



**ANALISIS PENERAPAN BELOK KIRI LANGSUNG
TERHADAP TUNDAAN LALU LINTAS PADA PENDEKAT
PERSIMPANGAN BERSINYAL
(STUDY KASUS DI KOTA SEMARANG)**

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Oleh:

ADHI DWI NUGROHO

NIM: L4A006099

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2008**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENERAPAN BELOK KIRI LANGSUNG
TERHADAP TUNDAAN LALU LINTAS PADA PENDEKAT
PERSIMPANGAN BERSINYAL
(STUDY KASUS DI KOTA SEMARANG)**

Disusun Oleh :

**ADHI DWI NUGROHO
NIM: L4A006099**

Tesis ini telah disetujui untuk diseminarkan

Menyetujui Dosen Pembimbing :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. WAHYUDI KUSHARJOKO, MT

DADANG SOMANTRI, ATD, MT

**MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2008

**ANALISIS PENERAPAN BELOK KIRI LANGSUNG
TERHADAP TUNDAAN LALU LINTAS PADA PENDEKAT
PERSIMPANGAN BERSINYAL
(STUDY KASUS DI KOTA SEMARANG)**

Disusun Oleh :

ADHI DWI NUGROHO

NIM: L4A006099

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :

13 September 2008
.....

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

Tim Penguji

1. Ketua : Ir. Wahyudi Kusharjoko, MT.
2. Sekretaris : Dadang Somantri, ATD. MT.
3. Anggota 1 : Ir. Bambang Pudjianto, MT.
4. Anggota 2 : Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA.

Semarang,

Universitas Diponegoro
Program Pascasarjana
Magister Teknik Sipil
Ketua,

Dr. Ir. Suripin, M. Eng

NIP. 131 668 511

ABSTRAKSI

Masalah transportasi secara umum dan lalu lintas pada khususnya adalah merupakan fenomena yang terlihat sehari-hari dalam kehidupan manusia. Semakin tinggi tingkat mobilitas warga suatu kota, akan semakin tinggi juga tingkat perjalanannya. Jika peningkatan perjalanan ini tidak diikuti dengan peningkatan prasarana transportasi yang memadai, maka akan terjadi suatu ketidakseimbangan antara *demand* dan *supply* yang akhirnya akan menimbulkan suatu ketidak-lancaran dalam mobilitas yaitu berupa kemacetan. Kemacetan timbul karena adanya konflik pergerakan antar kendaraan yang datang tiap arah kaki simpangannya, dan untuk mengurangi konflik ini banyak dilakukan pengendalian untuk mengoptimalkan persimpangan dengan menggunakan lampu lalu lintas dengan pengaturan khusus di setiap kaki simpangannya yaitu dengan membelokkan kendaraan untuk membelok ke kiri secara langsung (*Left Turn On Red / LTOR*).

Permasalahan yang akan timbul sekarang apakah penerapan belok kiri langsung (LTOR) tersebut tidak menimbulkan permasalahan pada persimpangan ?, karena penerapan belok kiri langsung akan mengurangi lebar efektif kaki pendekat karena harus menyediakan lajur khusus belok kiri. Sehingga pada kondisi dimana arus lalu lintas yang lurus dan belok kanan besar dan belok kiri hanya sedikit maka arus lalu lintas lurus dan belok kanan harus mengantri pada lajur yang sempit, sedangkan lajur belok kiri kosong yang akhirnya akan mengakibatkan tundaan yang besar bagi arus lalu lintas yang lurus dan belok kanan.

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui perbandingan efektifitas penerapan belok kiri langsung (LTOR) dan belok kiri tidak langsung (N-LTOR) pada pendekat persimpangan bersinyal dengan indikator kinerja tundaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis secara grafik hubungan prosentase volume belok kiri dengan tundaan pada berbagai derajat kejenuhan apabila diterapkan belok kiri langsung dan belok kiri tidak langsung. Menentukan prosentase volume belok kiri pada suatu pendekat dengan derajat kejenuhan tertentu tentang efektifitas diterapkan belok kiri langsung atau belok kiri tidak langsung. Melakukan simulasi parameter kinerja persimpangan di atas diharapkan dapat dijadikan acuan dalam penerapan belok kiri langsung (LTOR).

Berdasarkan hasil analisis didapatkan apabila komposisi kendaraan belok kiri (%LT) kurang dari titik kritis akan lebih baik diterapkan N-LTOR, sedangkan apabila lebih dari titik kritisnya maka lebih baik diterapkan LTOR. Titik kritis atau titik potong grafik (*intercept*) yang mempunyai kemiringan semakin berhimpitan, cenderung menunjukkan bahwa kinerja LTOR dan N-LTOR hampir sama atau mempunyai nilai selisih yang kecil. Sehingga apabila titik kritis tersebut semakin bergeser ke kanan menunjukkan bahwa prosentase komposisi kendaraan belok kiri mempunyai pengaruh yang kecil terhadap tundaan. Penerapan LTOR akan mempunyai pengaruh signifikan terhadap tundaan pada DS 1, 0.9 dan 0.8. Sedangkan pada DS 0.7 dan 0.6 penerapan LTOR maupun N-LTOR tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tundaan dan kinerja pendekat persimpangan cenderung sama saja.

Kata kunci : Prosentase Arus Belok Kiri, Derajat Kejenuhan, Tundaan, Titik Kritis

ABSTRACT

Transportation problems, specifically road traffic problems are daily phenomenons for human lives. Increasing mobility in a city will cause increasing trips also. If the increasing trips are not followed by increasing transportation infrastructures, they will create an un-balanced between demand and supply which finally cause un-fluent mobilities or traffic congestions. This traffic congestions happened because of vehicle's moving conflicts which come from intersection's approaches. To decrease these conflicts, many cotrollized efforts done in order to optimize signalized intersections, one of them is by implemanting Left Turn On Red (LTOR) which allow vehicles left turn when the traffic signals show red aspect.

Would the Left Turn On Red (LTOR) not cause any problems to intersections?. These implemented Left Turn On Reds will reduce effective widhts on approaches because of setting aside separated lane for left turning. In condition where straight and right turning flows increase in bigger compositions and only a few composition for left turning flows, it will cause queuing on straight and right turning lanes contrast with empty left turning lanes. These conditions will create delays for right turning and straight traffic flows.

This study attempted to define effective comparations between Left Turn On Red (LTOR) and No-Left Turn On Red (N-LTOR) implementations on intersection's approaches by using delay as indicators.

These study goals are graphically analyzing on relations for delays and percentage of left turning flows in different degree of saturations for LTOR and N-LTOR impementations. Defining approaches' left turning flows percentage in such degree of saturations to compare effectiveness between LTOR and N-LTOR implementations. Simulating intersections indicators for a form model on LTOR implementations.

Due to analysis' results, if the composition of left turning vehicles (%LT) are less than critical points, it's better for implemanting N-LTOR than LTOR, but if %LT are more than critical points, LTOR are suited to be implemanted. Critical points' or graphs' intercepts' slopes which are close each others, indicate LTOR and N-LTOR implementations almost in the same conditions or having small number of differences. So, if the critical points are moving to right sides, indicate few impacts of left turning vehicles composition to delays. LTOR implementations significantly effect delays on degree of saturation (DS) of 1, 0.9, and 0.8. Sufficiently, on Degree of saturations of 0.7 and 0.6, LTOR and N-LTOR implementations indicates on the same conditions and do not affect significantly.

Keywords : percentage of left turning flow, degree of saturation, delay, critical points

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi pada Program Pascasarjana, Jurusan Transportasi, Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan tesis ini, penulis mendapatkan bimbingan, bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Gubernur Jawa Tengah beserta jajarannya yang telah memberikan beasiswa dan dukungan selama pendidikan.
2. Bapak Kepala Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Prov. Jawa Tengah beserta jajarannya yang telah memberikan kesempatan dan dukungan.
3. Bapak Ir. Wahyudi Kusharjoko, M.T., sebagai Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Dadang Somantri, ATD, M.T., sebagai Dosen Pembimbing II.
5. Segenap dosen, staf dan karyawan program studi Magister Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bantuan selama pendidikan.
6. Istriku Shita Dewi S, S.Si dan putriku Feyza Calya Armaydhita.
7. Segenap rekan-rekan staf Bidang Pengendalian Operasional dan Keselamatan Jalan pada DINHUBKOMINFO Prov. Jawa Tengah.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kekurangan-kekurangan. Kritik dan saran yang membangun sangat dinantikan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Semoga tesis ini dapat berguna dan memberikan manfaat yang sebesar-besarnya.

Semarang, 2008

Penulis

PERSEMBAHAN

Tesis ini dipersembahkan untuk kedua orangtua ku di Magelang dan istriku yang kucintai Shita Dewi Septiasih, S.Si serta anakku yang kusayangi Feyza Calya Armaydhita

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
ABSTRAKSI	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Pembatasan Masalah	4
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Batasan Pengertian	9
2.3. Jenis-Jenis Persimpangan	13
2.4. Kondisi Daerah Penelitian.....	14
BAB III: METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Kerangka Pemikiran	22
3.2. Metode Pengumpulan Data	24
3.2.1 Data Primer.....	24
3.2.2 Data Sekunder	27
3.3. Analisis Data	28
3.3.1. Pemodelan Simpang Bersinyal dengan Kapasitas Jalan	

Indonesia (KAJI ver 1.10)	28
3.3.1.1 Analisis Arus Jenuh	28
3.3.1.2 Penentuan Kapasitas Pendekat Simpang Bersinyal dan Derajat Kejenuhan	29
3.3.1.3 Analisis Waktu Sinyal (Waktu Siklus dan Waktu Hijau).....	30
3.3.1.4 Waktu Kuning, Waktu Merah Semua, Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Total	31
3.3.1.5 Analisis Tundaan	32
3.3.1.6 Analisis Panjang Antrian	34
3.3.2. Validasi Model Simpang Bersinyal dan Uji Statistik	34

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Kinerja Simpang	37
4.1.1 Identifikasi Geometri, Pengaturan Lalu Lintas dan Kondisi Lingkungan	37
4.1.2 Analisis Arus Lalu Lintas	39
4.1.3 Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas	41
4.1.4 Analisis Tundaan	43
4.2. Validasi Tundaan dengan Uji Chi-Square	45
4.2.1 Analisis Tundaan Hasil Survei	46
4.2.2 Analisis Tundaan Hasil Model	49
4.2.3 Pengujian Hipotesis Chi-Square	49
4.3. Simulasi Perbandingan Kinerja LTOR dan N-LTOR	51

4.3.1 Simulasi pada Pendekat Jl. Citarum	52
4.3.2 Simulasi pada Pendekat Jl. Widoarjo	55
4.3.3 Simulasi pada Pendekat Jl. Pemuda (timur)	57
4.3.4 Simulasi pada Pendekat Jl. Indraprasta	60
4.3.5 Simulasi pada Pendekat Jl. S.Parman	63
4.3.6 Simulasi pada Pendekat Jl. Kaligarang	65
4.3.7 Simulasi pada Pendekat Jl. Veteran	68
4.3.8 Simulasi pada Pendekat Jl. Setiabudi (utara)	71
4.3.9 Simulasi pada Pendekat Jl. Prof.Soedharto	73
4.3.10 Simulasi pada Pendekat Jl. Mataram	76
4.3.11 Simulasi pada Pendekat Jl. Tentara Pelajar	79
4.3.12 Rekapitulasi Hasil Simulasi	81

BAB V : HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Kesimpulan.....	86
5.1. Saran-saran.....	89

Daftar Pustaka
Lampiran

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
II.1	EMP Untuk Masing-Masing Pendekat	9
II.2	Tingkat Pelayanan Simpang Dengan APILL	12
II.3	Tipe Simpang Empat Lengan	13
II.4	Tipe Simpang Tiga Lengan	13
IV.1	Geometri Lokasi Penelitian	37
IV.2	Pengaturan Sinyal APILL	38
IV.3	Kondisi Lingkungan Lokasi Penelitian	38
IV.4	Periode 1 Jam Puncak (<i>Peak Hour</i>)	40
IV.5	Formulir SIG-IV	42
IV.6	Formulir SIG-Va	44
IV.7	Formulir SIG-Vb	44
IV.8	Hasil Analisa Tundaan Eksisting Per Pendekat Periode Jam Sibuk	45
IV.9a	Rekapitulasi Hasil Survei Tundaan Pendekat : Jl. Citarum Periode Waktu : 07.15-07.30	47
IV.9b	Rekapitulasi Hasil Survei Tundaan Pendekat : Jl. Citarum Periode Waktu : 07.30-07.45	47
IV.10	Tundaan Pendekat Jl. Citarum	48
IV.11	Formulir SIG-V Pendekat Jl. Citarum	49
IV.12	Perhitungan Chi-Square Untuk Validasi Model Pendekat : Jl. Citarum	50
IV.13	Perhitungan Chi-Square Per Pendekat Periode Jam Sibuk	51
IV.14	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Citarum	52
IV.15	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Widoarjo	55
IV.16	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Pemuda (timur)	57
IV.17	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Indraprasta	60
IV.18	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. S.Parman	63
IV.19	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Kaligarang	65
IV.20	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Veteran	68
IV.21	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)	71

No	Judul	Halaman
IV.22	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Prof. Soedharto.....	73
IV.23	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Mataram	76
IV.24	Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Tentara Pelajar	79
IV.25	Hasil Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR	81
IV.26	Hasil Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR	82
IV.27	Selisih Tundaan Rata-Rata Hasil Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR	82
V.1	Hasil Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR	86

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
2.1.a	Model Dasar Untuk Arus Jenuh	11
2.1.b	Lokasi Penelitian	14
2.2	Persimpangan Citarum-Dr.Cipto	15
2.3	Persimpangan Pemuda-Gendingan	16
2.4	Persimpangan Imam Bonjol-Indraprasta	17
2.5	Persimpangan S.Parman-Kaligarang	18
2.6	Persimpangan Pahlawan-Veteran	19
2.7	Persimpangan Setiabudi-Prof.Sudharto	20
2.8	Persimpangan Wahidin-Tentara Pelajar	21
3.1	Diagram Rancangan Penelitian	23
4.1	Grafik Fluktuasi Lalu Lintas	39
4.2.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Citarum	53
4.2.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Citarum	53
4.2.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Citarum	53
4.2.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Citarum	54
4.2.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Citarum	54
4.3.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Widodoarjo	55
4.3.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Widodoarjo ..	56
4.3.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Widodoarjo ..	56
4.3.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Widodoarjo ..	56
4.3.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Widodoarjo ..	57
4.4.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Pemuda (timur).....	58
4.4.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Pemuda (timur).....	58
4.4.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Pemuda (timur).....	59
4.4.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Pemuda (timur).....	59
4.4.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Pemuda (timur).....	59

No	Judul	Halaman
4.5.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Indraprasta	61
4.5.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Indraprasta	61
4.5.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Indraprasta	61
4.5.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Indraprasta	62
4.5.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Indraprasta	62
4.6.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. S.Parman.....	63
4.6.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. S.Parman..	64
4.6.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. S.Parman..	64
4.6.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. S.Parman..	64
4.6.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. S.Parman..	65
4.7.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Kaligarang...	66
4.7.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Kaligarang	66
4.7.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Kaligarang	67
4.7.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Kaligarang	67
4.7.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Kaligarang	67
4.8.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Veteran.....	69
4.8.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Veteran	69
4.8.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Veteran	69
4.8.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Veteran	70
4.8.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Veteran	70
4.9.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)	71
4.9.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)	72
4.9.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)	72
4.9.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)	72
4.9.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)	73
4.10.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Prof. Soedharto	74

No	Judul	Halaman
4.10.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Prof. Soedharto	74
4.10.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Prof. Soedharto	75
4.10.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Prof. Soedharto	75
4.10.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Prof. Soedharto	75
4.11.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Mataram.....	77
4.11.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Mataram ..	77
4.11.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Mataram ..	77
4.11.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Mataram ..	78
4.11.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Mataram ..	78
4.12.a	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar	79
4.12.b	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar	80
4.12.c	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar	80
4.12.d	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar	80
4.12.e	Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar	81
4.13.a	Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 1	83
4.13.b	Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 0.9	84
4.13.c	Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 0.8	84
4.13.d	Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 0.7	84
4.13.e	Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 0.6	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
A	SIMULASI PERBANDINGAN KINERJA LTOR DAN N-LTOR	92
B	VALIDASI TUNDAAN	149
C	REKAPITULASI SURVAI TUNDAAN DI PERSIMPANGAN	159
D	ANALISIS KAJI DAN REKAPITULASI SURVAI GERAKAN MEMBELOK	193
E	LAY OUT SIMPANG	300
F	GRAFIK FLUKTUASI ARUS LALU LINTAS	308

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah transportasi secara umum dan lalu lintas pada khususnya adalah merupakan fenomena yang terlihat sehari-hari dalam kehidupan manusia. Semakin tinggi tingkat mobilitas warga suatu kota, akan semakin tinggi juga tingkat perjalanannya. Jika peningkatan perjalanan ini tidak diikuti dengan peningkatan prasarana transportasi yang memadai, maka akan terjadi suatu ketidakseimbangan antara *demand* dan *supply* yang akhirnya akan menimbulkan suatu ketidak-lancaran dalam mobilitas yaitu berupa kemacetan. Kemacetan lalu lintas di suatu kota atau tempat sekarang ini bukan merupakan hal yang asing lagi yang dapat terjadi di suatu ruas ataupun persimpangan jalan, kemacetan timbul karena adanya konflik pergerakan antar kendaraan yang datang tiap arah kaki simpangnya, dan untuk mengurangi konflik ini banyak dilakukan pengendalian untuk mengoptimalkan persimpangan dengan menggunakan lampu lalu lintas.

Optimasi ini kadangkala masih juga dibantu dengan adanya pengaturan khusus di setiap kaki simpangnya yaitu dengan membelokkan kendaraan untuk membelok ke kiri secara langsung (*Left Turn On Red / LTOR*) dengan menyediakan lajur khusus kanalisasi arus lalu lintas. Namun karena ketersediaan lahan yang terbatas di sekitar persimpangan, maka tidak semua persimpangan dapat dibuat kanalisasi agar mempunyai lajur khusus untuk belok kiri langsung ini.

Pada persimpangan jalan yang memakai Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) dan tidak ada kanalisasi untuk kendaraan belok kiri langsung, masih sering terjadi adanya kebingungan apakah kendaraan yang hendak membelok ke kiri secara langsung diperbolehkan walaupun lampu lalu lintas sedang menyala merah. Antara pengguna jalan dan penegak hukum pun masih belum mempunyai pandangan yang sama dalam hal ini, dimana sebagian berpendapat boleh dan sebagian lagi berpendapat lain.

Sebelum melangkah lebih lanjut, terlebih dahulu melihat peraturannya yang tertuang dalam Undang-Undang No.14 Tahun 1992 yang dijabarkan lebih lanjut dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas, Pasal 59 ayat 3 tertulis bahwa pengemudi dapat langsung belok kiri pada setiap persimpangan jalan, kecuali ditentukan lain oleh rambu-rambu atau alat pemberi isyarat lalu lintas pengatur belok kiri. Jadi selama tidak ada isyarat lain seperti disebutkan di atas tadi maka belok kiri langsung seharusnya diperbolehkan.

Permasalahan yang akan timbul sekarang apakah penerapan belok kiri langsung (LTOR) tersebut tidak menimbulkan permasalahan pada persimpangan, karena penerapan belok kiri langsung akan mengurangi lebar efektif kaki pendekat karena harus menyediakan lajur khusus belok kiri. Sehingga pada kondisi dimana arus lalu lintas yang lurus dan belok kanan besar dan belok kiri hanya sedikit maka arus lalu lintas lurus dan belok kanan harus mengantri pada lajur yang sempit, sedangkan lajur belok kiri kosong yang akhirnya akan mengakibatkan tundaan yang besar bagi arus lalu lintas yang lurus dan belok kanan.

Untuk itu dalam penerapan belok kiri langsung pada persimpangan perlu diadakan suatu penelitian tentang keefektifan penerapan belok kiri langsung tersebut. Melihat permasalahan ini penulis mengambil judul penelitian tentang **“Analisis Penerapan Belok Kiri Langsung Terhadap Tundaan Lalu Lintas Pada Pendekat Persimpangan Bersinyal (Study Kasus di Kota Semarang)”**.

1.2.Perumusan Masalah

Dalam menjawab pertanyaan ini perlu adanya pendataan terlebih dahulu terhadap besarnya arus yang memasuki kaki persimpangan yang dibagi dalam arus belok kiri, lurus, dan belok kanan. Kalau ternyata tundaan yang ditimbulkan dari penerapan belok kiri langsung tersebut tinggi atau sama dengan tundaan yang ditimbulkan jika tidak diterapkan belok kiri langsung maka penerapan manajemen tersebut perlu dikaji ulang dalam artian penerapan belok kiri langsung tidak memberikan pengaruh terhadap kondisi lalu lintas di persimpangan.

1.3.Maksud dan Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah di atas, penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui perbandingan efektifitas penerapan belok kiri langsung dan belok kiri tidak langsung pada kaki pendekat persimpangan bersinyal dengan indikator kinerja tundaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Melakukan analisis secara grafik hubungan prosentase volume belok kiri dengan tundaan pada berbagai derajat kejenuhan apabila diterapkan belok kiri langsung dan belok kiri tidak langsung.
- b. Menentukan prosentase volume belok kiri pada suatu pendekat dengan derajat kejenuhan tertentu tentang efektifitas diterapkan belok kiri langsung atau belok kiri tidak langsung.
- c. Berdasarkan dari perhitungan dan simulasi parameter kinerja persimpangan di atas diharapkan dapat dijadikan acuan dalam penerapan belok kiri langsung (LTOR).

