3 \\
 &= 56,59 \% \sim 56 \%
 \end{aligned}$$

Batas Atas

$$\begin{aligned}
 QP \% &= 47,71 \times DS - 24,68 \times DS^2 + 56,47 \times DS^3 \\
 &= 47,71 \times 1,18 - 24,68 \times 1,18^2 + 56,47 \times 1,18^3 \\
 &= 114,58 \% \sim 114 \%
 \end{aligned}$$

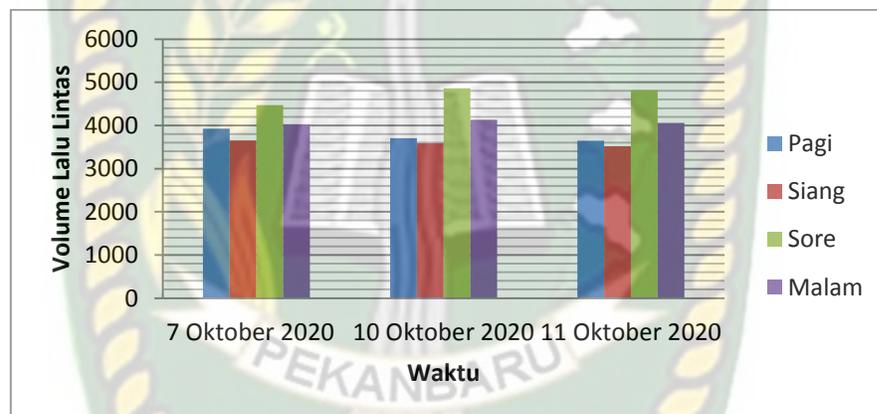
Berdasarkan perhitungan peluang antrian (QP%) di Persimpangan Garuda Sakti, Panam adalah 56 % untuk batas bawah dan 114 % untuk batas atas.

Kesimpulan dari hasil perhitungan untuk mengetahui kinerja lalu lintas kondisi eksisting dengan menggunakan MKJI 1997 untuk Persimpangan Garuda

Sakti, Panam diperoleh derajat kejenuhan (DS) = 1,18, tundaan simpang (D) = 35,84 det/smp dan peluang antrian 56 % untuk batas bawah dan 114 % untuk batas atas.

5.6 Pembahasan

Arus lalu lintas yang didapatkan dari survey kendaraan yang melintasi Persimpangan Garuda Sakti, Panam selama 3 hari, yaitu 2 hari sibuk mewakili hari Sabtu dan Minggu 1 hari tak sibuk mewakili hari Rabu. Dimana, survei dilakukan pada jam puncak yaitu jam puncak pagi, siang, sore dan malam. Untuk jam paling padat terdapat pada hari senin yaitu pada jam 16.00 - 18.00 WIB dengan volume lalu lintas sebesar 4863,4 smp/jam. Grafik data kendaraan selama 3 hari dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Volume Lalu Lintas (smp/jam) Pada Jam Puncak

Berdasarkan hasil volume lalu lintas di atas peneliti dapat mengetahui nilai derajat kejenuhan (DS) serta panjang antrian (QP%) yang terjadi di persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam dimana pada kondisi jam puncak yang paling padat terdapat pada hari Sabtu jam 16.00 - 18.00 WIB.

Untuk mengetahui kinerja dari suatu simpang dapat dilihat dari nilai derajat kejenuhan (DS), batas maksimal nilai DS sudah ditentukan dari MKJI 1997 yaitu < 0,75 dikategorikan tidak baik dan > 0,85 dikategorikan tidak baik. Berdasarkan hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa kondisi eksisting menunjukkan nilai derajat kejenuhan melebihi batas > 0,85. Oleh karena itu diperlukan penerapan strategi untuk

kinerja simpang dan hasilnya dari dua strategi peningkatan kinerja simpang antara lain perencanaan simpang bersinyal dan simpang bundaran menunjukkan hasil penurunan yaitu 0,78 untuk simpang bersinyal dan 0,60 untuk simpang bundaran. Maka strategi yang paling tepat ialah menerapkan perencanaan simpang bundaran.

5.6.1 Kinerja lalu lintas kondisi eksisting (Simpang Tak Bersinyal)

1. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan dihitung menggunakan persamaan 3.4

$$\begin{aligned}
 DS &= \frac{Q}{c} \\
 &= \frac{4863,4}{4123,56} \\
 &= 1,18 > 0,85
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai Derajat Kejenuhan Persimpangan Garuda Sakti, Panam adalah 1,18 yang berarti tidak baik dan masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas F.

2. Tundaan Simpang

Tundaan simpang (D) ditentukan persamaan 3.12

$$\begin{aligned}
 D &= DG + DT1 \\
 &= 4,00 + 31,84 \\
 &= 35,84 \text{ det/smp}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tundaan simpang (D) di Persimpangan Garuda sakti, Panam adalah 35,84 det/smp yang berarti masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas E yaitu Keadaan arus tidak stabil, tidak dapat ketentuan hanya dari kecepatan saja, sering terjadi kemacetan (berhenti) untuk beberapa saat. Volume hampir sama dengan kapasitas jalan sedang.

3. Peluang Antrian

Peluang antrian ditentukan dari persamaan pada Gambar 3.9 Batas Bawah

$$\begin{aligned} \text{QP \%} &= 9,02 \times \text{DS} + 20,66 \times \text{DS}^2 + 10,49 \times \text{DS}^3 \\ &= 9,02 \times 1,18 + 20,66 \times 1,18^2 + 10,49 \times 1,18^3 \\ &= 56,59 \% \sim 56 \% \end{aligned}$$

Batas Atas

$$\begin{aligned} \text{QP \%} &= 47,71 \times \text{DS} - 24,68 \times \text{DS}^2 + 56,47 \times \text{DS}^3 \\ &= 47,71 \times 1,18 - 24,68 \times 1,18^2 + 56,47 \times 1,18^3 \\ &= 114,58 \% \sim 114 \% \end{aligned}$$

Jadi peluang antrian = 56 % - 114 %

Berdasarkan perhitungan peluang antrian (QP%) di Persimpangan Garuda Sakti, Panam adalah 56 % untuk batas bawah dan 114 % untuk batas atas.