1.4.Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai pedoman terhadap penerapan kebijakan dan peraturan lalu lintas terutama di persimpangan yang selama ini belum pernah dilakukan kajian teknis terhadap implementasinya.

Selain itu penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu kajian akademis dan aplikasi ilmu pengetahuan di bidang transportasi yang mungkin dapat dikembangkan pada penelitian lanjutan pada lokasi dan waktu yang berbeda.

1.5.Pembatasan Masalah

Mengingat keterbatasan biaya, waktu dan tenaga, maka penelitian penelitian ini dibatasi pada:

- a. Ruang lingkup wilayah

Ruang lingkup wilayah penelitian terbatas pada 7 (tujuh) Persimpangan, yaitu persimpangan:

- 1) Persimpangan Citarum-Dr.Cipto :
 - a) Pendekat Jl. Citarum
 - b) Pendekat Jl. Widoarjo
- 2) Persimpangan Pemuda-Gendingan
 - a) Pendekat Jl. Pemuda (timur)
- 3) Persimpangan Imam Bonjol-Indraprasta
 - a) Pendekat Jl. Indraprasta
- 4) Persimpangan S.Parman-Kaligarang
 - a) Pendekat Jl. S.Parman
 - b) Pendekat Jl. Kaligarang
- 5) Persimpangan Pahlawan-Veteran
 - a) Pendekat Jl. Veteran
- 6) Persimpangan Setiabudi-Prof.Soedarto
 - a) Pendekat Jl. Setiabudi (utara)
 - b) Pendekat Jl. Prof. Soedharto
- 7) Persimpangan Wahidin-Tentara Pelajar
 - a) Pendekat Jl. Mataram
 - b) Pendekat Jl. Tentara Pelajar

b. Ruang lingkup pembahasan

Ruang lingkup pembahasan pada penelitian ini adalah:

- 1) Parameter yang digunakan adalah tundaan lalu lintas pada pendekat simpang bersinyal yang diakibatkan oleh penerapan belok kiri langsung.
- 2) Metodologi penelitian yang digunakan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 (MKJI 1997).
- 3) Pembahasan pada penelitian mencari hubungan antara prosentase volume belok kiri dengan tundaan pada pendekat tersebut pada beberapa kondisi derajat kejenuhan.

- 4) Dalam melakukan permodelan terdapat berbagai macam asumsi dimana perilaku pengguna jalan dianggap mematuhi aturan yang berlaku yaitu berjalan sesuai pada lajur yang disediakan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

D.W.Bennet (1988) menyatakan bahwa pemasangan lampu lalu lintas adalah bentuk pengendalian pengaturan waktu yang banyak digunakan di persimpangan terutama untuk jalan arteri di perkotaan. Manfaat yang diperoleh dari penggunaan lampu lalu lintas tersebut adalah untuk : mengurangi titik konflik dan potensi kecelakaan, mengurangi tundaan dengan mengatur pergerakan lalu lintas.

Pignataro (1973) menyatakan bahwa persimpangan adalah daerah kritis yang menghubungkan ruas jalan karena persimpangan merupakan titik terjadinya konflik dan kemacetan sehingga diperlukan kontrol pengendalian persimpangan yang bertujuan untuk : meningkatkan kapasitas persimpangan, mengurangi dan mencegah kecelakaan, dan perlindungan terhadap jalan utama.

F.D.Hobbs (1972) mendefinisikan lampu lalu lintas adalah peralatan yang dioperasikan secara manual, mekanis atau secara elektris yang menunjukkan sinyal untuk mengatur lalu lintas yang datang untuk berhenti atau berjalan terus. Peralatan tersebut dioperasikan dengan melakukan pemrograman sebelumnya berdasarkan jadwal *right of way* yang dikenal sebagai sinyal waktu tetap. Pengoperasian lampu lalu lintas di Inggris menggunakan aspek warna dengan urutan merah, merah dan kuning bersamaan, hijau, dan kuning. Periode kuning adalah 3 detik, sedangkan aspek merah dan kuning menyala bersamaan pada 2 detik. Pengulangan dari urutan lampu dari aspek-aspek tersebut disebut siklus sinyal dan waktu durasinya disebut sebagai waktu siklus.

Beberapa metode yang dikembangkan untuk digunakan dalam desain persimpangan antara lain adalah : (1) metode Homburger dan Kell (1988) yang menggunakan volume lalu lintas sebagai dasar untuk mengalokasikan waktu untuk cabang-cabang persimpangan dengan menjaga siklus non jam sibuk sependek mungkin (40 sampai 60 detik). (2) Metode Pignataro (1973) yang merupakan sebuah metode alternatif untuk merancang siklus lampu lalu lintas empat lengan dua fase

dengan mengacu pada factor jam sibuk dan headway antar kendaraan. (3) Metode Webster (1963), Webster menggunakan pengamatan lapangan yang ekstensif dan simulasi komputer untuk menghasilkan prosedur yang baik dalam mendesain lampu lalu lintas. Asumsi dasar yang digunakan Webster adalah bahwa kedatangan kendaraan terjadi secara acak. Webster juga mengembangkan persamaan klasik untuk menghitung tundaan rata-rata per kendaraan ketika mendekati persimpangan dan juga menurunkan sebuah persamaan untuk memperoleh waktu siklus optimum yang menghasilkan tundaan kendaraan minimum.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan terhadap persimpangan bersinyal, antara lain :

Agus Prajitno (2000) meneliti larangan belok kanan pada simpang bersinyal terhadap kinerja jaringan jalan dengan wilayah studi di lokasi CBD Kota Malang dan menyimpulkan bahwa kinerja simpang meningkat dari tingkat pelayanan E menjadi D tetapi pada tingkat jaringan ternyata tidak banyak memperbaiki kinerja. Larangan belok kanan menjadikan jarak perjalanan sensitif terhadap waktu perjalanan dan kecepatan rata-rata.

Wahyudi Ardhayanto (2002) melakukan kajian terhadap kinerja simpang empat bersinyal di Yogyakarta bila diberlakukan pengaturan jalan satu arah dengan lokasi penelitian adalah persimpangan Bausasran di Kota Yogyakarta dan menyimpulkan bahwa apabila diberlakukan sistim satu arah di salah satu kaki simpangnya akan mengakibatkan tundaan rata-rata yang terjadi pada semua pendekat maupun tundaan simpang rata-rata mengalami penurunan.

I Gede Permana Jati (2003) menganalisa kinerja simpang bersinyal dengan menggunakan metode akcelik dan metode IHCM 1997 pada kondisi lalu lintas rendah dengan lokasi penelitian di persimpangan sweta Kota Cakranegara, Bali dan menyimpulkan bahwa penggunaan metode IHCM 1997 ternyata lebih mendekati dengan hasil yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan.

Muh. Isran Ramli (2003) melakukan penelitian terhadap pengaruh naik turunnya penumpang angkot pada area pendekat simpang terhadap kinerja simpang bersinyal di Kota Makassar dan menyimpulkan bahwa kinerja persimpangan cenderung memburuk akibat naik-turunnya penumpang angkot.

Sukarno (2003) melakukan evaluasi prioritas kiri di persimpangan SUAB Surakarta dan menyimpulkan bahwa dengan menggunakan variable lag yang diterima

oleh kendaraan, 80% kendaraan non-prioritas melanggar aturan prioritas yang dikeluarkan oleh Departemen Perhubungan (1997).

Andrian Kaifan (2005) melakukan analisa *gap acceptance* dan tundaan di *yield controlled T-junction* dengan lokasi studi di Kota Malang menyimpulkan bahwa *critical gap* pada pergerakan belok kanan lebih besar bila dibandingkan dengan pergerakan lainnya dan terdapat korelasi yang tinggi antara tundaan belok kanan dan besarnya arus lalu lintas.

Dwi Prasetyanto (2005) melakukan penelitian pengaruh sudut pendekat persimpangan bersinyal terhadap arus jenuh dengan lokasi penelitian di Kota Bandung, menyimpulkan bahwa semakin besar sudut pendekat maka semakin besar nilai arus jenuh, karena dimungkinkan dengan semakin besarnya sudut pendekat maka kendaraan yang melewati garis henti akan lebih mudah bermanuver.

Pramagista RS (2007) melakukan validasi penentuan arus jenuh pada manual kapasitas jalan Indonesia 1997 untuk simpang bersinyal dengan lokasi penelitian di persimpangan Jalan Jenderal A. Yani dan Jalan Mayjen D.I. Panjaitan di Kota Surakarta, menyimpulkan bahwa persamaan regresi linear arus jenuh berdasarkan hasil pengukuran menghasilkan kinerja simpang yang mendekati kondisi sebenarnya bila dibandingkan dengan metode MKJI 1997.

2.2 Batasan Pengertian

Untuk memudahkan dalam pemahaman dan keseragaman dalam penafsiran, batasan pengertian kata atau kalimat yang digunakan dalam penulisan adalah sebagai berikut :

a. Arus Lalu Lintas

Jumlah unsur lalu lintas yang melalui titik tak terganggu di hulu, pendekat per satuan waktu (sebagai contoh kebutuhan lalu lintas kendaraan/jam, smp/jam).

b. Ekuivalensi Mobil Penumpang

Faktor konversi berbagai jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya pada perilaku lalu lintas (untuk mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya $emp=1,0$). Berikut adalah tabel emp untuk setiap tipe pendekat dan jenis kendaraan.

Tabel II.1 EMP untuk masing-masing pendekat

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat :	
	Terlindung (P)	Terlawan (O)
Kendaraan Ringan (LV)	1	1
Kendaraan Berat (HV)	1.3	1.3
Sepeda Motor (MC)	0.2	0.4

Sumber : MKJI 1997

c. Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Satuan arus lalu lintas, dimana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang.

d. Belok Kiri

Indeks untuk lalu lintas yang belok kiri

e. Belok Kiri Langsung

Indeks untuk lalu lintas belok kiri yang diijinkan lewat pada saat sinyal merah.

f. Lurus

Indeks untuk arus lalu lintas yang lurus

g. Belok Kanan

Indeks untuk arus lalu lintas yang belok kanan

h. Kapasitas

Arus maksimum dalam satuan mobil penumpang yang dapat melewati garis henti saat waktu hijau

i. Derajat kejenuhan

Rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat

j. Tundaan

Waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang. Tundaan terdiri dari Tundaan Lalu Lintas (DT) dan Tundaan Geometri (DG). DT adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan. DG

disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di persimpangan dan/atau yang terhenti oleh lampu merah.

k. Arus Jenuh

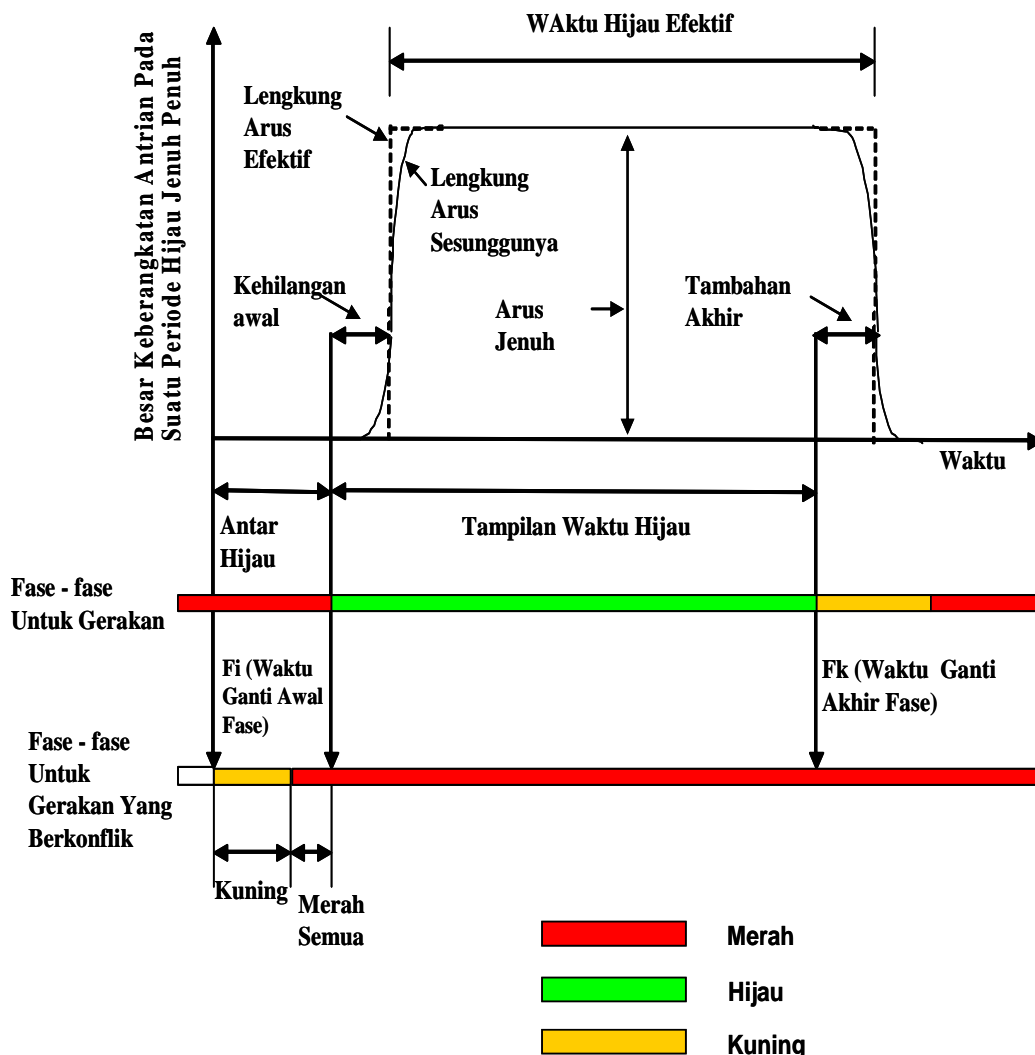
Besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/jam hijau).

l. Antrian

Jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (dalam satuan kendaraan atau smp)

m. Pendekat

Daerah suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti (bila gerakan lalu lintas ke kiri atau ke kanan dipisahkan dengan pulau lalu lintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat memiliki dua pendekat)



Sumber : MKJI 1997

Gambar 2.1 Model Dasar Untuk Arus Jenuh

- n. Arus berangkat terlindung (tipe P)
Keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu lintas belok kanan dan lurus
- o. Arus keberangkatan terlawan (tipe O)
Keberangkatan dengan konflik antara gerak belok kanan dan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama.
- p. Waktu Siklus
Waktu untuk urutan lengkap dari indikasi *signal* (selang waktu antara dimulainya sampai kembali hijau).
- q. Tahap
Bagian dari siklus apabila suatu kombinasi perintah *signal* tertentu adalah tetap, dimulainya dari periode waktu kuning dan berakhir pada akhir waktu hijau berikutnya.
- r. Fase
Bagian dari siklus *signal* dengan lampu hijau untuk satu fase dan dimulainya waktu hijau untuk fase berikutnya.
- s. *Intergreen* (waktu antar hijau)
Waktu antara lamanya waktu hijau untuk satu fase dan dimulainya waktu hijau untuk fase berikutnya
- t. *Lost time*
Perbedaan antara waktu siklus dengan total waktu hijau dalam semua fase atau penjumlahan dari semua periode intergreen suatu siklus
- u. Tingkat pelayanan

Tingkat pelayanan adalah kemampuan ruas jalan dan/atau persimpangan untuk menampung lalu lintas pada keadaan tertentu.

Tabel II.2 Tingkat Pelayanan Simpang dengan APILL

Sumber : KepMenhub No.14/2006
2.3 Jenis – Jenis Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (AASHTO,2001). Secara umum terdapat tiga jenis persimpangan yaitu : (1) persimpangan sebidang (2) pembagian jalur jalan tanpa ramp dan (3) persimpangan tidak sebidang. Untuk tipe-tipe simpang pada persimpangan sebidang pada tabel di bawah ini :

Tabel II.3 Tipe Simpang Empat Lengan

Kode Jenis	Pendekat Jalan Utama			Pendekat Jalan Minor		
	Jumlah Lajur	Median	LTOR	Jumlah Lajur	Median	LTOR
411	1	N	N	1	N	N
412	2	Y	N	1	N	N
422	2	Y	N	2	Y	N
422L	2	Y	Y	2	Y	Y
423	3	Y	N	2	Y	N
433	3	Y	N	3	Y	N
433L	3	Y	Y	3	Y	Y
434	4	Y	N	3	Y	N
444	4	Y	N	4	Y	N
444L	4	Y	Y	4	Y	Y
445L	5	Y	Y	4	Y	Y
455L	5	Y	Y	5	Y	Y

Sumber : MKJI 1997

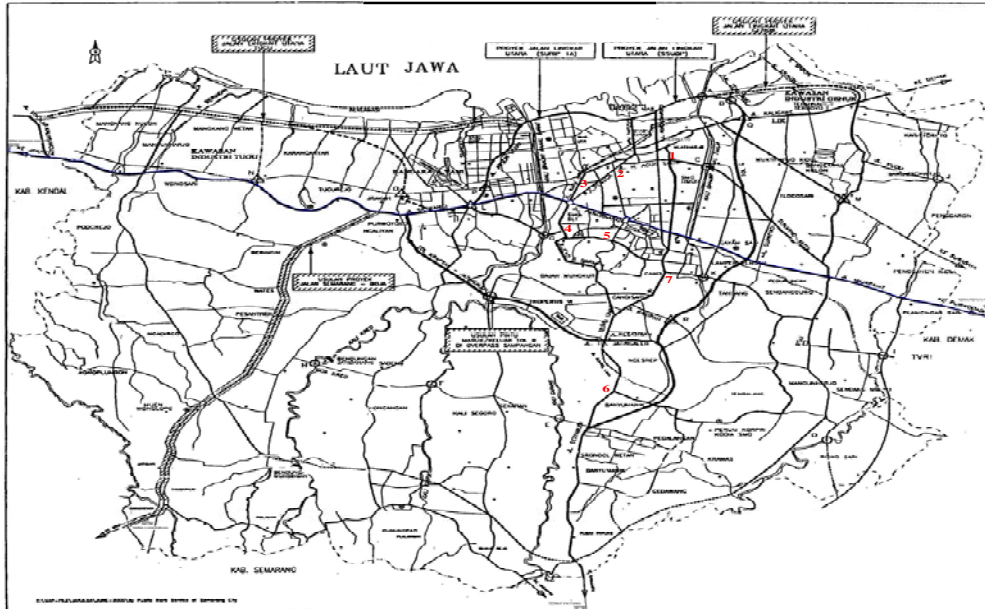
Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik/kendaraan)
A	≤ 5.0
B	5.10 – 15.0

Tabel II.4 Tipe Simpang Tiga Lengan

Kode Jenis	Pendekat Jalan Utama			Pendekat Jalan Minor		
	Jumlah Lajur	Median	LTOR	Jumlah Lajur	Median	LTOR
311	1	N	N	1	N	N
312	2	Y	N	1	N	N
322	2	Y	N	2	Y	N
323	3	Y	Y	2	Y	Y
333	3	Y	N	3	Y	N

2.4. Kondisi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian yang terdiri dari 7 (tujuh) persimpangan dapat dilihat pada peta di bawah ini :



Keterangan :

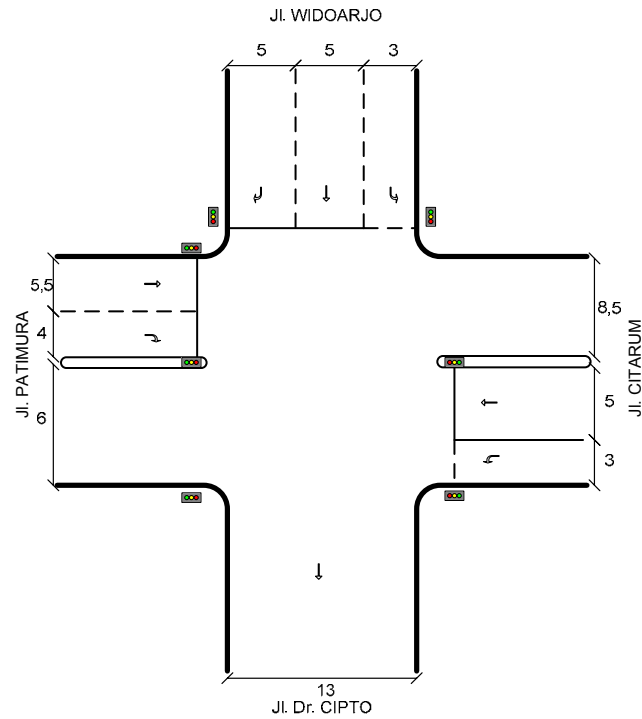
- 1) Persimpangan Citarum-Dr.Cipto
- 2) Persimpangan Pemuda-Gendingan
- 3) Persimpangan Imam Bonjol-Indraprasta
- 4) Persimpangan S.Parman-Kaligarang
- 5) Persimpangan Pahlawan-Veteran
- 6) Persimpangan Setiabudi-Prof.Sloedarto
- 7) Persimpangan Wahidin-Tentara Pelajar

Gambar 2.1 Lokasi Penelitian

Persimpangan Citarum-Dr.Cipto

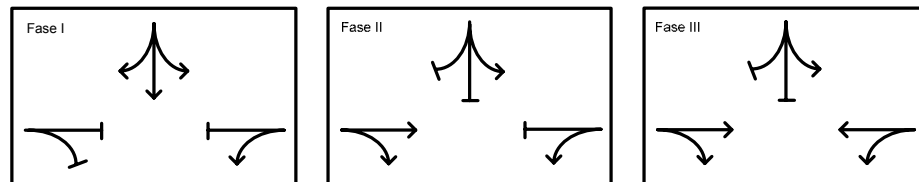
Persimpangan Citarum-Dr.Cipto menghubungkan 4 ruas jalan yaitu :