5.6.2 Penerapan strategi rekayasa lalu lintas melalui peningkatan kinerja simpang dengan pengaturan simpang bersinyal dan simpang bundaran.

Untuk mencari solusi dari permasalahan pada simpang dilakukan rekayasa lalu lintas melalui peningkatan kinerja yaitu peningkatan kinerja dengan pengaturan simpang bersinyal dan bundaran. Berikut hasil dari penerapan strategi rekayasa lalu lintas :

5.6.2.1. Peningkatan kinerja dengan pengaturan simpang bersinyal.

Kinerja Persimpangan tak bersinyal pada simpang empat Garuda Sakti, Panam Kota Pekanbaru setelah dilakukan analisa mendapatkan hasil yang tidak maksimal dengan nilai derajat kejenuhan pada hari Sabtu jam puncak sore termasuk kategori tidak baik.

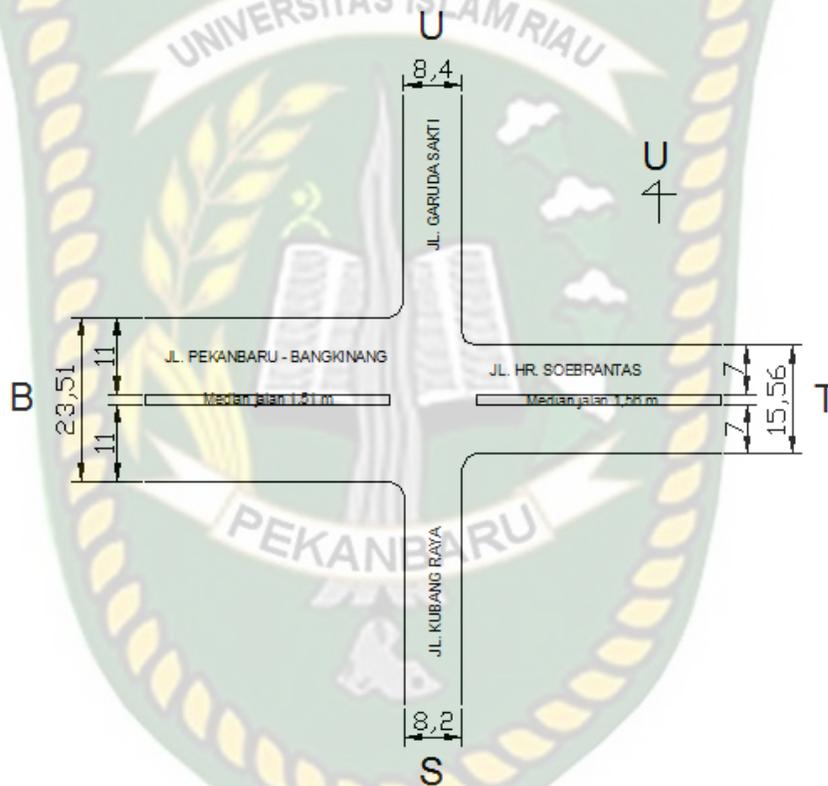
Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, dibuat peningkatan kinerja simpang dengan merubah simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal terhadap kondisi eksisting sesuai dengan rumus yang telah ditetapkan dalam MKJI 1997. Simpang bersinyal yang direncanakan menggunakan 2 fase.

Berdasarkan MKJI 1997, pengaturan 2 fase digunakan sebagai kasus dasar atau kejadian dasar, karena biasanya menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah daripada tipe fase sinyal yang lain. Pemasangan sinyal

2 fase persimpangan bersinyal Garuda sakti, Panam Kota Pekanbaru direncanakan sebagai berikut:

- a. Pendekat Utara (Jl. Garuda Sakti) dan Pendekat Selatan (Jl. Kubang Raya) merupakan fase 1
- b. Pendekat Barat (Jl. Pekanbaru – Bangkinang) dan Pendekat Timur (Jl HR Soebrantas) merupakan fase 2

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Kondisi geometri persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam pada perencanaan simpang bersinyal.

Hasil survey kondisi eksisting dipakai untuk analisis pada penerapan strategi simpang bersinyal. Data data dari kondisi eksisting digunakan pada Formulir SIG I, SIG II, SIG III, SIG IV, dan SIG V agar membantu perhitungan. Berikut hasil analisa simpang bersinyal :

A. Formulir SIG I

Data masukan dari kondisi eksisting dan pengaturan lalu lintas dari setiap pendekat disesuaikan dengan data primer pada saat survey lapangan.

SIMPANG BERSINYAL		Tanggal : 10 Oktober 2020		Ditangani Oleh: MUHAMAD IKHSAN							
Formulir SIG I :		Kota : Pekanbaru									
- GEOMETRI		Simpang : Garuda Sakti, Panam									
- PENGATURAN LALU LINTAS		Jl. Utama : Jl. Raya Pekanbaru Bangkinang - Jl. HR. Soebrantas									
- LINGKUNGAN		Jl. Minor : Jl. Garuda Sakti - Jl. Kubang Raya									
		Ukuran Kota : 1.149.359									
		Perihal : 2 Fase									
		Periode : 16.45 - 17.45 Wib									
FASESINYAL YANG ADA											
g =	g =	g =	g =	Waktu siklus :							
				C =							
				Waktu hilang total :							
IG =	IG =	IG =	IG =	LT1 = \sum IG =							
SKEISA SIMPANG											
KONDISI LAPANGAN											
Kode Pendekat	Tipe Lingkungan Jalan	Hambatan Samping Tinggi/Rendah	Median Ya/ Tidak	Kelandaian +/- %	Belok Kiri		Jarak Ke		Lebar Pendekat (m)		
					Langsung Ya/ Tidak	Kendaraan Parkir (m)	Pendekat W _A	Pendekat W _{Masuk}	Belok Kiri Langsung W _{LTOR}	Keluar W _{Keluar}	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
U	COM	R	T	0	Y	0	4,20	2,20	2,00	4,20	
S	COM	R	T	0	Y	0	4,10	2,10	2,00	4,10	
T	COM	R	Y	0	Y	0	7,00	5,00	2,00	7,00	
B	COM	R	Y	0	Y	0	11,00	9,00	2,00	11,00	