- Jl. Patimura
- Jl. Citarum
- Jl. Dr. Cipto
- Jl. Widarjo



Gambar 2.2 Persimpangan Citarum-Dr. Cipto

Fase pelepasan arus lalu lintas menggunakan APILL adalah sebagai berikut :

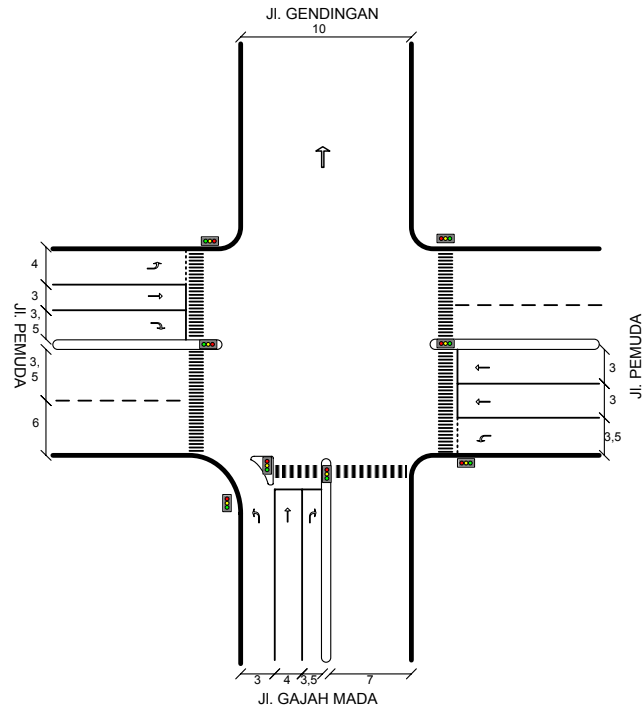


b. Persimpangan Pemuda-Gendingan

Persimpangan Pemuda-Gendingan menghubungkan 4 ruas jalan yaitu :

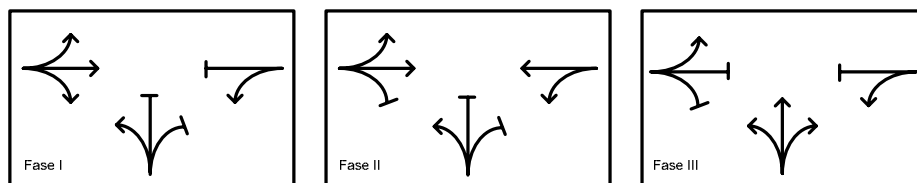
- Jl. Pemuda I

- Jl. Pemuda II
- Jl. Gajahmada
- Jl. Gendingan



Gambar 2.3 Persimpangan Pemuda-Gendingan

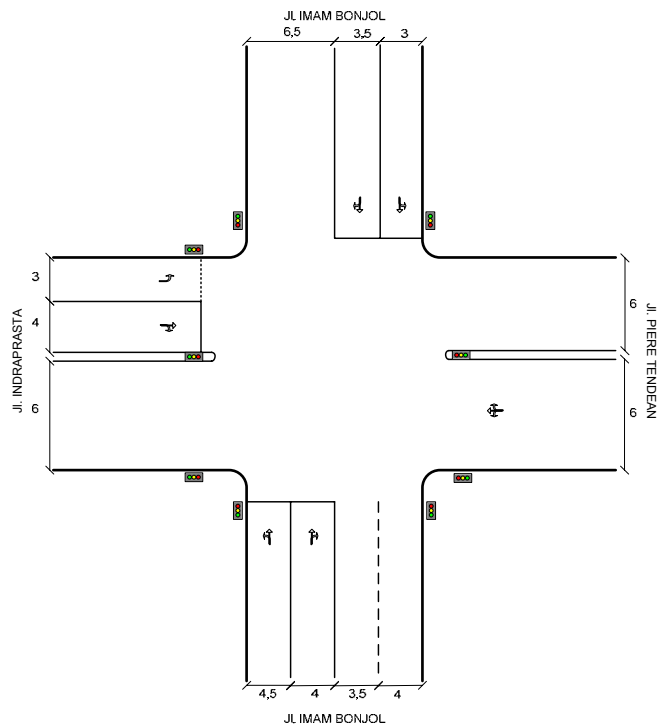
Fase pelepasan arus lalu lintas menggunakan APILL adalah sebagai berikut :



c. Persimpangan Imam Bonjol-Indraprasta

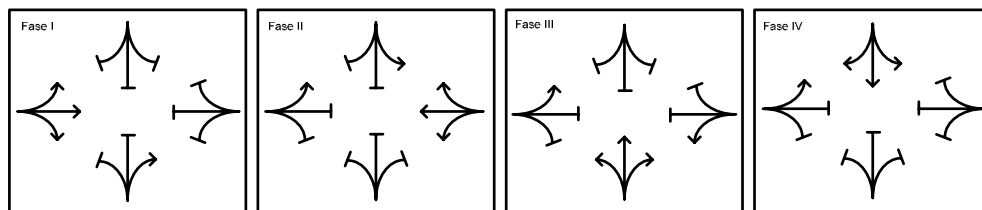
Persimpangan Imam Bonjol-Indraprasta menghubungkan 4 ruas jalan yaitu :

- Jl. Imam Bonjol I
- Jl. Imam Bonjol II
- Jl. Indraprasta
- Jl. Piere Tendean



Gambar 2.4 Persimpangan Imam Bonjol-Indraprasta

Fase pelepasan arus lalu lintas menggunakan APILL adalah sebagai berikut :



d. Persimpangan S.Parman-Kaligarang

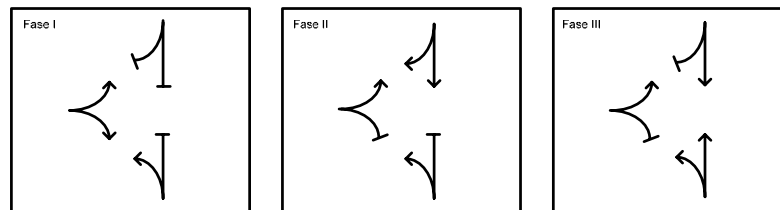
Persimpangan S.Parman-Kaligarang menghubungkan 3 ruas jalan yaitu :

- Jl. S.Parman
- Jl. Dr. Sutomo
- Jl. Kaligarang



Gambar 2.5 Persimpangan S.Parman-Kaligarang

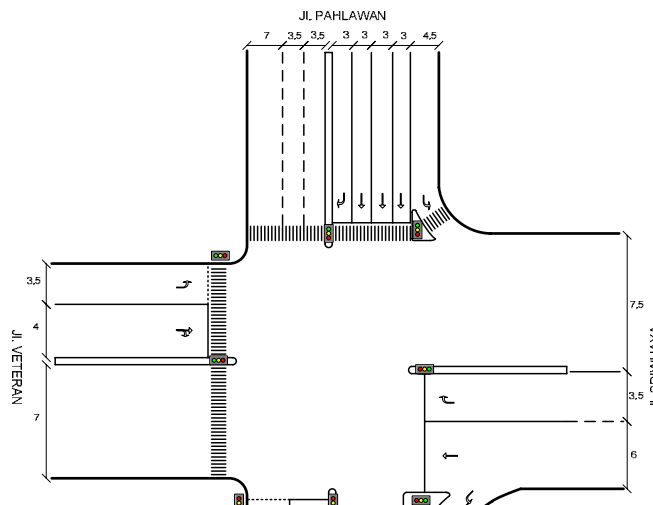
Fase pelepasan arus lalu lintas menggunakan APILL adalah sebagai berikut :



e. Persimpangan Pahlawan-Veteran

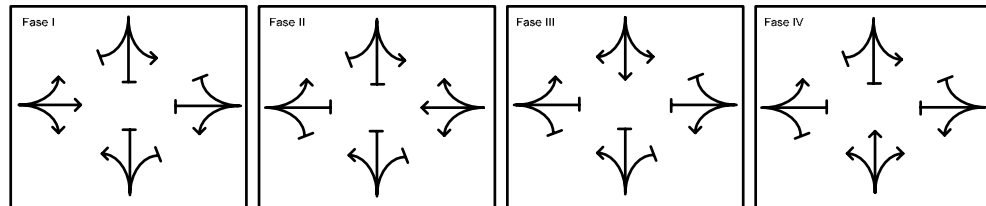
Persimpangan Pahlawan-Veteran menghubungkan 4 ruas jalan yaitu :

- Jl. Pahlawan
- Jl. Diponegoro
- Jl. Veteran
- Jl. Sriwijaya



Gambar 2.6 Persimpangan Pahlawan-Veteran

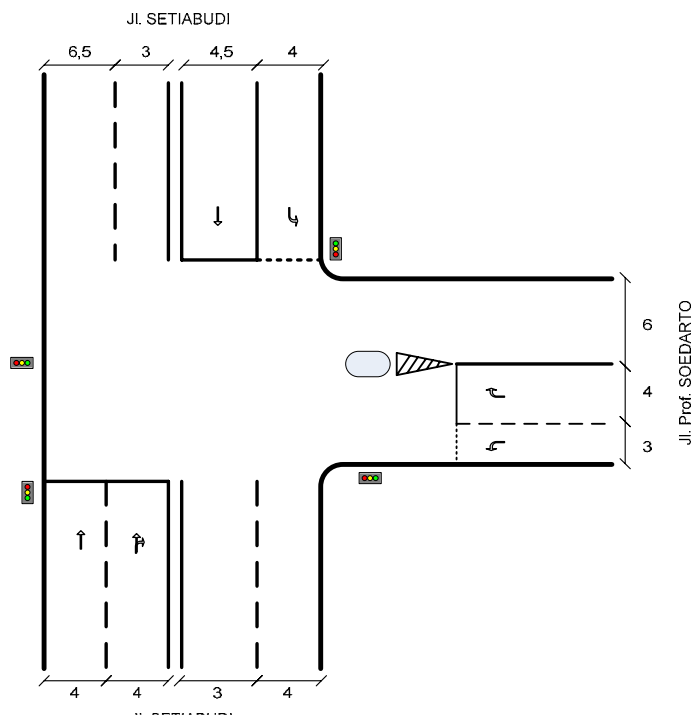
Fase pelepasan arus lalu lintas menggunakan APILL adalah sebagai berikut :



f. Persimpangan Setiabudi-Prof.Soedarto

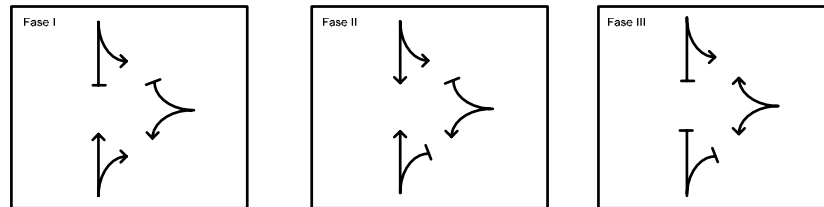
Persimpangan Setiabudi-Prof.Soedarto menghubungkan 3 ruas jalan yaitu :

- Jl. Setiabudi I
- Jl. Setiabudi II
- Jl. Prof. Soedarto



Gambar 2.7 Persimpangan Setiabudi-Prof.Sudarto

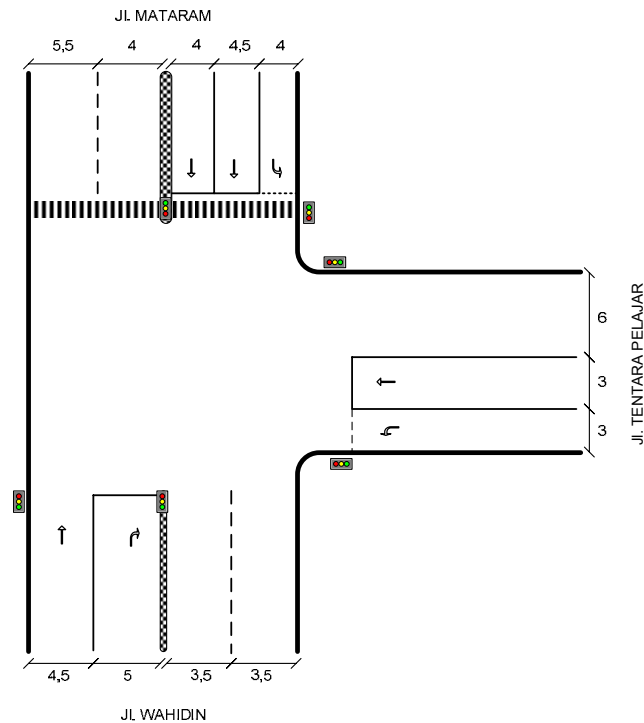
Fase pelepasan arus lalu lintas menggunakan APILL adalah sebagai berikut :



g. Persimpangan Wahidin-Tentara Pelajar

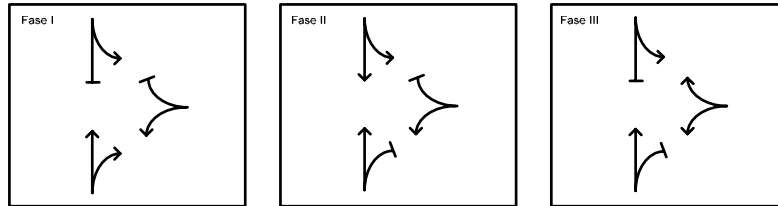
Persimpangan Wahidin-Tentara Pelajar menghubungkan 3 ruas jalan yaitu :

- Jl. Dr. Wahidin
- Jl. Mataram
- Jl. Tentara Pelajar



Gambar 2.7 Persimpangan Wahidin-Tentara Pelajar

Fase pelepasan arus lalu lintas menggunakan APILL adalah sebagai berikut :



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

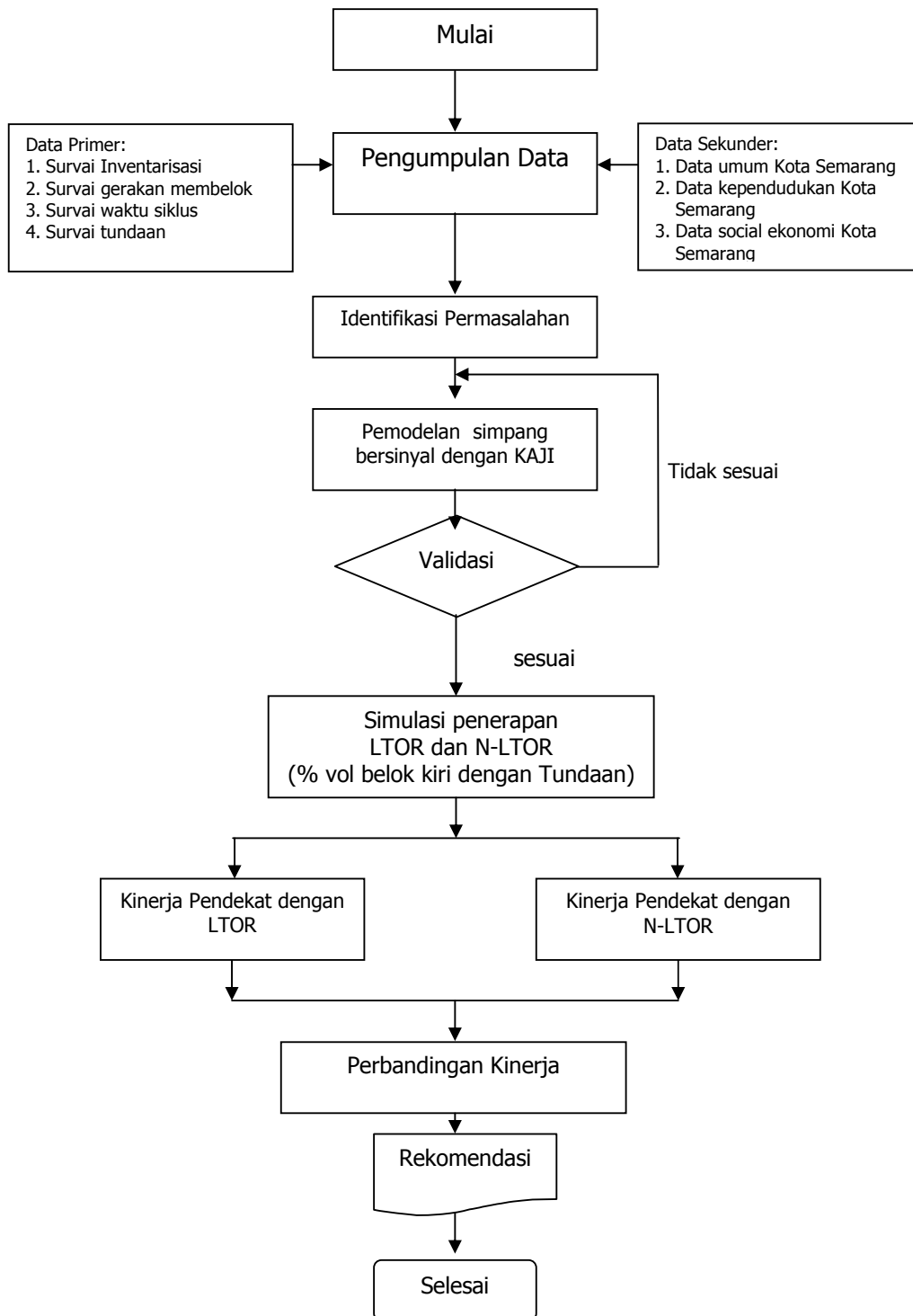
3.1 Kerangka Pemikiran

Dalam melakukan suatu penelitian ilmiah kerangka pemikiran merupakan hal yang sangat penting, yaitu agar pembaca dapat mengetahui secara jelas dan ringkas akan obyek yang diambil dalam penelitian ini. Sehingga langkah-langkah yang dilakukan dapat dimengerti secara urut dan maksud yang ingin disampaikan dapat dipahami dengan jelas.

Dalam penyusunan kerangka pemikiran, perlu diperhatikan jenis data yang diperlukan berkaitan dengan obyek yang akan diteliti. Data-data tersebut berupa data primer maupun data sekunder. Data yang akan dikumpulkan nantinya, baik yang didapat dari hasil observasi di lapangan (data primer) maupun dari instansi terkait (data sekunder) selanjutnya diproses secara ilmiah. Pada proses data tersebut, dilakukan suatu analisis-analisis dengan metoda-metoda yang dapat diterima secara ilmiah sehingga hasil penelitian yang diperoleh dapat diterima dan dipertanggungjawabkan secara ilmiah pula.

Sehingga diharapkan mampu mengidentifikasi permasalahan yang terjadi terutama pada permasalahan efektifitas penerapan belok kiri langsung pada pendekatan yang selanjutnya dapat memberikan rekomendasi dari hasil penelitian ini.

Agar proses penelitian yang dilakukan dapat dipahami dan dimengerti secara benar dan sesuai dengan kaidah penelitian yang berlaku sebagai kerangka pemikiran yang telah disusun dapat dilihat pada gambar bagan alir metode penelitian sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Rancangan Penelitian

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu pengumpulan data primer melalui survai/pengamatan langsung di lapangan, serta pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari instansi-instansi terkait, berupa data hasil studi atau informasi lain yang telah diolah sebelumnya.

3.2.1 Data primer

Sebagaimana telah diterangkan sebelumnya bahwa data primer adalah data yang dikumpulkan melalui pengamatan/observasi langsung di lapangan. Survai-survai lalu lintas yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1). Survai Inventarisasi persimpangan.

Survai inventarisasi persimpangan merupakan survai yang dilakukan untuk mendapatkan data tentang potongan melintang persimpangan, kondisi tata guna lahan sekitar persimpangan, serta informasi lain yang berguna sebagai bahan untuk menghitung arus jenuh (*saturation flow*). Data lain yang dikumpulkan adalah fasilitas jalan seperti rambu dan marka jalan.

a). Persiapan

Sebelum melakukan survai inventarisasi persimpangan perlu dilakukan persiapan-persiapan. Hal terpenting adalah persiapan mengenai teknik survai dan peralatan yang diperlukan sebelum melakukan survai inventarisasi persimpangan, yakni :

- *Walking Measure*
- Alat tulis dan kertas
- *Clipboard*

b). Teknik Survai

Survai inventarisasi persimpangan dilakukan dengan mengukur lebar kaki persimpangan, lebar bahu jalan dan trotoar, median serta mencatat kondisi tata guna lahan sekitar persimpangan juga fasilitas-fasilitas jalan yang ada.

2). Survai pencacahan gerakan membelok terklasifikasi (*Classified Turning Movement Counting*)

Survai pencacahan gerakan membelok terklasifikasi bertujuan untuk memperoleh data volume lalu lintas tiap kaki simpang, komposisi kendaraan, dan ratio gerakan membelok. Standar yang digunakan dalam penentuan klasifikasi kendaraan adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

a). Persiapan

Persiapan meliputi teknik survai serta peralatan yang diperlukan dalam melakukan survai pencacahan gerakan membelok terklasifikasi. Adapun peralatan tersebut adalah sebagai berikut :

- Alat pencacah (*counter*);
- Alat tulis;
- *Clip board*;
- Formulir Survai yang telah didesain sedemikian rupa;
- Jam tangan / *stopwatch*

b) Teknik Survai :

Survai pada kaki simpang yang menjadi objek penelitian dilakukan selama 12 jam mulai pukul 06.00 – 18.00 WIB, hal ini untuk mendapatkan data yang beragam tentang prosentase volume gerakan membelok dan tundaan sedangkan untuk kaki simpang yang lain dilakukan survai pada waktu jam-jam sibuk, teknik survai dengan cara mencatat volume kendaraan pada masing-masing kaki

persimpangan baik yang belok kiri, lurus, belok kanan sesuai dengan klasifikasi kendaraan yang telah ditentukan dan didesain dalam formulir survai. Survai pencacahan gerakan membelok dilakukan dengan durasi tiap 15 menit.