Dari Formulir SIG I didapatkan hasil analisa dari tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan lebar pendekat. Analisa dapat dilihat pada lampiran A - 42

B. Formulir SIG II

TABEL FORMULIR SIG II																			
SIMPANG BERSINYAL			Sabtu, 10 Oktober 2020										Ditangani oleh: Muhamad Ikhsan						
Form SIG-II			Kota Pekanbaru																
Arus Lalu Lintas			Jl. Utama : Jl. Raya Pekanbaru Bangkinang - Jl. HR. Soebrantas Jl. Minor : Jl. Garuda Sakti - Jl. Kubang Raya										Periode : 16.45 - 17.45 Wib						
			Perihal 2 fase																
Kode Pendekat	Arah	ARUS LALU LINTAS BERMOTOR														Kendaraan Tak Bermotor			
		Kendaraan Ringan (LV)				Kendaraan Berat (HV)				Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Total				Rasio Berbelok		Arus UM	Rasio UM/MV
		emp terlindung = 1,0				emp terlindung = 1,3				emp terlindung = 0,2		MV							
		emp terlawan = 1,0				emp terlawan = 1,3				emp terlawan = 0,4		Bermotor							
		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		kend/jam	smp/jam		P _{LT}	P _{RT}	Kend/jam	Rms. (15)		
(1)	(2)	(3)	Terlindung	Terlawan	(6)	Terlindung	Terlawan	(9)	Terlindung	Terlawan	(12)	Terlindung	Terlawan	Rms (13)	Rms (14)	(17)	(18)		
U	LT/LTOR	319	319	319	91	118,3	118,3	698	139,6	279,2	1108	576,9	716,5	0,71		19			
	ST	5	5	5	2	2,6	2,6	54	10,8	21,6	61	18,4	29,2			16			
	RT	76	76	76	9	11,7	11,7	655	131	262	740	218,7	349,7		0,27	18			
	Total	400	400	400	102	133	133	1407	281,4	562,8	1909	814	1095,4			53	0,028		
S	LT/LTOR	93	93	93	20	26	26	178	35,6	71,2	291	154,6	190,2	0,24		10			
	ST	170	170	170	77	100,1	100,1	376	75,2	150,4	623	345,3	420,5			7			
	RT	90	90	90	6	7,8	7,8	175	35	70	271	132,8	167,8		0,21	14			
	Total	353	353	353	103	133,9	133,9	729	145,8	291,6	1185	632,7	778,5			31	0,026		
T	LT/LTOR	157	157	157	27	35,1	35,1	277	55,4	110,8	461	247,5	302,9	0,22		15			
	ST	440	440	440	52	67,6	67,6	831	166,2	332,4	1323	673,8	840			22			
	RT	105	105	105	0	0	0	387	77,4	154,8	492	182,4	259,8		0,17	27			
	Total	702	702	702	79	102,7	102,7	1495	299	598	2276	1103,7	1402,7			64	0,028		
B	LT/LTOR	88	88	88	57	74,1	74,1	205	41	82	350	203,1	244,1	0,22		17			
	ST	391	391	391	57	74,1	74,1	678	135,6	271,2	1126	600,7	736,3			20			
	RT	96	96	96	20	26	26	66	13,2	26,4	182	135,2	148,4		0,14	10			
	Total	575	575	575	134	174,2	174,2	949	189,8	379,6	1658	939	1128,8			47	0,028		

Dari Formulir SIG II didapatkan hasil analisa dari arus lalu lintas seperti kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor dan kendaraan tak bermotor. Analisa dapat dilihat pada lampiran A - 144

C. Formulir SIG III

Tabel Formulir SIG III								
SIMPANG BERSINYAL			Sabtu, 10 Oktober 2020					
Formulir SIG-III			Kota Pekanbaru					
Waktu Antar Hijau			Jl. Utama : Jl. Raya Pekanbaru Bangkinang - Jl. HR. Soebrantas					
Waktu Hilang			Jl. Minor : Jl. Garuda Sakti - Jl. Kubang Raya					
			Ukuran Kota (FCS) : 1					
			Jam Puncak Sore					
LALU LINTAS BERANGKAT		LALU LINTAS DATANG						Waktu merah semua (det)
Pendekat	Kecepatan V_e m/det	PENDEKAT	U	S	T	B		
		Kecepatan V_A (det)	10	10	10	10		
		Jarak berangkat-datang (m)*			16,5+5-6,5			
U	10	Waktu berangkat-datang (det)**			1,6+0,5-0,6			1,5
		Jarak berangkat-datang (m)				16,5+5-6,5		
S	10	Waktu berangkat-datang (det)				1,6+0,5-0,6		1,5
		Jarak berangkat-datang (m)		16,5+5-6,5				
T	10	Waktu berangkat-datang (det)		1,6+0,5-0,6				1,5
		Jarak berangkat-datang (m)	16,5+5-6,5					
B	10	Waktu berangkat-datang (det)	1,6+0,5-0,6					1,5
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
		Jarak berangkat-datang (m)						
		Waktu berangkat-datang (det)						
Penentuan waktu merah semua								
Fase 1 --> Fase 2								2,0
Fase 2 --> Fase 3								2,0
Fase 3 --> Fase 4								
Fase 4 --> Fase 1								
Waktu kuning total (deVfase)								6,0
Waktu hilang total (LTI) = Merah semua total + w waktu kuning (det/siklus)								10,0
*) : Dari gambar, lihat contoh gambar B-21								
**) : Waktu untuk berangkat = $(L_{EV} + l_{EV}) / V_{EV}$								
Waktu untuk datang = L_A / V_{AV}								

Dari Formulir SIG III didapatkan hasil analisa dari waktu antar hijau dan waktu hilang. Analisa dapat dilihat pada lampiran A - 145

D. Formulir SIG IV

SIMPANG BERSINYAL										Tanggal : 10 Oktober 2020						Ditangani Oleh : Muhamad Ikhsan						
Formulir SIG-IV : PENENTUAN WAKTU SINYAL DAN KAPASITAS										Kota : Pekanbaru						Perihal : 2-Fase						
										Simpang : Garuda Sakti, Panam						Periode : 16.45 - 17.45 Wib						
Distribusi arus lalu lintas (smp/jam)				Fase 1				Fase 2				Fase 3				Fase 4						
Kode Pendekat	Hijau dalam fase no	Tipe pendekat	Rasio kendaraan berbelok			Arus RT smp/jam		Lebar efektif (m)	Nilai dasar smp/jam hijau	Faktor-faktor penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau	Arus lalu lintas smp/jam	Rasio arus FR	Rasio fase PR = FRcrit	Waktu hijau det	Kapasitas smp/jam S x g/c	Derajat kejenuhan
			P _{LROK}	P _{LT}	P _{RT}	Q _{RT}	Q _{RTD}			Semua tipe pendekat			Hanya tipe P									
								Ukuran kota		Hambatan samping	Kelandaian	Parkir	Belok kanan	Belok kiri	S	Q	Q/S	IFR	g	C	QC	
			S _o	F _{CS}	F _{SP}	F _{CD}	F _P	F _{RT}		F _{LT}	S	Q	Q/S	IFR	g	C	QC					
Rms. [20]	Rms. [18]	Rms. [19]	Gb. C.3.1	Tb. C.4.1	Tb. C.4.2	Gb. C.4.1	Rms. [21]	Rms. [22]	Rms. [23]	Rms. [24]	Rms. [26]	Rms. [28]	Rms. [30]	Rms. [32]	Rms. [33]							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
U	1	P	0,71		0,27			2,20	1320	1	0,94	1,00	1,00	1,07	0,89	1175,56	237,1	0,20	0,57	46	595,11	0,40
S	1	P	0,24		0,21			2,10	1260	1	0,94	1,00	1,00	1,05	0,96	1199,61	478,1	0,40		46	607,28	0,79
T	2	P	0,22		0,17			5,00	3000	1	0,94	1,00	1,00	1,04	0,96	2831,88	856,2	0,30	0,43	35	1087,55	0,79
B	2	P	0,22		0,14			9,00	5400	1	0,94	1,00	1,00	1,04	0,97	5076,54	735,9	0,14		35	1949,58	0,38
Waktu hilang total L			10			Waktu siklus pra penyesuaian		c	ua (det)	Rms. [29]	66,86							IFR = $\sum FR_{des}$	0,70	81		
LTI (det)						Waktu siklus disesuaikan		c	(det)	Rms. [31]	91											

Dari Formulir SIG IV didapatkan hasil analisa dari Penentuan waktu sinyal dan kapasitas. Analisa dapat dilihat pada lampiran A - 146

E. Formulir SIG V

SIMPANG BERSINYAL					Sabtu, 10 Oktober 2020					Ditangani oleh: Muhamad Ikhsan					
Formulir Sig V :					Kota Pekanbaru					Perihal : 2-Fase					
PANJANG ANTRIAN					Simpang Garuda Sakti, Panam					Periode : 16.45 - 17.45					
JUMLAH KENDARAAN TERHENTI					Waktu siklus:										
TUNDAAN															
Kode pendekat	Arus lalu lintas smp/jam	Kapasitas smp/jam	Derajat Kejenuhan	Rasio hijau GR=	Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang antrian (m)	Rasio kendaraan stop/smp	Jumlah kendaraan terhenti smp/jam	Tundaan			
					NO ₁	NO ₂	Total	NO _{MAX}				Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp	Tundaan geometrik rata-rata det/smp	Tundaan rata-rata det/smp	Tundaan total smp/det
					Rms.(34.1)	Rms.(35)	NO ₁ +NO ₂ = NO	Gb.E.2.2				QL	NS	N _{sv}	DT
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
U	237,1	595,11	0,40	0,51	0,00	1,75	1,75	4,15	37,73	0,26	62,33	13,92	4,91	18,82	4463,17
S	478,1	607,28	0,79	0,51	1,32	1,15	2,48	6,70	63,81	0,18	88,02	26,32	3,39	29,71	14202,04
T	856,2	1087,55	0,79	0,38	1,34	6,80	8,13	14,20	56,80	0,34	289,13	29,20	3,51	32,71	28006,05
B	735,9	1949,58	0,38	0,38	0,00	8,77	8,77	15,00	33,33	0,42	311,95	20,22	3,47	23,69	17433,73
LTOR (semua)	1182,1														
Arus kor.Okor										Total :	751,43			Total :	64104,98
Arus total Qtot	2307,3									Kendaraan terhenti rata-rata stop/smp :	0,33		Tundaan simpang rata-rata stop/smp :	27,78	

Dari Formulir SIG IV didapatkan hasil analisa dari Panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan. Analisa dapat dilihat pada lampiran A - 154