3). Survai Waktu Siklus

Survai waktu siklus dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu siklus optimal (*cycle time*) masing-masing tahap pada persimpangan kondisi saat ini. Survai ini ada kaitannya dengan panjang antrian dan tundaan yang timbul pada persimpangan.

a). Persiapan

Survai waktu siklus cukup sederhana pelaksanaannya dan tidak membutuhkan pelatihan yang khusus. Persiapan yang perlu diperhatikan adalah mengenai peralatan yang diperlukan untuk survai ini. Peralatan tersebut adalah :

- *Stopwatch*/jam tangan;
- Alat tulis;
- *Clipboard*

b). Teknik Survai

Survai dilakukan dengan mencatat waktu siklus masing-masing tahap pada kaki persimpangan. Untuk mendapat hasil yang lebih akurat, survai ini tidak hanya dilakukan sekali, namun beberapa kali sampai mendapatkan waktu siklus yang tepat.

4). Survai tundaan di persimpangan

Survai ini dilakukan untuk mengetahui tundaan/hambatan pada kaki persimpangan, survai tundaan dilakukan pada kaki persimpangan yang menjadi objek penelitian

a). Persiapan

Survai tundaan cukup sederhana pelaksanaannya dan tidak membutuhkan pelatihan yang khusus. Persiapan yang perlu diperhatikan adalah mengenai peralatan yang diperlukan untuk survai ini. Peralatan tersebut adalah :

- *Stopwatch*/jam tangan;
- Alat tulis;
- *Clipboard*
- Formulir survai yang telah didesain sedemikian rupa.

b). Teknik Survai

Metode survai tundaan di persimpangan berikut ini merupakan metode yang sangat cepat dan mudah untuk dilakukan. Pada suatu persimpangan, dua orang pengamat ditempatkan kaki persimpangan, dimana:

1. pengamat (1) mencacah semua kendaraan yang memasuki persimpangan dari kaki persimpangan selama 5 menit, dimana kendaraan-kendaraan tersebut diklasifikasikan atas kendaraan yang terhenti dan tidak terhenti pada kaki persimpangan tersebut
2. pengamat (2) mencacah jumlah kendaraan yang terhenti dan sedang menunggu untuk memasuki persimpangan pada kaki persimpangan tersebut dalam setiap interval waktu 15 detik.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan dari instansi terkait dalam hal ini adalah, Biro Pusat Statistik untuk data kependudukan dan sosial ekonomi Kota Semarang.. Data sekunder yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Semarang yang dibutuhkan dalam penelitian ini yakni :

- 1) Data volume lalu lintas harian, diperoleh melalui Dinas Perhubungan Kota Semarang. Data ini digunakan sebagai dasar menetapkan jam perencanaan serta mengetahui periode jam tersibuk.

- 2) Data *layout* persimpangan, diperoleh melalui Dinas Perhubungan Kota Semarang. Data ini kemudian dibandingkan dengan hasil survai inventarisasi persimpangan untuk mengetahui adanya perubahan-perubahan yang terjadi.

3.3 Analisis Data

3.3.1 Permodelan Simpang Bersinyal dengan Kapasitas Jalan Indonesia (KAJI ver 1.10)

Dalam melakukan analisis kinerja persimpangan menggunakan bantuan program Kapasitas Jalan Indonesia versi 1.10 yang dikembangkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 1997, dalam penghitungan kinerja menggunakan program Kapasitas Jalan Indonesia perhitungan dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekatnya. Untuk arus lalu lintas perhitungan dilakukan persatuan jam puncak untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas jam puncak pagi, siang atau sore. arus lalu lintas untuk setiap gerakan (belok kiri, lurus, maupun belok kanan) dikonversi dari kendaraan per – jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per – jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing – masing pendekat terlindung dan terlawan. Berikut adalah tabel emp untuk setiap tipe pendekat dan jenis kendaraan.

3.3.1.1 Analisis Arus Jenuh

Arus Jenuh merupakan kemampuan maksimum suatu lengan persimpangan mengalirkan arus lalu lintas. Besarnya arus jenuh persimpangan dipengaruhi oleh lebar mulut persimpangan, arus lalu lintas simpang serta jenis pengendalian persimpangan serta kondisi disekitarnya. Secara matematis untuk mencari arus jenuh maka dapat dipergunakan rumus :

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

- S = Arus Jenuh (smp/jam hijau)
- S₀ = Arus Jenuh Dasar (smp/jam hijau)
- F_{cs} = Faktor Friksi Ukuran Kota
- F_{sf} = Faktor Friksi Aktifitas Samping
- F_g = Faktor Friksi kemiringan pendekat
- F_p = Faktor Friksi Jarak Parkir
- F_{rt} = Faktor Friksi Arus Belok Kanan
- F_{lt} = Faktor Friksi arus Belok Kiri

Arus Jenuh dasar S₀ ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (W_e) dan arus lalu lintas belok kanan pada pendekat tersebut dan juga pada pendekat yang berlawanan, karena pengaruh dari faktor – faktor tersebut tidak linier. Kemudian dilakukan penyesuaian untuk kondisi sebenarnya sehubungan dengan ukuran kota, hambatan samping, kelandaian dan parkir.

Besarnya arus jenuh dapat ditentukan melalui perhitungan empiris maupun pengamatan langsung di lapangan (observasi). Pengamatan dilakukan pada saat operasi arus jenuh muncul yaitu

pada saat lampu hijau dan dilakukan pada saat kondisi puncak arus lalu lintas. Pada MKJI 1997, arus jenuh dianggap tetap selama waktu hijau. Meskipun demikian, yang terjadi di lapangan, pada awal lampu hijau menyala, arus kendaraan bergerak mulai dari 0 dan akan mencapai nilai puncaknya beberapa detik kemudian dan nilai ini akan menurun pada akhir waktu hijau. Arus kendaraan akan tetap berlangsung selama waktu kuning dan waktu merah semua hingga menjadi 0 kembali.

3.3.1.2 Penentuan Kapasitas Pendekat Simpang Bersinyal dan Derajat Kejenuhan

Kapasitas dapat diartikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melalui suatu persimpangan. Untuk mencari kapasitas (C) dari suatu pendekat simpang bersinyal maka dapat digunakan :

$$C = S \times \frac{g}{c} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

- C = Kapasitas (smp/jam)
- S = Arus jenuh. (smp/jam hijau)
- g = Waktu hijau (detik)
- c = Waktu siklus (detik)

Setelah Kapasitas pendekat diperoleh, maka dapat dihitung nilai Derajat Kejenuhan (DS) dengan cara membagi volume lalu lintas

(flow) yang melewati pendekat dengan kapasitas pendekat itu sendiri.

Secara matematis Derajat Kejenuhan dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Volume Lalu Lintas (Smp/Jam)

C = Kapasitas pendekat (Smp/Jam)

3.3.1.3 Analisis Waktu Sinyal (Waktu Siklus dan Waktu Hijau)

Penentuan Waktu sinyal untuk keadaan kendali waktu tetap dilakukan dengan berdasarkan metode Webster (1966) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Langkah pertama adalah menentukan waktu siklus (c) selanjutnya waktu hijau (g) pada masing masing fase.

Waktu siklus merupakan waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal, yakni waktu diantara dua saat permulaan hijau yang berurutan didalam pendekat yang sama. Pendekatan yang dilakukan dalam perhitungan waktu siklus memenuhi kaidah dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia.

Secara matematis Waktu Siklus dan Waktu Hijau dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Co = \frac{(1,5 \times L + 5)}{(1 - Y)} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

C_o = Waktu Siklus Optimum (detik)

L = Total LostTime

Y = Arus jenuh dibagi dengan arus

3.3.1.4 Waktu Kuning, Waktu Merah Semua, Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Total.

Waktu kuning (*amber*) merupakan waktu tambahan yang diberikan pada suatu pendekat untuk menggantikan "kehilangan awal" pada waktu kendaraan mulai berangkat pada saat nyala hijau, sehingga harus diberikan "tambahan akhir agar waktu hijau menjadi efektif, dan arus jenuh yang diberangkatkan dapat dipertahankan.

Sedangkan Waktu merah semua (*Allred Time*) merupakan waktu yang diperlukan untuk pengosongan akhir setiap fase untuk memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang pertama dari fase berikutnya dari pendekat yang berurutan (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) menuju ke titik konflik. Jadi waktu merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti ke titik konflik, serta panjang dari kendaraan yang berangkat.

Besarnya waktu kuning biasanya ditetapkan sebesar 3 detik, sedangkan nilai waktu merah semua diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$All \ red = \left[\frac{(L_{EV} + l_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]_{Maz} \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana :

Allred = Waktu merah semua (detik)

Lev,Lav = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m).

lev = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

Vev,Vav = Kecepatan masing-masing kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/detik)

Waktu antar hijau (*intergreen*) untuk setiap pendekat merupakan penjumlahan waktu kuning dan waktu merah semua. Sedangkan waktu hilang total (*total lost time*) merupakan penjumlahan waktu antar hijau pada keseluruhan fase.

3.3.1.5 Analisis Tundaan

Tundaan merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang. Tundaan terdiri dari Tundaan Lalu lintas (DT) dan Tundaan Geometri (DG).

Tundaan lalu lintas merupakan waktu menunggu yang terjadi akibat interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

Tundaan geometri adalah waktu tambahan yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok di persimpangan dan/atau yang terhenti di persimpangan karena lampu merah.

Tundaan rata rata untuk suatu pendekat dapat dihitung sebagai :

$$D = DT + DG \dots\dots\dots$$

(3.6)

Dimana :

D = Tundaan rata rata untuk pendekat (det/smp)

DT = Tundaan lalu lintas rata rata untuk pendekat
(det/smp)

DG = Tundaan geometri rata rata untuk pendekat
(det/smp)

Sedangkan Tundaan lalu lintas rata rata dari suatu pendekat dapat ditentukan dengan rumus :

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana :

DT = Tundaan lalu lintas rata rata pada pendekat
(det/smp)

GR = Rasio Hijau

DS = derajat Kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

NQ_1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

Sedangkan tundaan geometri rata-rata suatu pendekat dapat diperkirakan sebagai berikut :

$$DG = (1 - p_{sv}) \times p_T \times 6 + (p_{sv} \times 4) \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana :

DG = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat
 (det/smp)
 P_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu
 P_T pendekat
 = Rasio kendaraan membelok pada suatu
 pendekat

3.3.16 Analisis Panjang Antrian

Panjang Antrian merupakan jumlah rata rata antrian kendaraan pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ_2).

Jadi Panjang antrian adalah :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots(3.9)$$

Dengan :

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \dots\dots(3.10)$$

Jika $DS > 0,5$ dan $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana :

NQ_1 = Jumlah Smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

NQ_2	=	Jumlah Smp yang datang selama fase merah
DS	=	Derajat Kejenuhan
GR	=	Rasio Hijau
c	=	Waktu Siklus (det)
C	=	Kapasitas (Smp/jam)
Q	=	Arus lalu lintas pada pendekatan tersebut (smp/det)

3.3.2 Validasi Model Simpang Bersinyal Dan Uji Statistik

Setelah model persimpangan bersinyal terbentuk lengkap dengan hasil kinerja persimpangannya maka proses selanjutnya adalah melakukan validasi model yaitu membandingkan dan menilai kesesuaian hasil kinerja persimpangan yaitu tundaan hasil survai pada pendekatan dengan tundaan hasil model. Hasil model dapat diterima dan digunakan apabila tingkat validasinya maksimal 20% dengan hasil survai (Ofyar Z Tamin,1997) dan apabila tingkat validasinya lebih dari 20% maka perlu dilakukan perbaikan kembali terhadap model yang telah dibuat.

Sebelum melakukan validasi, perlu diuji secara statistik antara hasil model dengan hasil survai dengan uji statistik *Chi-square* (X^2). Uji statistik ini digunakan untuk menguji apakah hasil simulasi yang dihasilkan mempunyai perbedaan yang cukup signifikan dengan hasil survai. Apabila tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan maka hasil simulasi dapat diterima dan tidak perlu dilakukan validasi karena hasil model sama dengan hasil survai. Tetapi sebaliknya jika terdapat perbedaan yang signifikan, maka hasil simulasi tidak dapat diterima. Uji statistik hasil simulasi dilakukan berdasarkan hasil *Chi-*

square test antara mean hasil simulasi dengan mean hasil observasi. Sudjana (1996) menyatakan rumus umum *Chi-square* adalah sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan:

X^2 = chi-square

O_i = data hasil observasi

E_i = data hasil simulasi

Nilai diperoleh dari hasil pengujian hipotesis dengan prosedur berikut:

1. Menyatakan hipotesis nol dan hipotesis alternatif
Ho : hasil survai (O_i) = hasil model (E_i)
H1 : hasil survai (O_i) \neq hasil model (E_i)
2. Menentukan tingkat signifikan dengan derajat keyakinan 95% atau $\alpha = 0.05$
3. Menentukan uji statistik Chi-square dengan derajat kebebasan $df = k-1$, dengan $k =$ jumlah baris
4. Menentukan kriteria uji:
Ho diterima jika : x^2 hasil hitung $\leq x^2$ hasil tabel chi square
H1 ditolak jika : x^2 hasil hitung $> x^2$ hasil tabel chi square
5. Menarik kesimpulan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kinerja Simpang

Analisis kinerja simpang menggunakan *software* KAJI (Kapasitas Jalan Indonesia) dilakukan secara kontinyu dalam 4 tahap yaitu :

- Identifikasi geometri, pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan menggunakan formulir SIG-I.
- Analisis arus lalu lintas menggunakan formulir SIG-II.
- Penentuan waktu sinyal dan kapasitas menggunakan formulir SIG IV.
- Analisis Tundaan menggunakan formulir SIG-V.

Penelitian dilakukan terhadap 7 simpang yang berada di Kota Semarang, sesuai dengan tujuan penelitian maka penelitian dilakukan terhadap pendekatan simpang yang menerapkan sistem pengaturan lalu lintas belok kiri langsung (LTOR) dan tidak terkanalisasi.

4.1.1. Identifikasi geometri, pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan

Berdasarkan hasil survai inventarisasi simpang terhadap lokasi penelitian maka didapatkan data geometrik simpang sebagai berikut :

Tabel IV.1 Geometri Lokasi Penelitian

No	Simpang	Pendekat	Lebar (meter)		
			(Wa)	(We)	W_{LTOR}
1	Citarum-Dr.Cipto	Jl.Citarum	8	5	3
		Jl.Widoarjo	13	10	3
2	Pemuda-Gendingan	Jl.Pemuda (timur)	9.5	6	3.5
3	Imam Bonjol-Indraprasta	Jl.Indraprasta	7	4	3
4	S.Parman-Kaligarang	Jl.S.Parman	11	7	4
		Jl.Kaligarang	8	6	2
5	Pahlawan-Veteran	Jl.Veteran	7.5	4	3
6	Setiabudi-Prof.Soedharto	Jl.Setiabudi (utara)	8.5	4.5	4
		Jl.Prof.Soedharto	7	4	3
7	Wahidin-Tentara Pelajar	Jl.Mataram	12.5	8.5	4
		Jl.Tentara Pelajar	6	3	3

Sumber : Hasil Survai

Pengaturan lalu lintas pada masing-masing lokasi penelitian sebagai berikut :

Tabel IV.2 Pengaturan Sinyal APILL

No	Simpang	Waktu Hijau (g) detik				Intergreen (IG) detik	Siklus (c) detik
		Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV		
1	Citarum-Dr.Cipto	23	50	19		12	104
2	Pemuda-Gendingan	15	25	30		12	82
3	Imam Bonjol-Indraprasta	35	25	15	25	16	116
4	S.Parman-Kaligarang	50	25	30		12	117
5	Pahlawan-Veteran	28	20	28	28	16	120
6	Setiabudi-Prof.Soedharto	10	55	35		12	112
7	Wahidin-Tentara Pelajar	15	15	35		12	77

Sumber : Hasil Survai

Kondisi lingkungan lokasi penelitian berdasarkan hasil survai inventarisasi persimpangan adalah sebagai berikut :

Tabel IV.3 Kondisi Lingkungan Lokasi Penelitian

No	Simpang	Pendekat	Tipe lingkungan jalan (com/res/ra)	Hambatan Samping (Tinggi/Rendah)	Median Ya/Tidak	kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak
1	Citarum-Dr.Cipto	Jl.Citarum	com	Tinggi	Ya	0	Ya
		Jl.Widoarjo	com	Tinggi	Tidak	0	Ya
2	Pemuda-Gendingan	Jl.Pemuda (timur)	com	Tinggi	Ya	0	Ya
3	Imam Bonjol-Indraprasta	Jl.Indraprasta	com	Tinggi	Ya	0	Ya
4	S.Parman-Kaligarang	Jl.S.Parman	com	Tinggi	Ya	0	Ya
		Jl.Kaligarang	com	Tinggi	Ya	0	Ya
5	Pahlawan-Veteran	Jl.Veteran	com	Rendah	Ya	0	Ya
6	Setiabudi-Prof.Soedharto	Jl.Setiabudi (utara)	com	Tinggi	Tidak	0	Ya
		Jl.Prof.Soedharto	com	Tinggi	Tidak	0	Ya
7	Wahidin-Tentara Pelajar	Jl.Mataram	com	Tinggi	Ya	0	Ya
		Jl.Tentara Pelajar	com	Tinggi	Tidak	0	Ya

Sumber : Hasil Survai

Selanjutnya hasil identifikasi geometri, pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan di atas digunakan dalam analisis awal menggunakan Formulir SIG-I untuk simpang bersinyal dalam alur analisis software KAJI (Kapasitas Jalan Indonesia). Format perhitungan untuk masing-masing pendekat pada simpang dapat dilihat di lampiran D.

4.1.2. Analisis arus lalu lintas

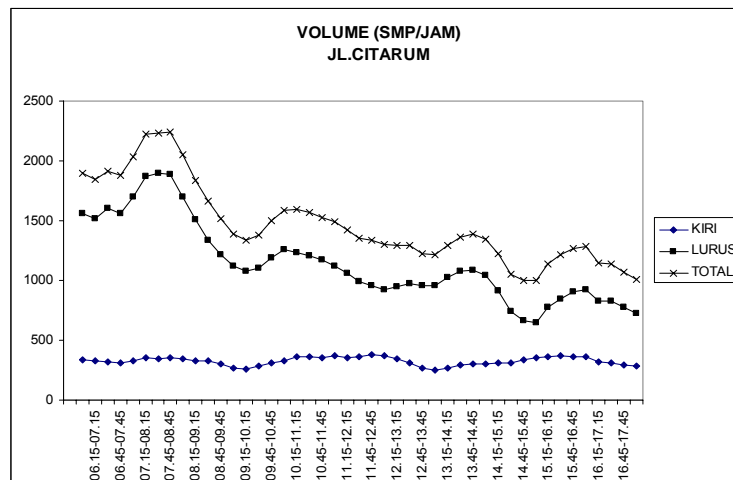
Pada penelitian ini, data arus lalu lintas yang didapatkan berdasarkan hasil survai di lokasi penelitian diklasifikasikan berdasarkan pada jenis kendaraan

kendaraan ringan (LV/Light Vehicle), kendaraan berat (HV/Heavy Vehicle), sepeda motor (MC/Motorcycle) dan kendaraan tidak bermotor (UM/Unmotorized).

Komponen arus lalu lintas di persimpangan yang digunakan di dalam analisis adalah arus lalu lintas belok kiri (LT/left turn), arus lalu lintas lurus (ST/straight) dan arus lalu lintas belok kanan (RT/right turn).

Survai terhadap komponen arus lalu lintas yang akan digunakan didalam analisis tersebut dilakukan selama 12 jam yaitu mulai pukul 06.00 WIB sampai dengan pukul 18.00 WIB pada 7 simpang lokasi penelitian tersebut dengan interval 15 menit-an. Jumlah volume lalu lintas dalam satuan kendaraan tersebut di kalikan dengan emp (ekivalen mobil penumpang) untuk pendekatan terlindung (P/protected).

Di dalam analisis KAJI yang digunakan dalam penelitian ini adalah arus lalu lintas pada 1 jam periode tersibuk (*peak hour*) dengan satuan smp/jam pada masing-masing pendekatan dari lokasi penelitian tersebut. Sebagai contoh adalah simpang Citarum-Dr.Cipto pada pendekatan Jl. Citarum adalah sebagai berikut :



ada pendekatan Jl. Citarum tersebut, periode 1 jam puncak tersibuk adalah pada pukul 07.15-08.15 WIB. Berdasarkan rekapitulasi gerakan membelok pada masing-masing pendekatan didapat periode 1 jam puncak tersibuk adalah sebagai berikut :

Tabel IV.4 Periode 1 Jam Puncak (*Peak Hour*)

No	Simpang	Pendekat	Periode Jam Puncak
1	Citarum-Dr.Cipto	Jl.Citarum	07.15 - 08.15
		Jl.Widoarjo	16.30 - 17.30
2	Pemuda-Gendingan	Jl.Pemuda (timur)	16.30 - 17.30
3	Imam Bonjol-Indraprasta	Jl.Indraprasta	16.00 - 17.00

Sumber : Hasil Survai

Rekapitulasi gerakan membelok maupun grafik volume masing-masing pendekat dapat dilihat di lampiran D dan F.

Setelah didapatkan identifikasi arus lalu lintas pada masing-masing pendekat yang diklasifikasikan dalam pergerakan arus lalu lintas belok kiri (LT/*left turn*), arus lalu lintas lurus (ST/*straight*) dan arus lalu lintas belok kanan (RT/*right turn*) maka dianalisis menggunakan formulir SIG-II untuk arus lalu lintas pada simpang bersinyal. Format dan hasil perhitungan pada masing-masing pendekat dapat dilihat pada lampiran D.

4.1.3. Penentuan Waktu Sinyal dan Kapasitas

Setelah dilaksanakan tahap 1 dan 2 dalam analisis menggunakan *software* KAJI, selanjutnya dilaksanakan analisis tahap 3 menggunakan formulir SIG-IV yaitu perhitungan waktu sinyal dan kapasitas pada pendekat di simpang yang menjadi lokasi penelitian.

Langkah pertama dalam melakukan analisis ini adalah melakukan analisis terhadap arus jenuh menggunakan rumus (3.1) :

$$S = S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

- S = Arus Jenuh (smp/jam hijau)
- So = Arus Jenuh Dasar (smp/jam hijau)
- Fcs = Faktor Koreksi Ukuran Kota
- Fsf = Faktor Koreksi Aktifitas Samping
- Fg = Faktor Koreksi kemiringan pendekat
- Fp = Faktor Koreksi Jarak Parkir
- Frt = Faktor Koreksi Arus Belok Kanan
- Flt = Faktor Koreksi arus Belok Kiri

Karena jenis pendekat adalah terlindung (*P/protected*) maka nilai arus jenuh dasar (S_0) menggunakan formula $775 \times W_e$

Sebagai contoh perhitungan untuk pendekat Jl. Citarum, lebar efektifnya (W_e) adalah 5 meter sehingga nilai arus jenuh dasarnya (S_0) adalah $775 \times 5 = 3875$ smp/jam hijau. Untuk Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{cs}) karena jumlah penduduk kota Semarang adalah 1.3 juta maka digunakan angka 1.0. Untuk Faktor Koreksi Aktifitas Samping (F_{sf}) pada pendekat tersebut tinggi karena merupakan daerah komersil (COM) dan rasio kendaraan tidak bermotor (UM) 0.0424 sehingga digunakan angka 0.913.

Untuk Faktor Koreksi Kemiringan Pendekat (F_g) digunakan angka 1, Faktor Koreksi Jarak Parkir (F_p) digunakan angka 1. Begitu juga untuk Faktor Koreksi Arus Belok Kanan (F_{rt}) maupun Faktor Koreksi Arus Belok Kiri (F_{lt}) juga digunakan angka 1.0. Perhitungan dapat dilihat dibawah ini :

TABEL 5. Formula perhitungan

Lebar efektif (m)	Arus jenuh smp/jam Hijau								Arus lalu lintas smp/j	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS=
	Nilai dasar smp/j hijau So	Faktor Penyesuaian						Nilai disesuaikan smp/jam hijau S				
		Semua tipe pendekat			Hanya tipe P							
W_E (9)	Ukuran kota F_{CS} (11)	Hambatan Samping F_{SF} (12)	kelandaian F_G (13)	Parkir F_P (14)	Belok Kanan F_{RT} (15)	Belok Kiri F_{LT} (16)		Q (18)	g (21)	Sxg/c (22)	Q / C (23)	
5.00	3875	1.0	0.913	1.0	1.00	1.00	1.00	3538	1707	50	1701	1.00

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis diatas, didapatkan nilai arus jenuh (S) yang telah disesuaikan sebesar 3538 smp/jam hijau. Untuk waktu hijau adalah

berdasarkan kondisi eksisting di simpang, untuk pendekat Jl. Citarum ini waktu hijau aktual (g) adalah 50 detik dengan siklus (c) 104 detik . Berdasarkan rumus (3.2) :

$$\dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

- C = Kapasitas (smp/jam)
- S = Arus jenuh. (smp/jam hijau)
- g = Waktu hijau (detik)
- c = Waktu siklus (detik)

maka didapatkan kapasitas (C) untuk pendekat Jl. Citarum adalah 1701. Setelah didapatkan kapasitas, maka berdasarkan rumus (3.3) dapat diperoleh derajat kejenuhan untuk pendekat Jl. Citarum yaitu :

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

- DS = Derajat Kejenuhan
- Q = Volume Lalu Lintas (Smp/Jam)
- C = Kapasitas pendekat (Smp/Jam)

Berdasarkan hasil analisis maka didapatkan arus lalu lintas (lihat Formulir SIG-II) 1707 smp/jam dengan kapasitas pendekat 1707 smp/jam sehingga Derajat Kejenuhan (DS) adalah 1.00.

Formula dan hasil analisis untuk seluruh pendekat pada lokasi penelitian dapat dilihat di lampiran D.

4.1.4. Analisis tundaan

Mengalir dari analisis menggunakan formulir SIG-I, SIG-II dan SIG-IV, maka selanjutnya dilakukan analisis tundaan pada lokasi penelitian. Berdasarkan rumus (3.6) tundaan rata-rata suatu pendekat dapat dihitung sebagai berikut :

$$D = DT + DG \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

- D = Tundaan rata rata untuk pendekat (det/smp)
- DT = Tundaan lalu lintas rata rata untuk pendekat (det/smp)
- DG = Tundaan geometri rata rata untuk pendekat (det/smp)

Berkaitan dengan rumus tersebut, tundaan lalu lintas rata rata dari suatu pendekat dapat ditentukan dengan rumus :

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana :

- DT = Tundaan lalu lintas rata rata pada pendekat (det/smp)
- GR = Rasio Hijau
- DS = derajat Kejenuhan
- C = Kapasitas (smp/jam)
- NQ₁ = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

Sedangkan tundaan geometri rata-rata suatu pendekat dapat diperkirakan sebagai berikut :

$$DG = (1 - p_{sv}) \times p_T \times 6 + (p_{sv} \times 4) \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana :

- DG = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat (det/smp)
- P_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat
- P_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

Angka-angka pada masing-masing parameter tersebut dapat dilihat pada out put dari analisis menggunakan formulir SIG-IV dan SIG-V.

Sebagai contoh adalah pendekat Jl. Citarum yang berdasarkan hasil analisis menggunakan *software* KAJI menghasilkan hasil analisis sebagai berikut :

Tabel IV.6 Formulir SIG-Va

Jumlah kendaraan antri (smp)				Panjang Antrian (m) QL	Angka Henti stop/smp NS	Jumlah Kendaraan Terhenti smp/jam N_{sv}
NQ₁	NQ₂	Total NQ= NQ₁+NQ₂	NQ_{MAX} lihat gb e22			
(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
22.4	49.5	71.9	97.7	391	1.311	2239

Sumber : Hasil Analisis

Dari hasil analisis tersebut maka didapatkan NQ_1 sebesar 22.4 smp, NQ_2 sebesar 49.5 smp sehingga total antrian (NQ) adalah 71.9 smp dengan panjang antrian (QL) 391 meter dan NS nya adalah 1.311 stop/smp. Sedangkan jumlah kendaraan terhenti (N_{sv}) adalah 2239 smp/jam. Komponen tersebut digunakan dalam analisis tundaan dengan hasil sebagai berikut :

Tabel IV.7 Formulir SIG-Vb

Tundaan			
Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q
(13)	(14)	(15)	(16)
74.4	5.2	79.7	136065

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis tersebut maka tundaan lalu lintas rata-rata (DT) untuk pendekat Jl. Citarum adalah 74.4 detik/smp dan tundaan geometrik rata-

rata (DG) nya adalah 5.2 detik/smp, sehingga tundaan rata-rata (D) untuk pendekat Jl. Citarum adalah $DT + DG = 79.7$ detik/smp.

Rekapitulasi hasil analisis tundaan untuk masing-masing lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel IV.8 Hasil Analisis Tundaan Eksisting Per Pendekat Periode Jam Sibuk

No	Simpang	Pendekat	Lebar (meter)			Tundaan det/smp	LOS
			(Wa)	(We)	W_{LTOR}	KAJI	
1	Citarum-Dr.Cipto	Jl.Citarum	8	5	3	79.7	F
		Jl.Widoarjo	13	10	3	45	E
2	Pemuda-Gendingan	Jl.Pemuda (timur)	9.5	6	3.5	30.5	D
3	Imam Bonjol-Indraprasta	Jl.Indraprasta	7	4	3	59.6	E
4	S.Parman-Kaligarang	Jl.S.Parman	11	7	4	49.1	E
		Jl.Kaligarang	8	6	2	46.6	E
5	Pahlawan-Veteran	Jl.Veteran	7.5	4	3	71.7	F
6	Setiabudi-Prof.Soedharto	Jl.Setiabudi (utara)	8.5	4.5	4	56.1	E
		Jl.Prof.Soedharto	7	4	3	39.8	D
7	Wahidin-Tentara Pelajar	Jl.Mataram	12.5	8.5	4	40.6	E
		Jl.Tentara Pelajar	6	3	3	39.8	D

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis tundaan eksisting per pendekat tersebut, tundaan tertinggi terdapat di pendekat Jl. Citarum yang mencapai 79.7 detik/smp dengan tingkat pelayanan (LOS/Level of Service) F. Sedangkan tundaan terendah terdapat di pendekat Jl. Pemuda (timur) sebesar 30.5 detik/smp dengan tingkat pelayanan (LOS/Level of Service) D. Formula dan hasil perhitungan menggunakan formulir SIG-V untuk masing-masing lokasi penelitian dapat dilihat di lampiran D.

4.2 Validasi Tundaan dengan Uji Chi-Square

Setelah dilakukan analisis kinerja simpang pada masing-masing lokasi penelitian, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi tundaan eksisting di lokasi penelitian dengan hasil *out put software*. Metode yang dipakai dalam validasi ini adalah menggunakan uji statistik *chi-square*. Metode *chi-square* ini digunakan untuk menguji kesesuaian data apakah distribusi yang digunakan sesuai dengan distribusi dari data yang dihadapi atau tidak.

Dalam melakukan validasi tundaan dengan uji *chi-square* ini dilakukan dalam 3 tahap yaitu :

- Analisis tundaan hasil survai.
- Analisis tundaan hasil model.
- Pengujian hipotesis *chi-square*.

Validasi diperlukan agar tidak ada perbedaan yang signifikan antara tundaan lapangan dan hasil model.

4.2.1. Analisis tundaan hasil survai

Survai tundaan dilaksanakan pada lokasi penelitian yaitu 11 pendekat di persimpangan yang mengoperasikan sistem belok kiri langsung tidak terkanalisasi. Survai tundaan dilaksanakan pada periode jam sibuk selama 30 menit dengan interval survai tundaan per 5 menit-an.

Survai dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui tundaan rata-rata per kendaraan pada pendekat. Klasifikasi jenis kendaraan yaitu jenis kendaraan ringan (LV/*Light Vehicle*), kendaraan berat (HV/*Heavy Vehicle*), dan sepeda motor (MC/*Motorcycle*).

Survai dilakukan dengan mencatat jumlah kendaraan yang berhenti atau menunggu di pendekat dan arus yang masuk ke pendekat yang terbagi dalam interval 15 detik-an selama 5 menit.

Sebagai contoh adalah hasil rekapitulasi tundaan pada pendekat Jl. Citarum yang dilaksanakan pada pukul 07.15-07.45 WIB. Untuk masing-masing jenis kendaraan dikalikan dengan faktor emp untuk jenis pendekat terlindung (*P/protected*), sehingga hasil rekapitulasi survai tundaan di lokasi penelitian ini berupa satuan mobil penumpang (smp) sebagai berikut :

Tabel IV.9.a Rekapitulasi Hasil Survai Tundaan Pendekat : Jl. Citarum Periode Waktu : 07.15-07.30

Menit Ke	Kendaraan yang berhenti/menunggu di pendekat detik ke												Arus Masuk Pendekat								
	0			15			30			45			berhenti			tidak berhenti					
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV			
	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp	smp			
0	4	6	1.3	4	8	0	4	11	0	0	0	0	18.2	7	0	1.2	2	0			
1	0	0	0	2.4	6	0	3.2	11	0	0	0	0	16.4	8	0	2.4	3	0			
2	0	0	0	3	8	0	3.2	10	0	4.2	11	0	18.6	10	0	1.8	3	0			
3	4.2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.2	9	0	3	2	0			
4	2.6	8	0	3.6	9	0	3.6	10	0	0	0	0	19.8	11	0	1.4	3	0			
Sub Total	38.1			44			56			15.2			135.2			22.8					
Total	153.3																		158		

Total tundaan = total kendaraan berhenti/menunggu di pendekat x 15 detik
Tundaan rata-rata per kendaraan pada pendekat = total tundaan : arus berhenti

2299.5
17.008

Tabel IV.9.b Rekapitulasi Hasil Survei Tundaan Pendekat : Jl. Citarum Periode Waktu : 07.30-07.45

Menit Ke	Kendaraan yang berhenti/menunggu di pendekat												Arus Masuk Pendekat								
	detik ke												berhenti						tidak berhenti		
	0			15			30			45			berhenti			tidak berhenti					
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV			
smp												smp						smp			
0	1.8	6	0	2.2	9	0	2.8	9	0	0	0	0	13.2	12	0	1.2	4	0			
1	0	0	0	0	0	0	3	5	0	3.2	9	0	8.4	9	1.3	1	2	0			
2	0	0	0	0	0	0	2.8	6	0	3	11	0	14.4	10	1.3	2	2	0			
3	3.8	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.2	8	0	1.8	1	0			
4	2.8	12	0	3.2	14	0	0	0	0	0	0	0	9.2	11	0	2.4	3	0			
Sub Total	39.4			28.4			28.6			26.2			109			20.4					
Total	Kendaraan yang berhenti/menunggu di pendekat												Arus Masuk Pendekat								
Total tundaan = total kendaraan berhenti/menunggu di pendekat x 15 detik												1854									
Tundaan rata-rata per kendaraan pada pendekat = total tundaan : arus berhenti												16.872									
0	0.2	6	0	2.4	8	0	2.8	10	0	0	0	0	11	9	0	2.2	1	0			
1	0	0	0	0	0	0	2.4	9	0	2.8	12	0	8.4	10	1.3	1.8	2	1.3			
2	3	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12	0	2.2	2	0			
3	3.4	8	0	3.4	11	0	0	0	0	0	0	0	12.8	9	1.3	2.2	1	0			
4	0	0	0	2.8	10	0	3.4	12	0	0	0	0	13	12	0	1.8	3	0			
Sub Total	31.6			37.6			39.6			14.8			109.8			20.5					
Total	123.6												130.3								

Total tundaan = total kendaraan berhenti/menunggu di pendekat x 15 detik **1854**
 Tundaan rata-rata per kendaraan pada pendekat = total tundaan : arus berhenti **16.885**

Menit Ke	Kendaraan yang berhenti/menunggu di pendekat												Arus Masuk Pendekat								
	detik ke												berhenti						tidak berhenti		
	0			15			30			45			berhenti			tidak berhenti					
	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV			
smp												smp						smp			
0	0	0	0	1.4	8	0	2	9	0	3	11	0	12.8	9	0	2.2	1	0			

Berdasarkan hasil analisis dari survai tundaan di lokasi penelitian pendekat Jl. Citarum didapatkan hasil tundaan sebagai berikut :

Tabel IV.10 Tundaan Pendekat Jl. Citarum

No	Jam		Tundaan
			(detik/smp)
1	07:15	07:20	17.008
2	07:20	07:25	17.029
3	07:25	07:30	17.053
4	07:30	07:35	16.872
5	07:35	07:40	16.885
6	07:40	07:45	16.884

Sumber : Hasil Analisis

Hasil rekapitulasi dari survai tundaan di lokasi penelitian lainnya dapat dilihat di lampiran C.

4.2.2. Analisis tundaan hasil model

Setelah didapatkan hasil tundaan rata-rata per pendekat berdasarkan hasil survai, maka dilanjutkan langkah untuk menganalisis hasil tundaan menggunakan *software* KAJI.

Analisis dilakukan menggunakan formulir SIG-V, yaitu dengan memasukkan nilai arus lalu lintas hasil survai dalam satuan smp (Q) pada kolom 2 di formulir SIG-V. Sebagai contoh untuk pendekat Jl. Citarum adalah sebagai berikut :

Tabel IV.11 Formulir SIG-V Pendekat Jl. Citarum

Kode Pendekat	Arus Lalu Lintas smp/jam Q	Kapasitas smp / jam C	Derajat Kejenuhan DS= Q/C	Rasio Hijau GR= g/c	Tundaan			
					Tundaan lalu lintas rata-rata det/smp DT	Tundaan geometrik rata-rata det/smp DG	Tundaan rata-rata det/smp D = DT+DG	Tundaan total smp.det D x Q
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(13)	(14)	(15)	(16)

Sumber : Hasil Analisis

Hasil analisis untuk validasi tundaan pada lokasi penelitian lain berdasarkan hasil output KAJI dapat dilihat di lampiran C.

4.2.3. Pengujian hipotesis *chi-square*

Berdasarkan rumus (3.12) uji chi square adalah sebagai berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan:

- X^2 = chi-square
- O_i = data hasil observasi / survai
- E_i = data hasil simulasi / model

Sedangkan prosedur pengujian hipotesisnya adalah sebagai berikut :

6. Menyatakan hipotesis nol dan hipotesis alternatif
 H_0 : hasil survai (O_i) = hasil model (E_i)
 H_1 : hasil survai (O_i) \neq hasil model (E_i)
7. Menentukan tingkat signifikan dengan derajat keyakinan 95% atau $\alpha = 0.05$
8. Menentukan uji statistik *Chi-square* dengan derajat kebebasan $df = k-1$, dengan $k =$ jumlah baris
9. Menentukan kriteria uji:
 H_0 diterima jika : x^2 hasil hitung $\leq x^2$ hasil tabel chi square

H_1 ditolak jika : χ^2 hasil hitung > χ^2 hasil tabel chi square

10. Menarik kesimpulan.

Sebagai contoh adalah uji *chi-square* yang dilakukan pada pendekatan Jl. Citarum sebagai berikut :

Tabel IV.12 Perhitungan Chi-Square Untuk Validasi Model Pendekat : Jl. Citarum

No	Jam		Tundaan (detik/smp)		$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2$	
			KAJI	Survai				
			E_i	O_i				
1	07:15	07:20	16.520	17.008	0.488	0.238	0.014	
2	07:20	07:25	16.529	17.029	0.500	0.250	0.015	
3	07:25	07:30	16.545	17.053	0.508	0.258	0.016	
4	07:30	07:35	16.394	16.872	0.478	0.228	0.014	
5	07:35	07:40	16.397	16.885	0.488	0.238	0.015	
6	07:40	07:45	16.383	16.884	0.501	0.251	0.015	
Sumber : Hasil Analisis					$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$		0.089	

Berdasarkan analisis tersebut di atas X^2 hasil hitung adalah 0.089. Jumlah baris (k) = 6, sehingga $df = 6-1 = 5$.

X^2 tabel untuk $\alpha = 0.05$, $k=5$ adalah 11.07, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa $0.089 < 11.07$ atau X^2 hitung < X^2 tabel atau berarti bahwa H_0 diterima sehingga hasil survai (O_i) = hasil model (E_i).

Hasil perhitungan chi-square untuk seluruh lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

Tabel IV.13 Perhitungan Chi-Square Per Pendekat Periode Jam Sibuk

No	Simpang	Pendekat	Lebar (meter)			Tundaan det/smp	LOS	Chi-Square $\alpha=5\%$	
			(Wa)	(We)	W_{LTOR}	KAJI		X^2 hitung	X^2 tabel
1	Citarum-Dr.Cipto	Jl.Citarum	8	5	3	79.7	F	0.089	11.07
		Jl.Widoarjo	13	10	3	45	E	0.151	11.07
2	Pemuda-Gendingan	Jl.Pemuda (timur)	9.5	6	3.5	30.5	D	0.314	11.07
3	Imam Bonjol-Indraprasta	Jl.Indraprasta	7	4	3	59.6	E	0.044	11.07
4	S.Parman-Kaligarang	Jl.S.Parman	11	7	4	49.1	E	0.023	11.07
		Jl.Kaligarang	8	6	2	46.6	E	0.033	11.07
5	Pahlawan-Veteran	Jl.Veteran	7.5	4	3	71.7	F	0.033	11.07
6	Setiabudi-Prof.Soedharto	Jl.Setiabudi (utara)	8.5	4.5	4	56.1	E	0.014	11.07
		Jl.Prof.Soedharto	7	4	3	95.2	F	0.089	11.07
7	Wahidin-Tentara Pelajar	Jl.Mataram	12.5	8.5	4	40.6	E	0.253	11.07
		Jl.Tentara Pelajar	6	3	3	39.8	D	0.090	11.07

derajat kebebasan (dk) = n - 1

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa X^2 hitung $< X^2$ tabel atau berarti bahwa H_0 diterima sehingga hasil survai (O_i) = hasil model (E_i).

Form perhitungan chi-square untuk validasi model masing-masing pendekat dapat dilihat di lampiran B.

4.3 Simulasi Perbandingan Kinerja LTOR dan N-LTOR

Setelah prosedur perhitungan dan analisis kinerja simpang maupun validasi terhadap tundaan eksisting dan hasil model, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi perbandingan kinerja antara belok kiri langsung (LTOR/*Left Turn On Red*) dan kinerja belok kiri tidak langsung (N-LTOR/*No Left Turn On Red*).

Simulasi dilakukan pada beberapa kondisi derajat kejenuhan pendekat simpang (DS/*Degree of Saturation*), yaitu dari DS 1 sampai dengan DS 0,6. Sebagai parameter adalah jumlah prosentase kendaraan belok kiri (% LT/*Percentage of Left Turn*) dari jumlah volume keseluruhan yang masuk ke pendekat tersebut (dalam satuan smp).