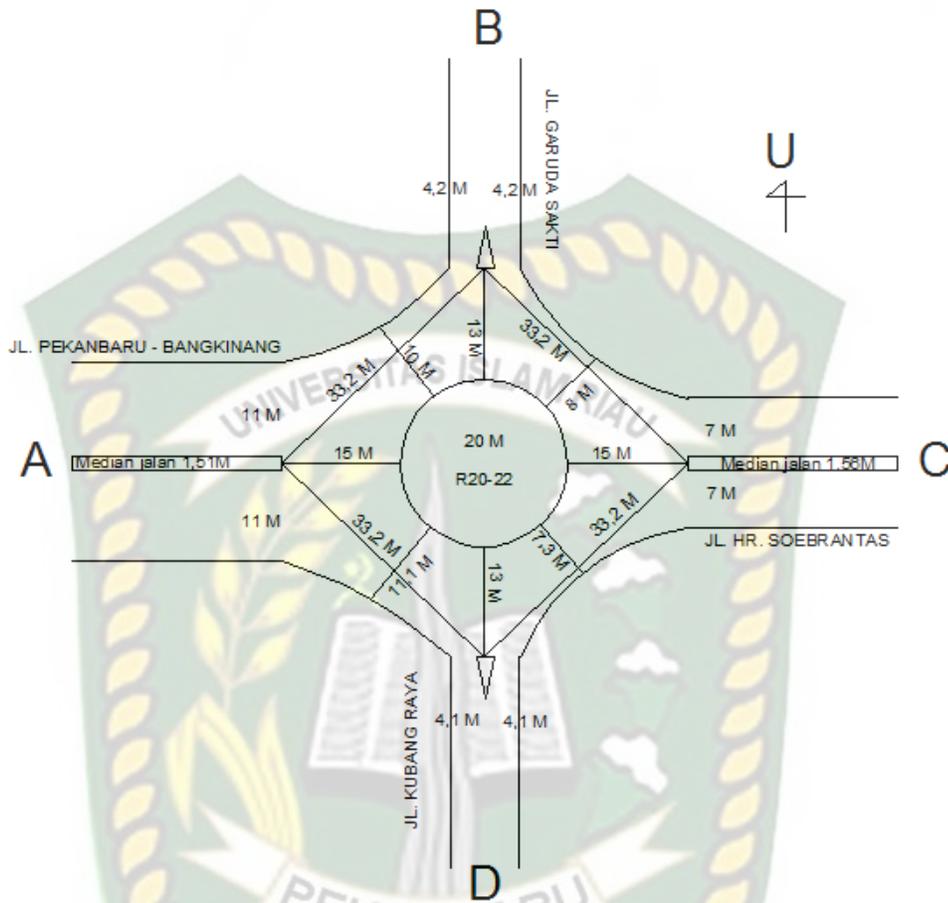
5.6.2.2. Peningkatan kinerja dengan pengaturan simpang bundaran.

Setelah melakukan peningkatan simpang menjadi simpang bersinyal masih belum memenuhi kriteria untuk derajat kejenuhan di semua hari dan jam puncak. Untuk mencoba menurunkan nilai derajat kejenuhan dan menguraikan panjang antrian dan tundaan simpang dilakukan perencanaan dengan merubah simpang tak bersinyal menjadi simpang bundaran dengan rumus yang telah ditetapkan dalam MKJI 1997.

1. Bundaran Lalu Lintas Sedang

Sebelum menerapkan strategi peningkatan kinerja simpang dengan pengaturan bundaran terlebih dahulu melakukan menghitung lahan yang digunakan untuk pembuatan bundaran pada simpang. Lahan pada kondisi eksisting adalah $352,81 \text{ M}^2$, dan pada peningkatan kinerja simpang dengan bundaran digunakan lahan $2209,38 \text{ M}^2$. Jadi lahan disekitar simpang yang terdampak akibat dari pembuatan bundaran adalah $1856,57 \text{ M}^2$.

Bundaran yang direncanakan untuk meningkatkan kinerja simpang menggunakan Tipe R20 – 22 dengan panduan MKJI 1997 bundaran ini mempunyai maksimum kapasitas jari-jari 20 m, jumlah lajur masuk 2, panjang jalinan 43 m dan lebar jalinan 9 m. Perencanaan bundaran untuk peningkatan kinerja simpang Garuda Sakti, Panam dapat dilihat pada Gambar Geometri bundaran pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Kondisi geometri persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam pada perencanaan simpang bundaran.

Hasil survey kondisi eksisting dipakai untuk analisis pada penerapan strategi simpang bundaran 4 lengan. Data data dari kondisi eksisting digunakan pada Formulir RWEAV I, dan RWEAV II agar membantu perhitungan. Berikut hasil analisa simpang bundaran :

A. Formulir RWEAV I

Data masukan dari kondisi eksisting dan pengaturan lalu lintas dari setiap pendekat disesuaikan dengan data primer pada saat survey lapangan.

Formulir RWEAV - 1																		
										Ditangani oleh : Muhamad Ikhsan								
BAGIAN JALINAN BUNARAN										Kota: Pekanbaru								
FORMULIR RWEAV-1										Jalan A-C: Jl. Pekanbaru Bangkinang - Jl. HR. Soebrantas								
- GEOMETRI										Jalan B-D: Jl. Garuda sakti - Jl. Kubang Raya								
- ARUS LALU LINTAS										Sabtu / 10 Oktober 2020								
										Periode : 16.45 WIB - 17.45 WIB (Sore)								
Geometri Bundaran								Denah Arus Lalu Lintas										
1 ARUS LALU LINTAS																		
KOMPOS		LV%	HV%		MC%		Faktor-smp		Faktor K									
Tipe kendaraan emp	Kendaraan ringan LV emp = 1,0	Kendaraan berat HV emp = 1,3	Sepeda motor MC emp = 0,5		Kendaraan bermotor total MV		Bagian jalinan								Kend. Tak bermotor			
							AB		BC		CD		DA					
Pendekat/gerakan	kend/j smp/j (1)	kend/j smp/j (2)	kend/j smp/j (3)	kend/j smp/j (4)	kend/j smp/j (5)	kend/j smp/j (6)	kend/j (7)	smp/j (8)	Arus Menjalين (9)	Arus total (10)	Arus Menjalين (11)	Arus total (12)	Arus Menjalين (13)	Arus total (14)	Arus Menjalين (15)	Arus total (16)	kend/jam (17)	
2 A - LT							350	264,6									17	
3 - ST							1126	804,1	804,1		804,1	804,1					20	
4 - RT							182	155	155			155	155	155			10	
5 - UT							0										0	
6 Total							1658	1223,7		1223,7							13	
7 B - LT							1108	786,3									19	
8 - ST							61	34,6			34,6		34,6	34,6			16	
9 - RT							740	415,2			415,2		415,2	415,2	415,2	415,2	18	
10 - UT							0										0	
11 Total							1909	1236,1				1236,1					53	
12 C - LT							461	330,6									15	
13 - ST							1323	923,1				923,1		923,1	923,1	923,1	22	
14 - RT							492	298,5	298,5	298,5			298,5			298,5	27	
15 - UT							0										0	
16 Total							2276	1552,2					1552,2				64	
17 D - LT							291	208									10	
18 - ST							623	458,1	458,1	458,1					458,1		7	
19 - RT							271	185,3		185,3	185,3	185,3			185,3		14	
20 - UT							0										0	
21 Total							1185	851,4								851,4	31	
22 Total							7028	4863,4	1715,7	2165,6	1439,2	2380,5	1411,2	2157	1981,7	1636,8	161	
23	Rasio Menjalين									0,79		0,60		0,65		1,21		
24																	0,023	

Dari Formulir RWEAV I didapatkan hasil analisa dari Geometri dan arus lalu lintas.