Untuk simulasi, variabel jumlah prosentase kendaraan belok kiri pada pendekat ini menggunakan kisaran (*range*) 5% dimulai dari 0% sampai dengan 100%. Nilai ini kemudian digunakan dalam analisis KAJI dan *output*-nya adalah tundaan (detik/smp). Variabel %LT ini dalam simulasi grafik akan digunakan sebagai *axis* (x), sedangkan sebagai *ordinate* (y) adalah tundaan (detik/smp) yang dihasilkan dari model pada kondisi tersebut.

Tujuan dari simulasi perbandingan kinerja ini adalah untuk menentukan titik kritis dari grafik simulasi kinerja LTOR dan N-LTOR. Titik kritis tersebut merupakan titik potong antara grafik LTOR dan N-LTOR. Pada nilai titik kritis tersebut (x,y) akan diketahui nilai dimana terdapat kesamaan kinerja antara LTOR dan N-LTOR.

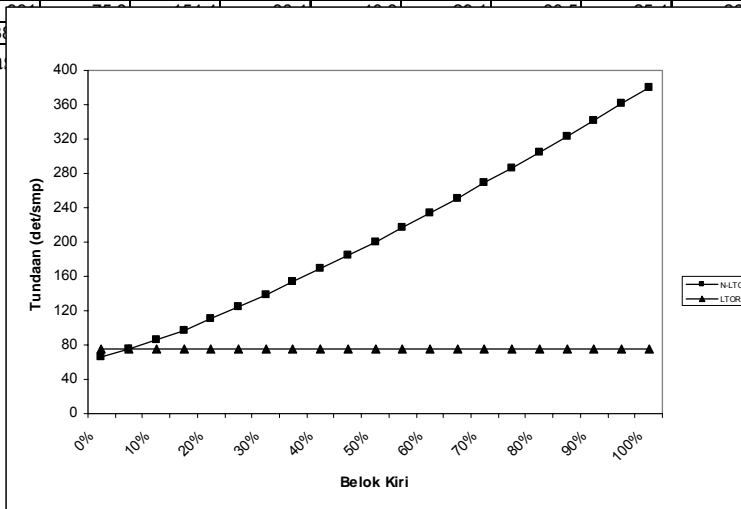
4.3.1. Simulasi pada pendekat Jl. Citarum

Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

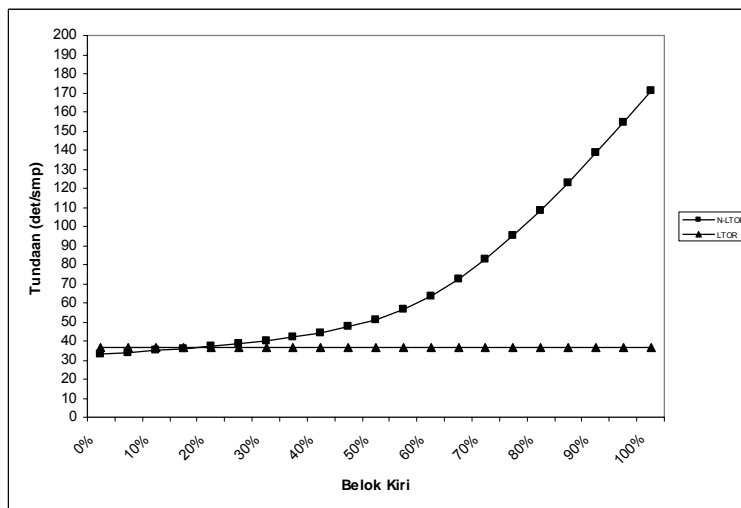
Tabel IV.14 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Citarum

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	66.5	75.8	33.4	36.4	27.9	29.1	24.9	25.4	22.7	22.9
5%	75.4	75.8	34.1	36.4	28.2	29.1	25.1	25.4	22.9	22.9
10%	85.8	75.8	35	36.4	28.5	29.1	25.3	25.4	23.1	22.9
15%	97.5	75.8	35.9	36.4	28.9	29.1	25.6	25.4	23.3	22.9
20%	110.3	75.8	37	36.4	29.3	29.1	25.8	25.4	23.5	22.9
25%	124	75.8	38.3	36.4	29.6	29.1	26.1	25.4	23.7	22.9
30%	138.4	75.8	39.9	36.4	30.1	29.1	26.3	25.4	23.9	22.9
35%	153.3	75.8	41.8	36.4	30.5	29.1	26.6	25.4	24.1	22.9
40%	168.7	75.8	44.2	36.4	30.9	29.1	26.9	25.4	24.3	22.9
45%	184.5	75.8	47.3	36.4	31.4	29.1	27.1	25.4	24.5	22.9
50%	200.7	75.8	51.3	36.4	31.9	29.1	27.4	25.4	24.7	22.9
55%	217.2	75.8	56.6	36.4	32.5	29.1	27.7	25.4	25	22.9
60%	234.1	75.8	63.5	36.4	33.1	29.1	28	25.4	25.2	22.9
65%	251.3	75.8	72.2	36.4	33.8	29.1	28.3	25.4	25.4	22.9
70%	268.7	75.8	82.7	36.4	34.6	29.1	28.6	25.4	25.6	22.9
75%	286.6	75.8	94.9	36.4	35.5	29.1	29	25.4	25.9	22.9
80%	304.7	75.8	108.4	36.4	36.5	29.1	29.3	25.4	26.1	22.9
85%	323.1	75.8	122.9	36.4	37.7	29.1	29.7	25.4	26.3	22.9
90%	341.9	75.8	138.4	36.4	39.1	29.1	30.1	25.4	26.6	22.9
95%										22.9
100%	3									22.9

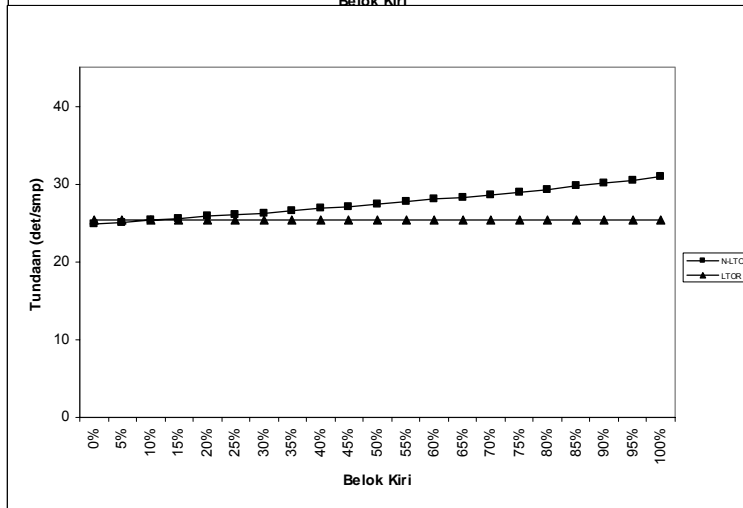
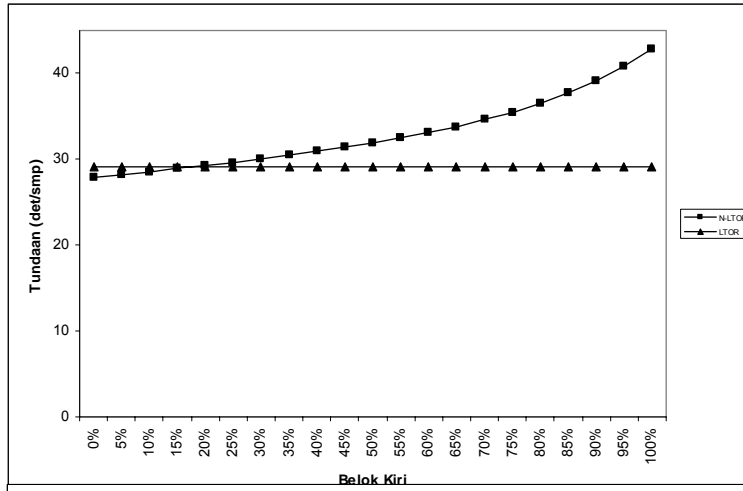
Sumber : Ha



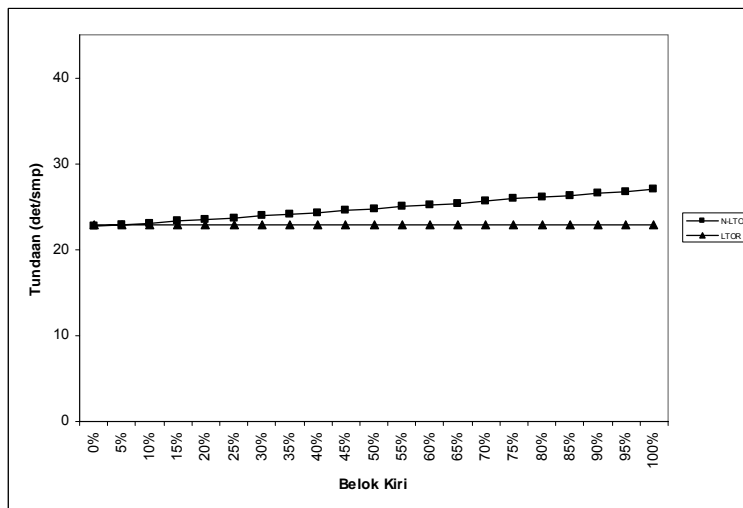
Gambar 4.2.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Citarum



Gambar 4.2.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9
Pendekat : Jl. Citarum



Gambar 4.2.d Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7
Pendekat : Jl. Citarum



Gambar 4.2.e Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6
Pendekat : Jl. Citarum

Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 5%, pada DS 0.9 adalah 15%, pada DS 0.8 adalah 20%, pada DS 0.7 adalah 10% dan pada DS 0.6 adalah 5%.

Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekatan tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

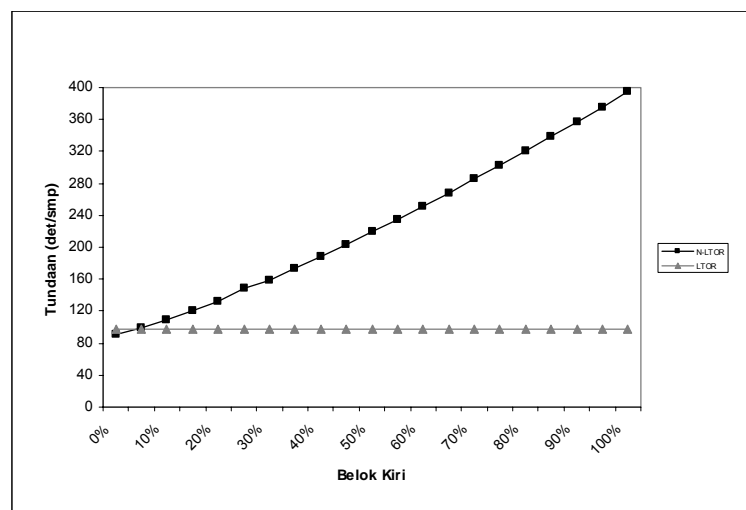
4.3.2. Simulasi pada pendekatan Jl. Widoarjo

Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

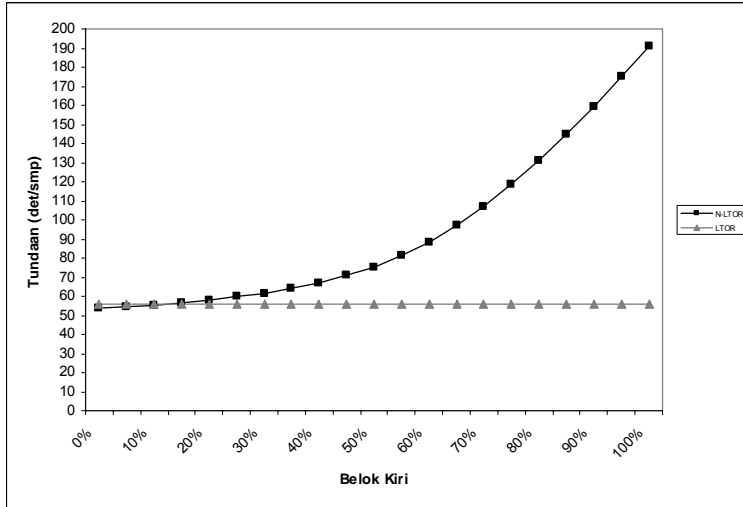
**Tabel IV.15 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR
Pendekat : Jl. Widoarjo**

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	91.4	97.2	53.5	55.9	47.4	48.4	44.7	45.1	42.9	43.1
5%	100	97.2	54.4	55.9	47.7	48.4	44.9	45.1	43	43.1
10%	109.9	97.2	55.5	55.9	48.1	48.4	45.1	45.1	43.2	43.1
15%	121	97.2	56.7	55.9	48.4	48.4	45.3	45.1	43.3	43.1
20%	133	97.2	58.1	55.9	48.8	48.4	45.4	45.1	43.4	43.1
25%	149.5	97.2	59.7	55.9	49.1	48.4	45.6	45.1	43.6	43.1
30%	159.5	97.2	61.7	55.9	49.6	48.4	45.8	45.1	43.7	43.1
35%	173.8	97.2	64.1	55.9	50	48.4	46.1	45.1	43.9	43.1
40%	188.5	97.2	67.1	55.9	50.5	48.4	46.3	45.1	44	43.1
45%	203.7	97.2	70.8	55.9	51	48.4	46.5	45.1	44.2	43.1
50%	219.4	97.2	75.4	55.9	51.6	48.4	46.8	45.1	44.3	43.1
55%	235.4	97.2	81.2	55.9	52.3	48.4	47	45.1	44.5	43.1
60%	251.8	97.2	88.3	55.9	53	48.4	47.3	45.1	44.6	43.1
65%	268.5	97.2	96.9	55.9	53.8	48.4	47.6	45.1	44.8	43.1
70%	285.6	97.2	107	55.9	54.8	48.4	47.9	45.1	45	43.1
75%	303	97.2	118.5	55.9	55.9	48.4	48.2	45.1	45.2	43.1
80%	320.7	97.2	131.1	55.9	57.2	48.4	48.5	45.1	45.3	43.1
85%	338.8	97.2	144.9	55.9	58.7	48.4	48.9	45.1	45.5	43.1
90%	357.1	97.2	159.5	55.9	60.5	48.4	49.3	45.1	45.7	43.1
95%	375.8	97.2	174.9	55.9	62.7	48.4	49.7	45.1	45.9	43.1
100%	394.4	97.2	190.9	55.9	65.5	48.4	50.1	45.1	46.1	43.1

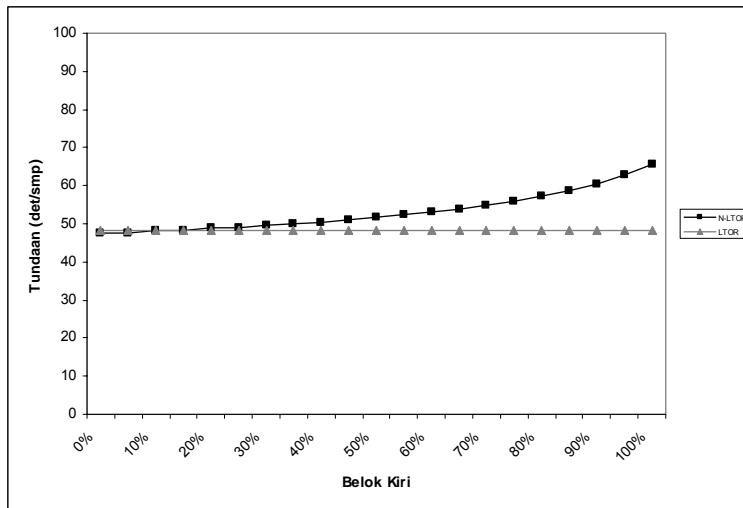
Sumber : Hasil Analisis



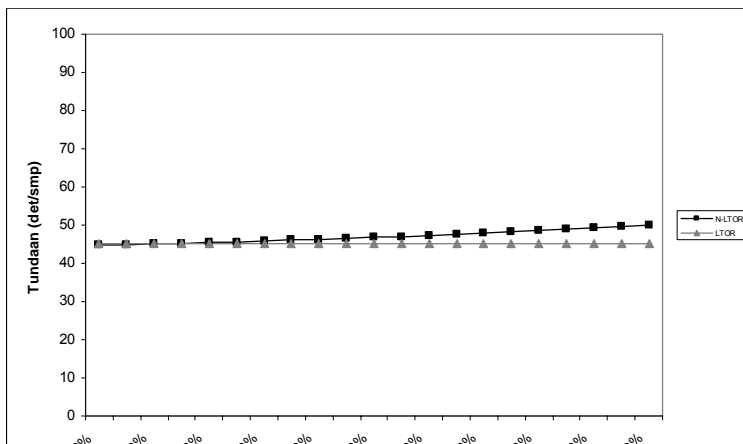
Gambar 4.3.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Widoarjo

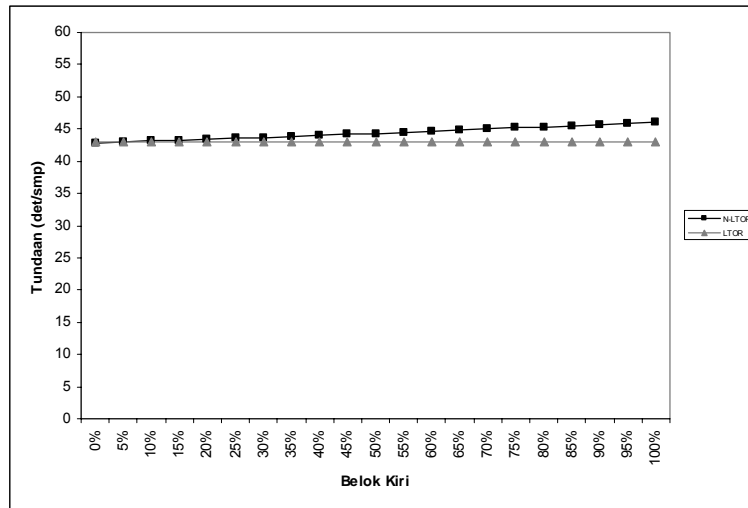


Gambar 4.3.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Widoarjo



Gambar 4.3.c Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Widoarjo





Gambar 4.3.e Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6
Pendekat : Jl. Widoarjo

Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 5%, pada DS 0.9 adalah 10%, pada DS 0.8 adalah 15%, pada DS 0.7 adalah 10% dan pada DS 0.6 adalah 5%.

Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekat tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

4.3.3. Simulasi pada pendekat Jl. Pemuda (timur)

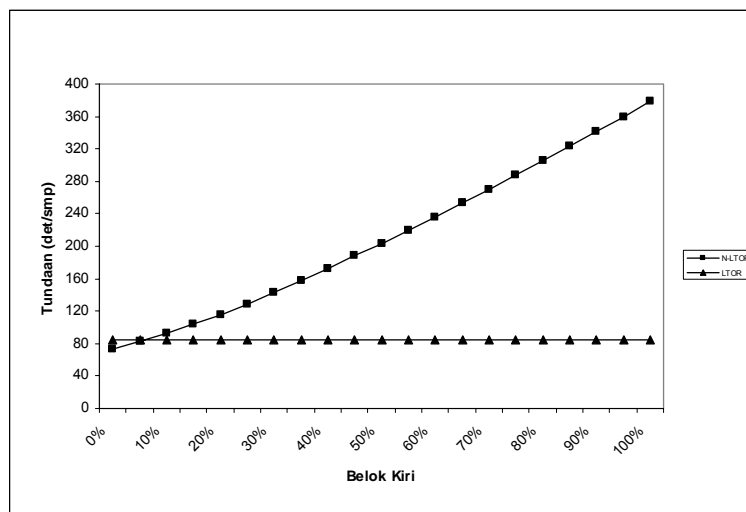
Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

Tabel IV.16 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR
Pendekat : Jl. Pemuda (Timur)

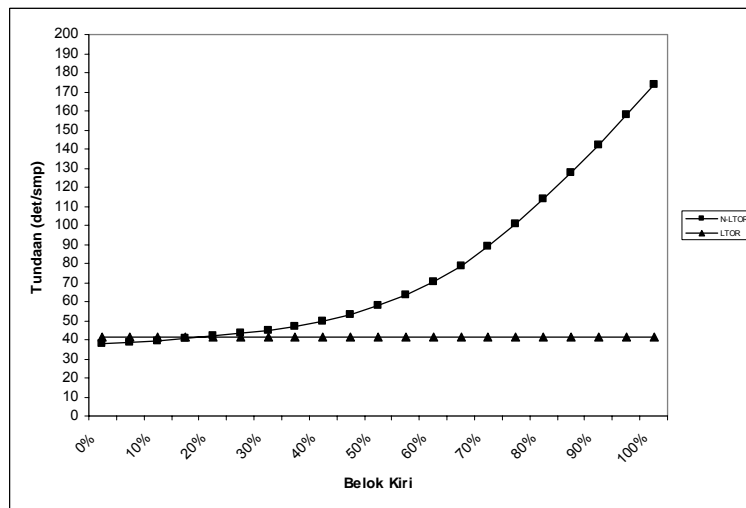
LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	73.5	84.0	37.8	41.7	32.3	33.8	29.6	30.3	27.8	28
5%	82.2	84.0	38.6	41.7	32.5	33.8	29.8	30.3	27.9	28
10%	92.3	84.0	39.5	41.7	32.8	33.8	30	30.3	28.1	28
15%	103.6	84.0	40.6	41.7	33.2	33.8	30.2	30.3	28.2	28
20%	116	84.0	41.8	41.7	33.5	33.8	30.4	30.3	28.4	28
25%	129.2	84.0	43.3	41.7	33.9	33.8	30.6	30.3	28.5	28
30%	143.1	84.0	45.1	41.7	34.2	33.8	30.8	30.3	28.7	28
35%	157.5	84.0	47.2	41.7	34.7	33.8	31	30.3	28.9	28
40%	172.5	84.0	50	41.7	35.1	33.8	31.2	30.3	29	28
45%	187.9	84.0	53.4	41.7	35.6	33.8	31.5	30.3	29.2	28