B. Formulir RWEAV II

Data masukan dari kondisi eksisting dan pengaturan lalu lintas dari setiap bagian jalinan disesuaikan dengan data primer pada saat survey lapangan. Pedoman perhitungan bundaran menggunakan metode MKJI 1997. Tipe bundaran yang digunakan adalah Tipe (R20 – 22) mempunyai jari-jari bundaran 20 m.

Formulir RWEAV - II									
			Kota : Pekanbaru			Ditangani oleh : Muhamad Ikhsan			
Bagian Jalinan Bundaran			Sabtu / 10 Oktober 2020			Ukuran Kota Juta Orang : 1			
FORMULIR RWEAV - II			Jalan A-C: Jl. Pekanbaru Bangkinang - Jl. HR. Soebrantas						
- ANALISA			Jalan B-D: Jl. Garuda Sakti - Jl. Kubang Raya						
			Periode : 16.45 WIB - 17.45 WIB						
			Hambatan Samping : Rendah			Lingkungan : Komersial			
1. Parameter geometri bagian jalinan									
	Bagian jalinan	Lebar masuk		Lebar masuk rata-rata WE	Lebar Jalinan WW	We/Ww	Panjang Jalinan LW	Ww/Lw	
		Pendekat 1 W1	Pendekat 2 W2						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
1	AB	11,00	15,00	13,00	10,00	1,30	33,2	0,30	
2	BC	4,20	13,00	8,60	8,00	1,08	33,2	0,24	
3	CD	7,00	15,00	11,00	7,30	1,51	33,2	0,22	
4	DA	4,10	13,00	8,55	11,10	0,77	33,2	0,33	
2. Kapasitas									
	Bagian jalinan	Faktor-Ww	Faktor-We/Ww	Faktor-Pw	Faktor-WA	Kapasitas dasar Co (smp/jam)	Faktor Penyesuaian		Kapasitas C (smp/jam)
							Ukuran Kota FCS	Lingk. Jalan FRS	
	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
1	AB	2693,60	3,49	0,86	0,62	5017,85	1	0,95	4766,96
2	BC	2015,35	2,99	0,89	0,68	3649,57	1	0,95	3467,09
3	CD	1789,18	3,97	0,88	0,70	4390,93	1	0,95	4171,38
4	DA	3084,99	2,36	0,77	0,60	3338,98	1	0,95	3172,03
3. Perilaku Lalu Lintas									
	Bagian jalinan	Arus bagian jalinan	Derajat kejenuhan DS	Tundaan lalu lintas DT	Tundaan lalu lintas total	Peluang Antrian QP%	Sasaran		
							(18)	(19)	(20)
1	AB	2165,60	0,45	2,13	4613,9	5,06 - 10,82	0,45 < 0,75		
2	BC	2380,50	0,69	2,41	5746,3	11,74 - 27,25	0,69 < 0,75		
3	CD	2157,00	0,52	2,43	5230,9	6,29 - 13,94	0,52 < 0,75		
4	DA	1636,80	0,52	2,42	3961,0	6,27 - 13,88	0,52 < 0,75		
5	DS dari jalinan DSR		0,69	Total	19552,2				
6	Tundaan lalu lintas bundaran rata-rata DTR				4,02				
7	Tundaan bundaran rata-rata DR (DTR+4) det/smp				8,02				
8	Peluang antrian bundaran QPR %					11,74 - 27,25			

Dari Formulir RWEAV I didapatkan hasil analisa dari Geometri dan arus lalu lintas. Analisa dapat dilihat pada lampiran A – 245

5.6.3 Perbandingan kondisi eksisting dengan setelah dilakukan peningkatan kinerja simpang.

Perbandingan dilakukan bermaksud untuk mencari solusi atas permasalahan simpang di persimpangan Garuda Sakti, Panam. Permasalahan pada persimpangan Garuda Sakti, Panam cukup kompleks. Tingkat kemacetan simpang cukup parah terbukti dari nilai derajat kejenuhan pada kondisi eksisting melewati batas dalam standar tingkat pelayanan DS. Atas permasalahan tersebut dibutuhkan perbandingan untuk mencari solusi terbaik pada persimpangan Garuda Sakti, Panam.

1. Kapasitas (C)

Pada penelitian ini dilakukan dua peningkatan kinerja simpang yaitu merubah simpang tak bersinyal menjadi simpang bersinyal dan merubah simpang tak bersinyal menjadi bundaran. Kondisi eksisting kapasitas (C) simpang sebesar 4.123,56 smp/jam, pada peningkatan kinerja simpang dengan perencanaan simpang bersinyal kapasitas (C) simpang sebesar 1954,43 smp/jam dan pada perencanaan bundaran kapasitas (C) simpang sebesar 4766,96 smp/jam. Untuk lebih jelasnya grafik perbandingan tiap tiap alternatif dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Grafik perbandingan kapasitas (C) kondisi eksisting dengan perencanaan simpang bersinyal dan bundaran

2. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan pada simpang empat Garuda Sakti, Panam terjadi penurunan, dimana pada kondisi eksisting nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 1,18, masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas F. Perencanaan simpang bersinyal nilai derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,78 masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas C. dan pada perencanaan bundaran sebesar 0,69 masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas B. Oleh karena itu penerapan simpang bundaran dengan tipe R20 – 22 di persimpangan Garuda Sakti, Panam Kota Pekanbaru adalah solusi yang paling tepat. Untuk lebih jelasnya grafik perbandingan tiap tiap alternatif dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Grafik perbandingan derajat kejenuhan (DS) kondisi eksisting dengan perencanaan simpang bersinyal dan bundaran

Berdasarkan Gambar 5.11 kinerja simpang pada dua penerapan strategi diatas diketahui bahwa kinerja persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam yang paling optimal adalah merubah simpang tak bersinyal menjadi simpang bundaran, dimana nilai derajat kejenuhan yang diperoleh sebesar 0,69. Hal ini dibuktikan pada perencanaan bundaran menghasilkan nilai DS yang sesuai dengan ketentuan DS maksimal pada MKJI 1997 yaitu nilai $DS < 0,85$.

3. Tundaan

Tundaan simpang pada simpang empat Garuda Sakti, Panam Kota Pekanbaru mengalami penurunan, dimana pada kondisi eksisting nilai tundaan simpang (D) sebesar 35,84 det/smp masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas E, pada perencanaan simpang bersinyal nilai sebesar 32 det/smp masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas F, dan pada perencanaan bundaran sebesar 8,02 det/smp masuk kategori tingkat pelayanan lalu lintas B. Berdasarkan hasil analisa tundaan simpang pada simpang empat Garuda Sakti, Panam Kota Pekanbaru tertinggi pada kondisi eksisting dengan nilai tundaan sebesar 35,84 det/smp dan untuk terendah dengan nilai tundaan adalah pada perencanaan bundaran sebesar 8,02 det/smp. Untuk lebih jelasnya grafik perbandingan Tundaan tiap tiap alternatif dapat dilihat pada Gambar 5.12.

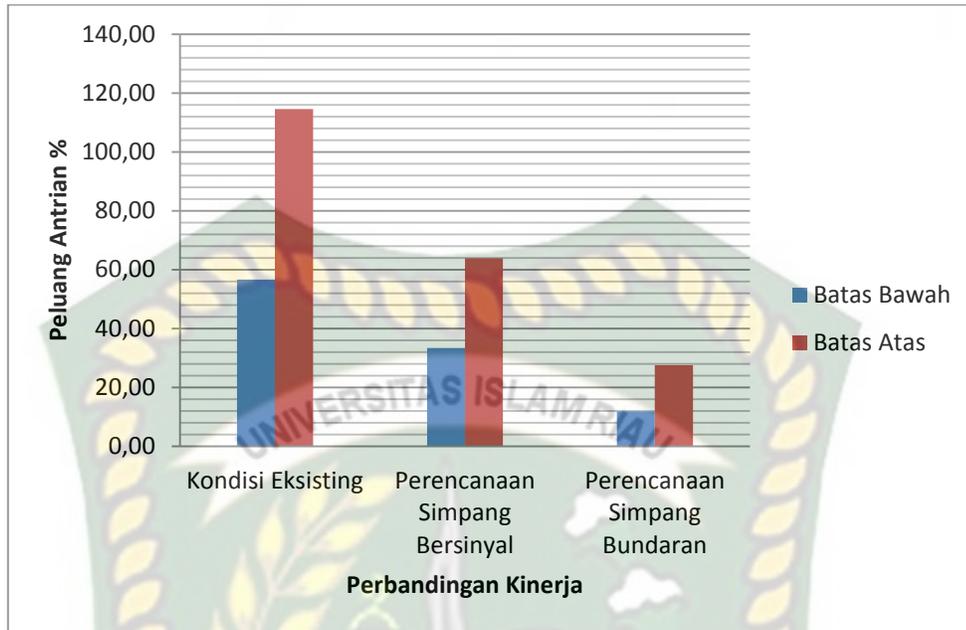


Gambar 5.12 Grafik perbandingan tundaan simpang (D) kondisi eksisting dengan perencanaan simpang bersinyal dan bundaran

Berdasarkan Gambar 5.12 nilai Tundaan tertinggi pada persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam terdapat pada kondisi eksisting. Pada perencanaan simpang bersinyal mengalami penurunan tapi tidak signifikan yaitu 32 det/smp dan masih tingkat pelayanan dikategorikan E. Untuk perencanaan bundaran mengalami penurunan juga di angka 8,02 det/smp tingkat pelayanan B. Sehingga penerapan strategi pada perencanaan bundaran sangat disarankan.

4. Peluang Antrian

Peluang antrian pada simpang empat Garuda Sakti, Panam Kota Pekanbaru mengalami penurunan pada perencanaan simpang bersinyal dan simpang bundaran. Dimana pada kondisi eksisting peluang antrian sebesar 56 – 114 %, perencanaan bersinyal di dapat panjang antrian sebesar 33 - 63 % dan pada perencanaan bundaran sebesar 11 – 27 %. Untuk lebih jelasnya grafik perbandingan peluang antrian pada kondisi eksisting dengan perencanaan simpang bersinyal dan bundaran dapat dilihat pada Gambar 5.13.



Gambar 5.13 Grafik perbandingan peluang antrian kondisi eksisting dengan perencanaan simpang bersinyal dan bundaran

Berdasarkan Gambar 5.13 Peluang antrian tertinggi pada persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam terdapat pada kondisi eksisting, dengan nilai peluang antrian sebesar 56 – 114 %. Hal ini dikarenakan pada kondisi eksisting tersebut nilai derajat kejenuhan sangat tinggi sehingga menyebabkan nilai peluang antrian kondisi eksisting pada simpang empat Garuda Sakti, Panam menjadi tinggi. Sedangkan peluang antrian terendah terdapat pada perencanaan bundaran, dengan nilai peluang antrian sebesar 11 – 27 %. Hal ini dikarenakan simpang tak bersinyal telah menerapkan perencanaan bundaran sehingga nilai peluang antrian pada persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam menjadi rendah.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah pelaksanaan penelitian pada persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam dan pengolahan data, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil analisa kinerja persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa simpang tersebut padat yang dilihat dari nilai derajat kejenuhan 1,18, tundaan simpang 35,86 det/smp, dan peluang antrian 57 – 114 %.
2. Hasil dari penerapan strategi pengaturan simpang bersinyal dan bundaran untuk meningkatkan kinerja persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam sebagai berikut:
 - a. Hasil perhitungan alternatif I Simpang Bersinyal untuk persimpangan Jalan Garuda Sakti - Jalan Kubang Raya – Jalan Raya Pekanbaru Bangkinang – Jalan HR Soebrantas, Kota pekanbaru, Provinsi Riau didapat nilai derajat kejenuhan (DS) = 0,78, tundaan simpang = 32 det/jam, dan panjang antrian = 63,81 m. Dari hasil analisis kinerja lalu lintas yang diperoleh menunjukkan bahwa pada peningkatan kinerja simpang dengan perencanaan simpang bersinyal terjadi penurunan DS = 0,78 tetapi tetap melampaui batas DS maksimal yaitu $> 0,75$ untuk simpang bersinyal.
 - b. Hasil perhitungan alternatif II (Simpang Bundaran empat lengan) untuk persimpangan Jalan Garuda Sakti - Jalan Kubang Raya – Jalan HR Soebrantas – Jalan Raya Pekanbaru Bangkinang, Kota pekanbaru, Provinsi Riau didapat nilai derajat kejenuhan (DS) = 0,69, tundaan bundaran = 8,02 det/smp, dan peluang antrian = 11,88 – 27,58 %. Dari hasil

analisis kinerja lalu lintas yang diperoleh menunjukkan bahwa pada perencanaan bundaran terjadi penurunan $DS = 0,69$ untuk simpang bundaran. Sehingga tingkat pelayanan meningkat dan sudah optimal.

3. Perbandingan derajat kejenuhan dan tundaan simpang setelah direkayasa lalu lintas dapat dilihat sebagai berikut:
 - a. Kapasitas kondisi eksisting (C) sebesar 4.123,56 smp/jam, pada peningkatan kinerja simpang dengan perencanaan simpang bersinyal kapasitas (C) sebesar 1954,43 smp/jam dan pada perencanaan bundaran kapasitas (C) simpang sebesar 4766,96 smp/jam.
 - b. Derajat kejenuhan kondisi eksisting $DS = 1,18$, derajat kejenuhan pada peningkatan kinerja simpang dengan perencanaan simpang bersinyal $DS = 0,78$, dan pada perencanaan bundaran derajat kejenuhan $DS = 0,69$.
 - c. Tundaan simpang kondisi eksisting $D = 35,86$ det/smp , tundaan simpang pada peningkatan kinerja simpang dengan perencanaan simpang bersinyal $D = 32$ det/smp, dan pada perencanaan bundaran tundaan simpang $DR = 8,02$ det/smp.

6.2 Saran

Saran yang dapat dianjurkan kepada pembaca dan penelitian lain selanjutnya diantaranya :

1. Dalam melakukan Rekayasa Lalu Lintas, kinerja simpang tak bersinyal terhadap salah satu solusi yaitu merubah simpang tak bersinyal menjadi simpang bundaran dengan tipe R20-22 bundaran dapat meminimalisir kemacetan di lokasi persimpangan tak bersinyal.
2. Perlu segera dibuat pengaturan lalu lintas yang lebih baik pada persimpangan. Hal ini dianggap perlu dilakukan segera oleh pihak terkait demi meningkatkan pelayanan meminimalisir kemacetan di persimpangan tak bersinyal Garuda Sakti, Panam.
3. Dari hasil penelitian ini, diharapkan dapat menjadi masukan bagi dinas terkait dalam perencanaan persimpangan Garuda Sakti, Panam dengan bundaran.
4. Penelitian selanjutnya, dapat mencoba metode lain atau menghitung pembiayaan pada alternatif yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Alik Ansyori. 2008. *Rekayasa Lalu Lintas*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru, 2019, *Kota Pekanbaru Dalam Angka*, BPS Kota Pekanbaru, Pekanbaru.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga “Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997”
- Falahuddin, Fajar. 2018. Evaluasi Dan Desain Ulang Simpang 0 Km Yogyakarta Dengan Bundaran .(*Evaluation And Redesign Of 0 Km Yogyakarta Intersection Using Roundabout*), Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Hasibuan, Desi Yanti Fitri Citra. 2020. Optimalisasi Persimpangan Tak Bersinyal Pasar Sibuhuan, Kabupaten Padang Lawas, Sumatera Utara, Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Islam Riau Pekanbaru.
- Menteri Perhubungan RI, 2006. *Peraturan Menteri Perhubungan No KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas Di jalan*
- Muttaqin, Muchammad Zaenal. 2018. Optimalisasi Jasa Antar Koridor Pelayanan Trans Metro Pekanbaru Berbasis Persepsi Penumpang. *Jurnal Saintis Volume 18 Nomor 1, April 2018, Halaman 83-93*. Universitas Islam Riau Pekanbaru.
- Pratama, Muhammad Maulana Avisiena. 2018. Perancangan Alternatif Penanganan Simpang Tak Bersinyal Menjadi Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Empat Jalan Selokan Mataram – Jalan Wahid Hasyim, Condongcatur,

Depok, Sleman). Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Prilia Meilany Prihono, Samuel Y. R. Rompis, Joice E. Waani. 2018. Evaluasi Rekayasa Lalu Lintas Di Bundaran Lalu Lintas (Studi Kasus: Bundaran Lalu Lintas Patung Sam Ratulangi). *Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.9 September 2018, Halaman 665 - 670*. Universitas Sam Ratulangi Manado

Ruhdi Faisal, Sugiarto Sugiarto, Zulfhazli, Muhammad Irza. 2019. Studi Rekayasa Lalu Lintas Pada Simpang Tujuh Ulee Kareng Dengan Merencanakan Bundaran (*roundabout*). *Teras Jurnal, Vol 9, No 1, Maret 2019, Halaman 51 – 62*.

Setiawan, Rohmad Ilham. 2017. Evaluasi Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal Jalan Raya Baki-Solo – Jalan Raya Yos Sudarso – Jalan Kendang – Jalan Sidohulur, Kecamatan Grogol, Kota Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah, Tugas Akhir Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Susilo, B. H. 2015. Rekayasa Lalu Lintas. Universitas Trisakti. Jakarta.

Wells G.R., “*Rekayasa Lalu Lintas*”, Penerbit BHRATARA 1983