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
50%	203.7	84.0	57.7	41.7	36.1	33.8	31.7	30.3	29.4	28
55%	219.8	84.0	63.3	41.7	36.7	33.8	31.9	30.3	29.5	28
60%	236.3	84.0	70.3	41.7	37.4	33.8	32.2	30.3	29.7	28
65%	253	84.0	78.8	41.7	38.1	33.8	32.5	30.3	29.9	28
70%	270.1	84.0	89	41.7	38.9	33.8	32.8	30.3	30.1	28
75%	287.5	84.0	100.7	41.7	39.9	33.8	33.1	30.3	30.2	28
80%	305.2	84.0	113.6	41.7	41	33.8	33.4	30.3	30.4	28
85%	323.1	84.0	127.6	41.7	42.3	33.8	33.7	30.3	30.6	28
90%	341.4	84.0	142.4	41.7	43.9	33.8	34.1	30.3	30.8	28
95%	360	84.0	158	41.7	45.9	33.8	34.5	30.3	31	28
100%	378.9	84.0	174.1	41.7	48.3	33.8	34.9	30.3	31.2	28

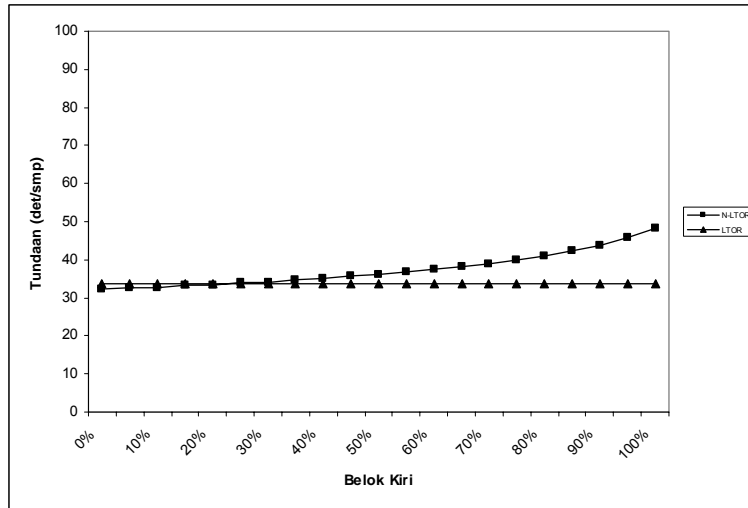
Sumber : Hasil Analisis



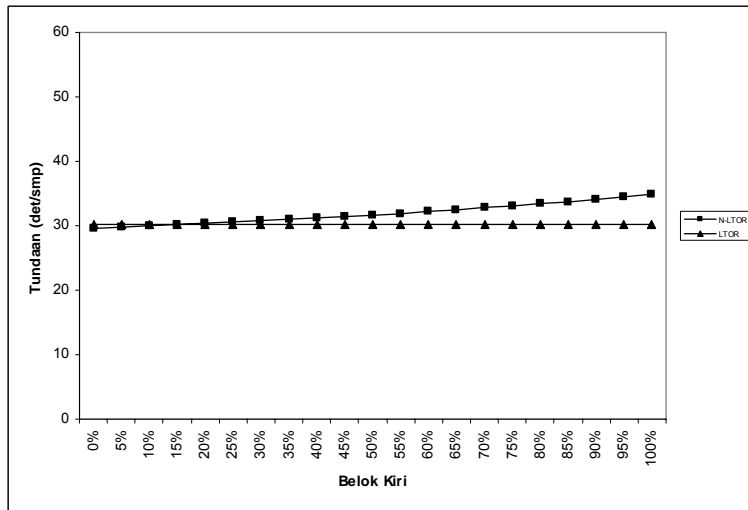
Gambar 4.4.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1
Pendekat : Jl. Pemuda (timur)



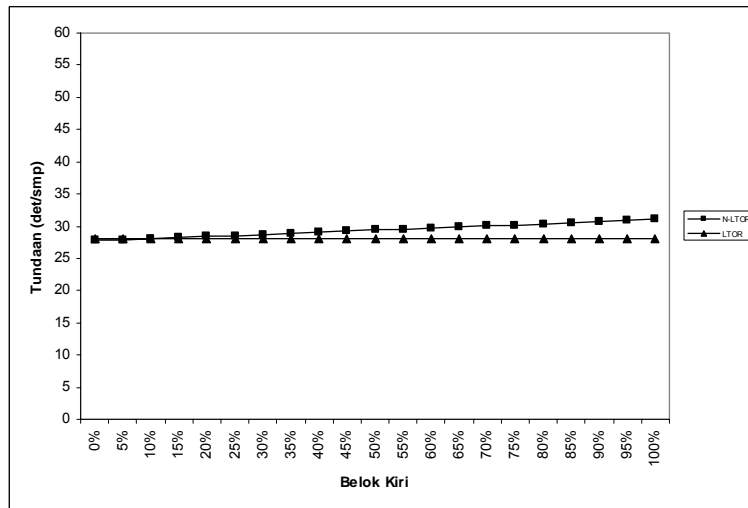
Gambar 4.4.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9
Pendekat : Jl. Pemuda (timur)



Gambar 4.4.c Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Pemuda (timur)



Gambar 4.4.d Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Pemuda (timur)



Gambar 4.4.e Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Pemuda (timur)

Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 5%, pada DS 0.9 adalah 20%, pada DS 0.8 adalah 25%, pada DS 0.7 adalah 20% dan pada DS 0.6 adalah 10%.

Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekat tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

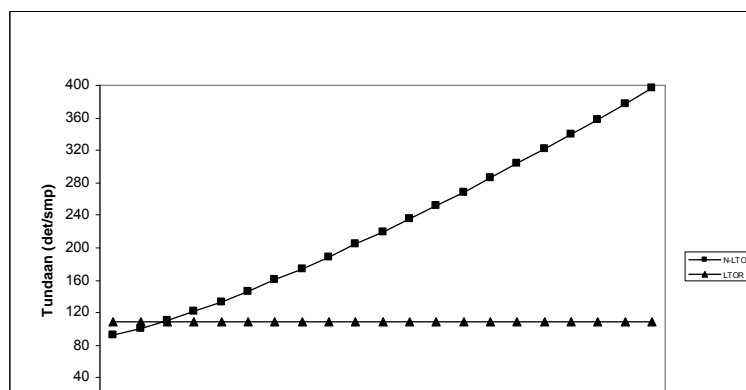
4.3.4. Simulasi pada pendekat Jl. Indraprasta

Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

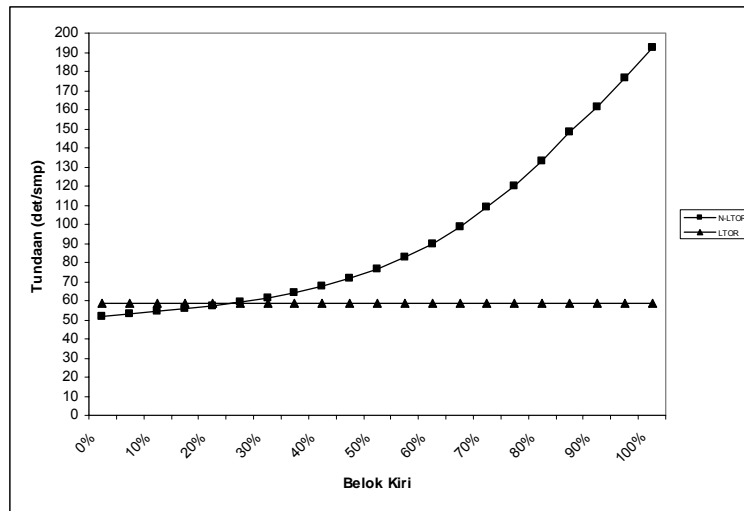
**Tabel IV.17 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR
Pendekat : Jl. Indraprasta**

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	92.7	108.2	52	58.7	44.5	47.2	40.8	42.1	38.3	38.8
5%	101.4	108.2	53.1	58.7	44.8	47.2	41.1	42.1	38.5	38.8
10%	111.2	108.2	54.3	58.7	45.2	47.2	41.3	42.1	38.7	38.8
15%	122.2	108.2	55.7	58.7	45.7	47.2	41.6	42.1	38.9	38.8
20%	134.1	108.2	57.3	58.7	46.1	47.2	41.8	42.1	39.1	38.8
25%	146.8	108.2	59.3	58.7	46.6	47.2	42.1	42.1	39.3	38.8
30%	160.3	108.2	61.5	58.7	47.1	47.2	42.3	42.1	39.5	38.8
35%	174.4	108.2	64.3	58.7	47.7	47.2	42.6	42.1	39.6	38.8
40%	189.1	108.2	67.6	58.7	48.3	47.2	42.9	42.1	39.8	38.8
45%	204.3	108.2	71.6	58.7	48.9	47.2	43.2	42.1	40.1	38.8
50%	219.9	108.2	76.6	58.7	49.7	47.2	43.5	42.1	40.3	38.8
55%	235.9	108.2	82.7	58.7	50.5	47.2	43.9	42.1	40.5	38.8
60%	252.3	108.2	90	58.7	51.4	47.2	44.2	42.1	40.7	38.8
65%	269	108.2	98.8	58.7	52.4	47.2	44.6	42.1	40.9	38.8
70%	286.1	108.2	108.9	58.7	53.5	47.2	44.9	42.1	41.1	38.8
75%	303.6	108.2	120.3	58.7	54.8	47.2	45.3	42.1	41.4	38.8
80%	321.4	108.2	133	58.7	56.3	47.2	45.8	42.1	41.6	38.8
85%	339.5	108.2	148.6	58.7	58.1	47.2	46.2	42.1	41.9	38.8
90%	358	108.2	161.1	58.7	60.2	47.2	46.7	42.1	42.1	38.8
95%	376.8	108.2	176.4	58.7	62.7	47.2	47.2	42.1	42.4	38.8
100%	396	108.2	192.4	58.7	65.7	47.2	47.8	42.1	42.7	38.8

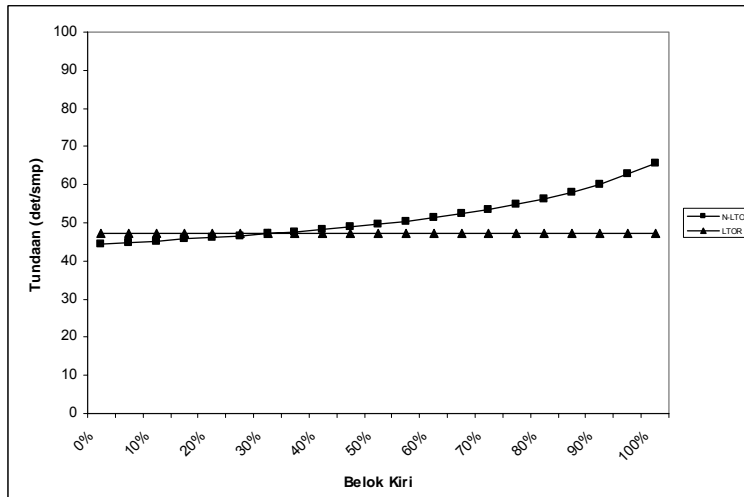
Sumber : Hasil Analisis



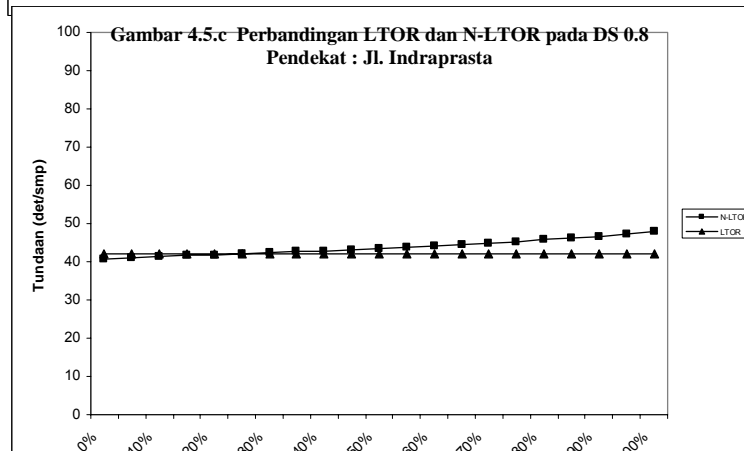
**Gambar 4.5.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1
Pendekat : Jl. Indraprasta**



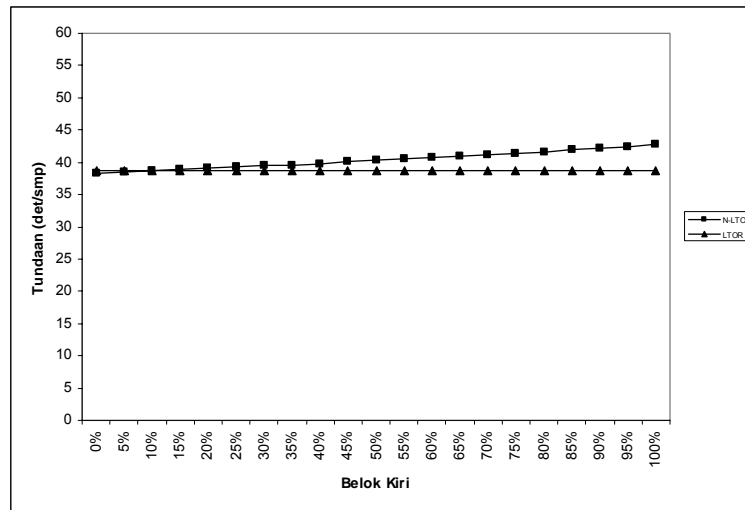
**Gambar 4.5.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9
Pendekat : Jl. Indraprasta**



**Gambar 4.5.c Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8
Pendekat : Jl. Indraprasta**



Gambar 4.5.d Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7
Pendekat : Jl. Indraprasta



Gambar 4.5.e Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6
Pendekat : Jl. Indraprasta

Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 10%, pada DS 0.9 adalah 25%, pada DS 0.8 adalah 30%, pada DS 0.7 adalah 25% dan pada DS 0.6 adalah 10%.

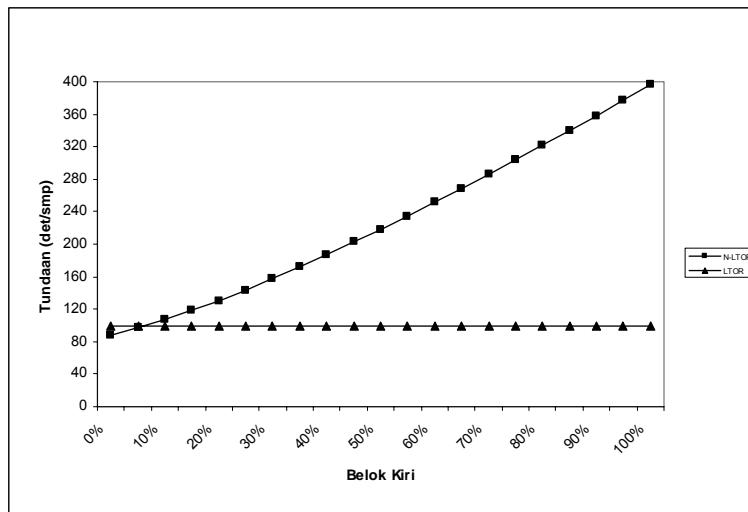
Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekat tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

4.3.5. Simulasi pada pendekat Jl. S.Parman

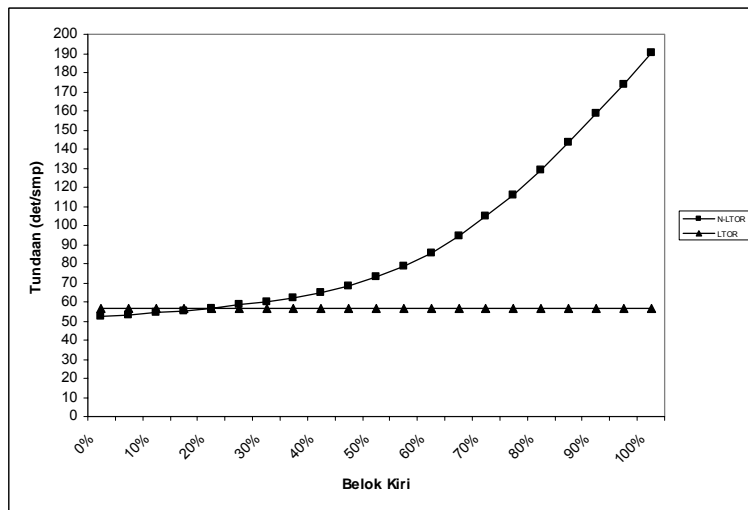
Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

Tabel IV.18 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR
Pendekat : Jl. S.Parman

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	88.3	98.8	52.6	56.4	46.8	48.4	43.9	44.6	41.9	42.1
5%	97	98.8	53.4	56.4	47.1	48.4	44.1	44.6	42	42.1
10%	107	98.8	54.4	56.4	47.4	48.4	44.3	44.6	42.2	42.1
15%	118.3	98.8	55.5	56.4	47.8	48.4	44.5	44.6	42.3	42.1
20%	130.6	98.8	56.8	56.4	48.1	48.4	44.7	44.6	42.5	42.1
25%	143.8	98.8	58.3	56.4	48.5	48.4	44.9	44.6	42.6	42.1
30%	157.7	98.8	60.1	56.4	48.9	48.4	45.2	44.6	42.8	42.1
35%	172.2	98.8	62.3	56.4	49.3	48.4	45.4	44.6	43	42.1
40%	187.2	98.8	65.1	56.4	49.8	48.4	45.6	44.6	43.1	42.1



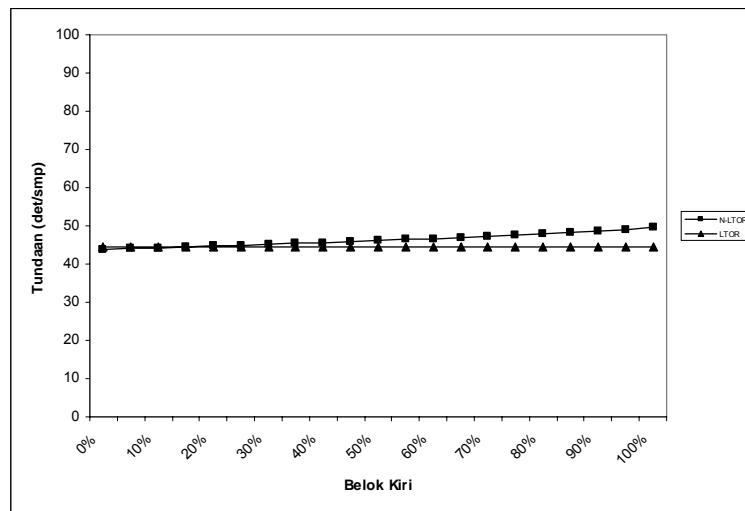
Gambar 4.6.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. S.Parman



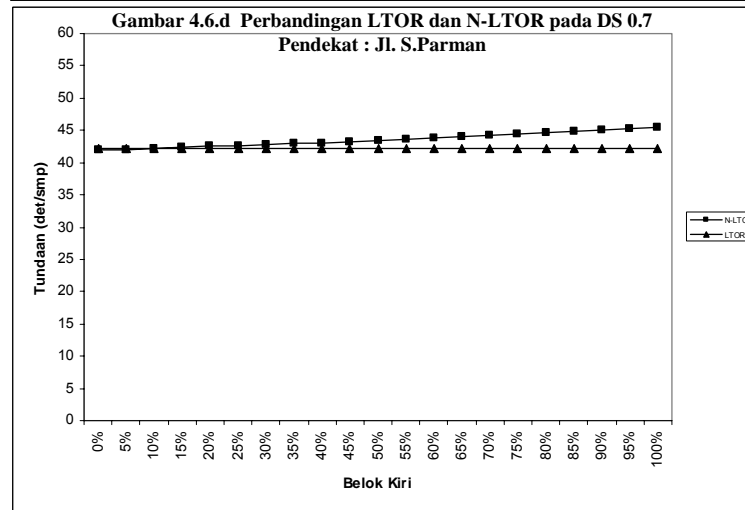
Gambar 4.6.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. S.Parman



Gambar 4.6.c Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8
Pendekat : Jl. S.Parman



Gambar 4.6.d Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7
Pendekat : Jl. S.Parman



Gambar 4.6.e Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6
Pendekat : Jl. S.Parman

Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 5%, pada DS 0.9 adalah 20%, pada DS 0.8 adalah 25%, pada DS 0.7 adalah 20% dan pada DS 0.6 adalah 5%.

Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekatan tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

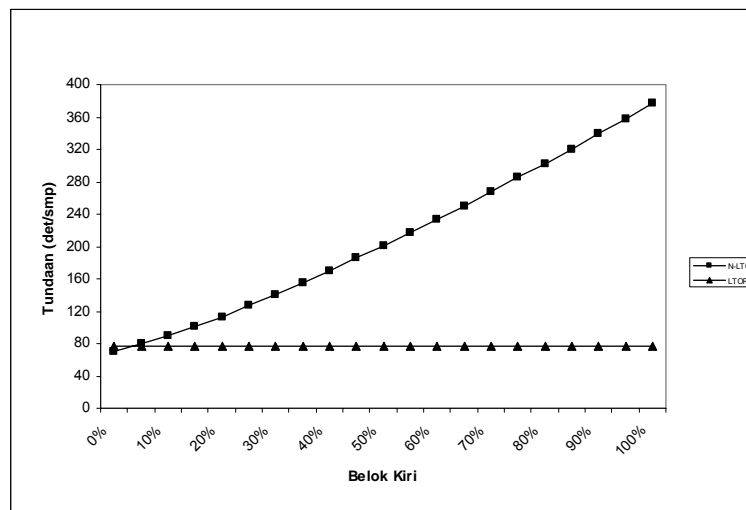
4.3.6. Simulasi pada pendekatan Jl. Kaligarang

Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

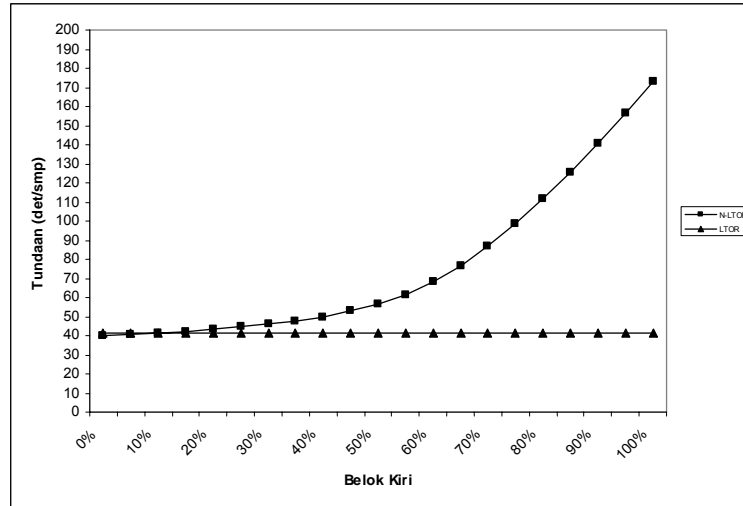
**Tabel IV.19 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR
Pendekat : Jl. Kaligarang**

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	70.8	76.0	40	41.6	35.1	35.7	32.3	32.5	30.2	30.3
5%	79.4	76.0	40.7	41.6	35.4	35.7	32.5	32.5	30.4	30.3
10%	89.5	76.0	41.5	41.6	35.7	35.7	32.7	32.5	30.6	30.3
15%	100.9	76.0	42.3	41.6	36	35.7	32.9	32.5	30.8	30.3
20%	113.3	76.0	43.3	41.6	36.3	35.7	33.2	32.5	30.9	30.3
25%	126.6	76.0	44.5	41.6	36.7	35.7	33.4	32.5	31.1	30.3
30%	140.6	76.0	46	41.6	37	35.7	33.6	32.5	31.3	30.3
35%	155.1	76.0	47.7	41.6	37.4	35.7	33.9	32.5	31.5	30.3
40%	170.1	76.0	49.9	41.6	38.1	35.7	34.1	32.5	31.7	30.3
45%	185.5	76.0	52.8	41.6	38.9	35.7	34.4	32.5	31.9	30.3
50%	201.2	76.0	56.5	41.6	38.8	35.7	34.6	32.5	32.1	30.3
55%	217.3	76.0	61.5	41.6	39.3	35.7	34.9	32.5	32.3	30.3
60%	233.8	76.0	68	41.6	39.8	35.7	35.2	32.5	32.5	30.3
65%	250.5	76.0	76.4	41.6	40.5	35.7	35.4	32.5	32.7	30.3
70%	267.6	76.0	86.6	41.6	41.2	35.7	35.7	32.5	32.9	30.3
75%	285	76.0	98.4	41.6	42	35.7	36	32.5	33.1	30.3
80%	302.7	76.0	111.6	41.6	42.9	35.7	36.4	32.5	33.4	30.3
85%	320.7	76.0	125.8	41.6	44	35.7	36.7	32.5	33.6	30.3
90%	339	76.0	140.8	41.6	45.3	35.7	37	32.5	33.8	30.3
95%	357.7	76.0	156.6	41.6	46.8	35.7	37.4	32.5	34	30.3
100%	376.7	76.0	172.8	41.6	48.8	35.7	37.8	32.5	34.3	30.3

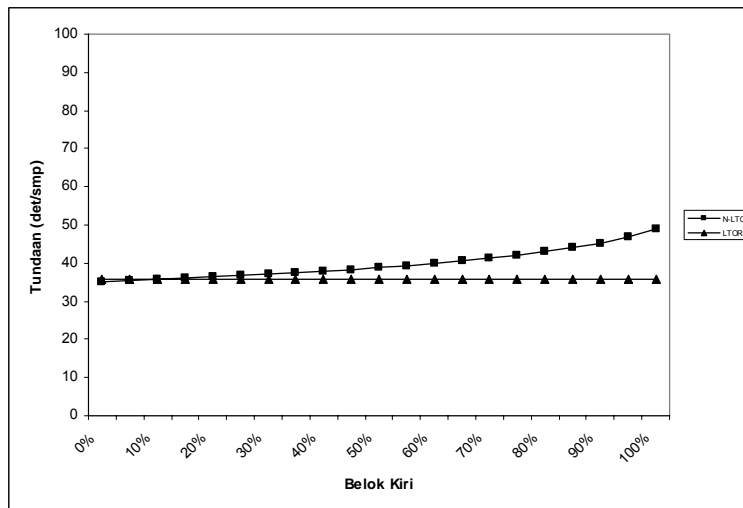
Sumber : Hasil Analisis



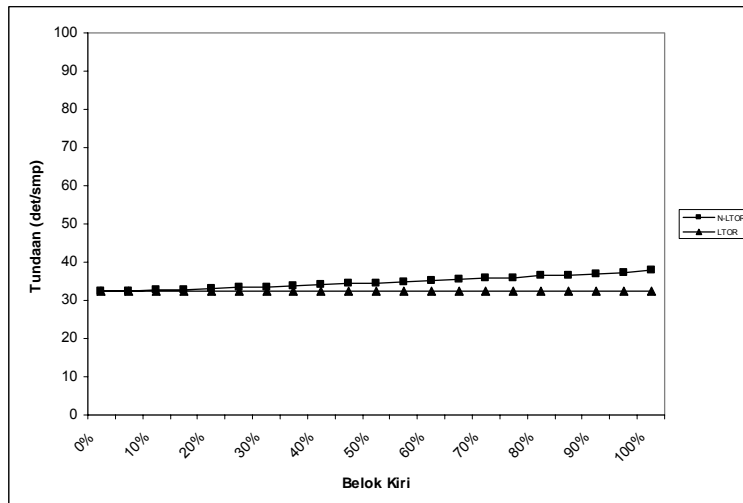
Gambar 4.7.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Kaligarang



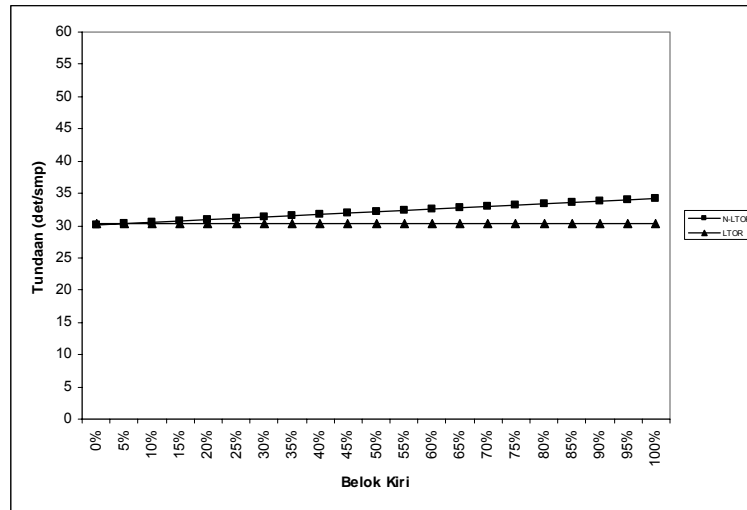
Gambar 4.7.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Kaligarang



Gambar 4.7.c Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Kaligarang



Gambar 4.7.d Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7
Pendekat : Jl. Kaligarang



Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 5%, pada DS 0.9 adalah 10%, pada DS 0.8 adalah 10%, pada DS 0.7 adalah 5% dan pada DS 0.6 adalah 5%.

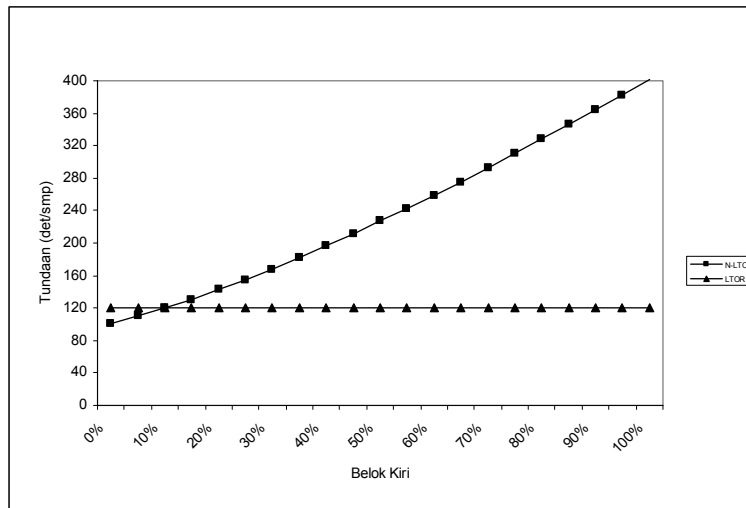
Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekat tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

4.3.7. Simulasi pada pendekat Jl. Veteran

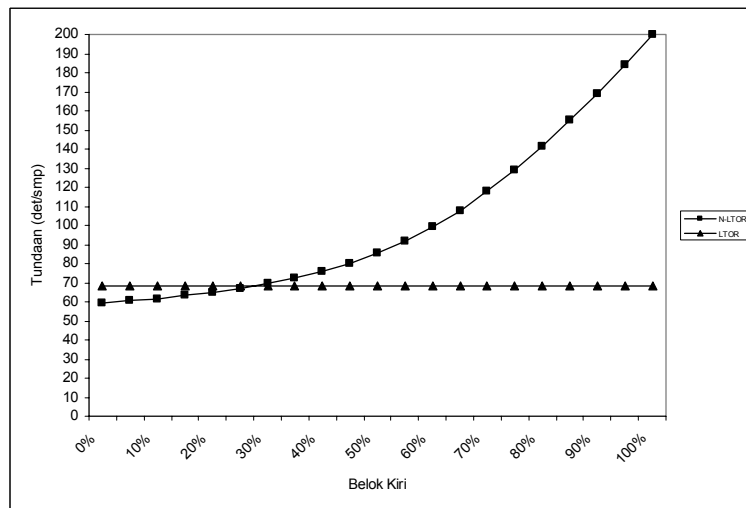
Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

Tabel IV.20 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR
Pendekat : Jl. Veteran

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	101.5	120.6	59.3	68	51.2	54.9	47.5	49.2	45	45.7
5%	110.1	120.6	60.4	68	51.6	54.9	47.7	49.2	45.2	45.7
10%	119.8	120.6	61.7	68	52	54.9	47.9	49.2	45.4	45.7
15%	130.6	120.6	63.3	68	52.4	54.9	48.2	49.2	45.5	45.7
20%	142.3	120.6	65	68	52.9	54.9	48.4	49.2	45.7	45.7
25%	154.8	120.6	67.1	68	53.4	54.9	48.7	49.2	45.9	45.7
30%	168.1	120.6	69.5	68	54	54.9	49	49.2	46.1	45.7
35%	182	120.6	72.5	68	54.5	54.9	49.2	49.2	46.3	45.7
40%	196.5	120.6	76	68	55.2	54.9	49.5	49.2	46.4	45.7
45%	211.4	120.6	80.2	68	55.9	54.9	49.8	49.2	46.6	45.7
50%	226.9	120.6	85.4	68	56.7	54.9	50.1	49.2	46.8	45.7
55%	242.7	120.6	91.6	68	57.5	54.9	50.5	49.2	47	45.7
60%	259	120.6	99	68	58.5	54.9	50.8	49.2	47.3	45.7
65%	275.9	120.6	107.3	68	59.5	54.9	51.2	49.2	47.5	45.7
70%	293.9	120.6	116.7	68	60.6	54.9	51.7	49.2	47.8	45.7
75%	313.1	120.6	127.2	68	61.8	54.9	52.3	49.2	48.1	45.7
80%	333.5	120.6	138.9	68	63.1	54.9	53.0	49.2	48.5	45.7
85%	355.2	120.6	151.8	68	64.5	54.9	53.8	49.2	49.0	45.7
90%	378.2	120.6	166.0	68	66.0	54.9	54.7	49.2	49.6	45.7
95%	402.5	120.6	181.5	68	67.6	54.9	55.7	49.2	50.3	45.7
100%	428.2	120.6	198.4	68	69.3	54.9	56.8	49.2	51.1	45.7

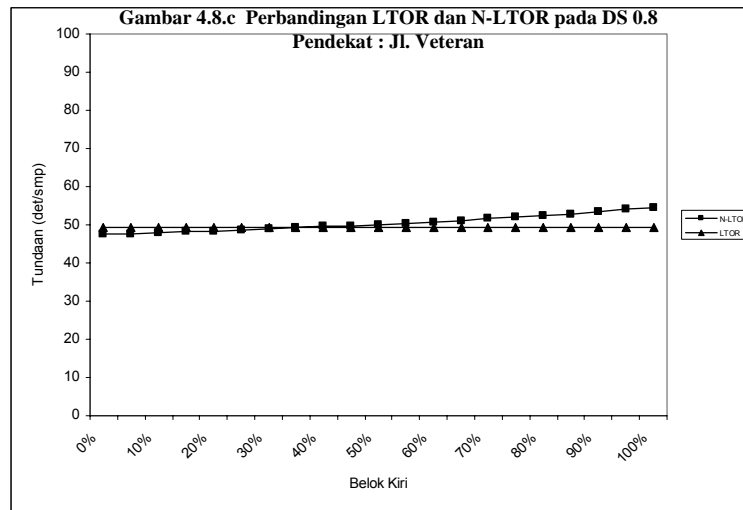


Gambar 4.8.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Veteran

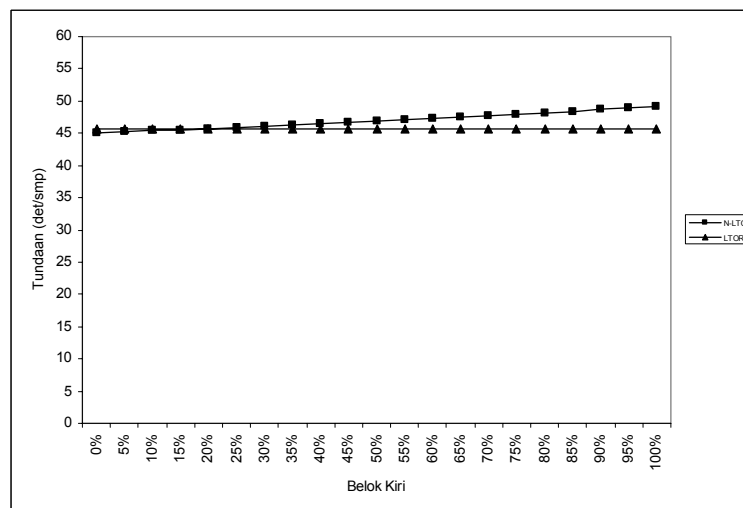


Gambar 4.8.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Veteran





Gambar 4.8.d Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Veteran



Gambar 4.8.e Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Veteran

Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 10%, pada DS 0.9 adalah 25%, pada DS 0.8 adalah 40%, pada DS 0.7 adalah 35% dan pada DS 0.6 adalah 20%.

Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekatan tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

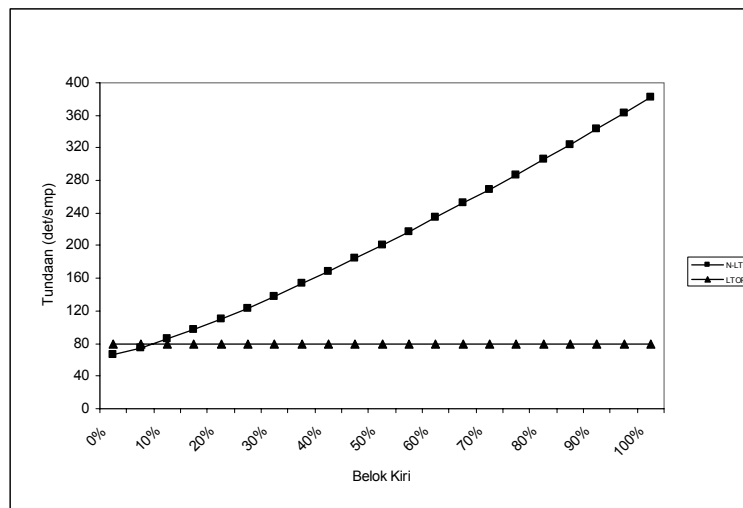
4.3.8. Simulasi pada pendekatan Jl. Setiabudi (utara)

Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

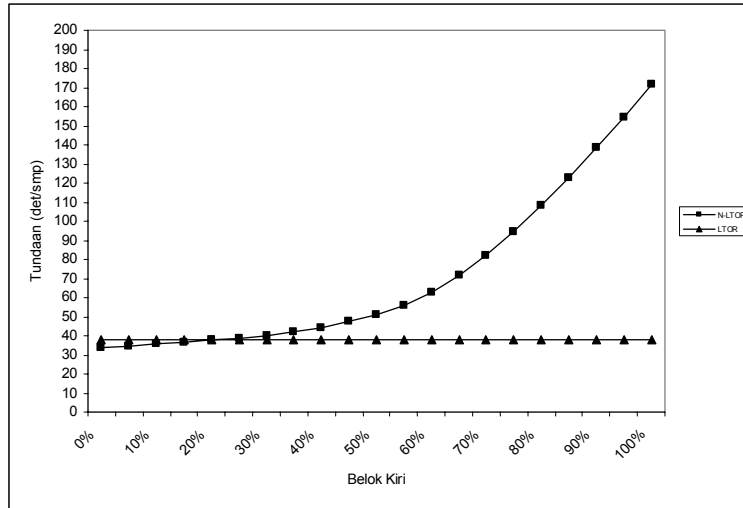
**Tabel IV.21 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR
Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)**

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	65.9	78.9	34.1	38.2	28.8	30.4	25.7	26.5	23.5	23.8
5%	74.8	78.9	34.8	38.2	29.1	30.4	26	26.5	23.7	23.8
10%	85.2	78.9	35.6	38.2	29.4	30.4	26.2	26.5	23.9	23.8
15%	97.1	78.9	36.5	38.2	29.8	30.4	26.5	26.5	24.1	23.8
20%	110	78.9	37.6	38.2	30.1	30.4	26.7	26.5	24.3	23.8
25%	123.8	78.9	38.8	38.2	30.5	30.4	27	26.5	24.5	23.8
30%	138.3	78.9	40.3	38.2	30.9	30.4	27.2	26.5	24.7	23.8
35%	153.3	78.9	42.1	38.2	31.3	30.4	27.5	26.5	24.9	23.8
40%	168.8	78.9	44.3	38.2	31.8	30.4	27.8	26.5	25.1	23.8
45%	184.7	78.9	47.3	38.2	32.3	30.4	28	26.5	25.4	23.8
50%	201	78.9	51.1	38.2	32.8	30.4	28.3	26.5	25.6	23.8
55%	217.7	78.9	56.2	38.2	33.3	30.4	28.6	26.5	25.8	23.8
60%	234.6	78.9	63	38.2	33.9	30.4	28.9	26.5	26	23.8
65%	251.9	78.9	71.6	38.2	34.6	30.4	29.2	26.5	26.3	23.8
70%	269.5	78.9	82.2	38.2	35.3	30.4	29.5	26.5	26.5	23.8
75%	287.4	78.9	94.5	38.2	36.2	30.4	29.9	26.5	26.7	23.8
80%	305.6	78.9	108.1	38.2	37.1	30.4	30.2	26.5	27	23.8
85%	324.2	78.9	122.9	38.2	38.2	30.4	30.6	26.5	27.2	23.8
90%	343	78.9	138.5	38.2	39.6	30.4	31	26.5	27.5	23.8
95%	362.3	78.9	154.7	38.2	41.2	30.4	31.3	26.5	27.7	23.8
100%	381.8	78.9	171.6	38.2	43.2	30.4	31.8	26.5	28	23.8

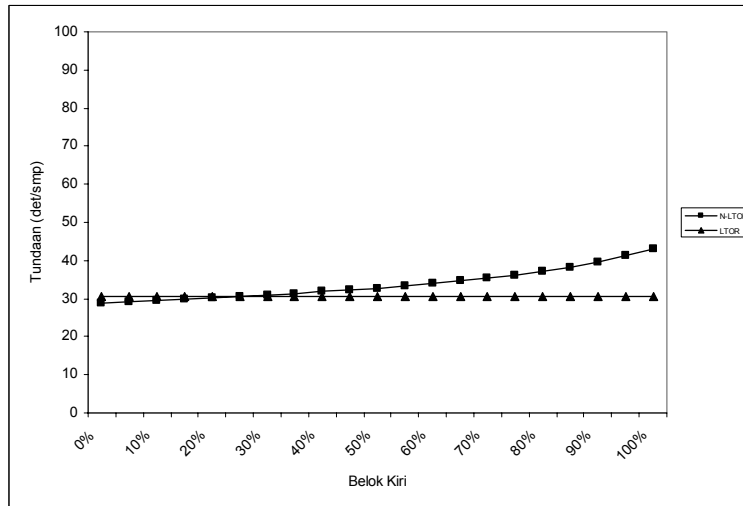
Sumber : Hasil Analisis



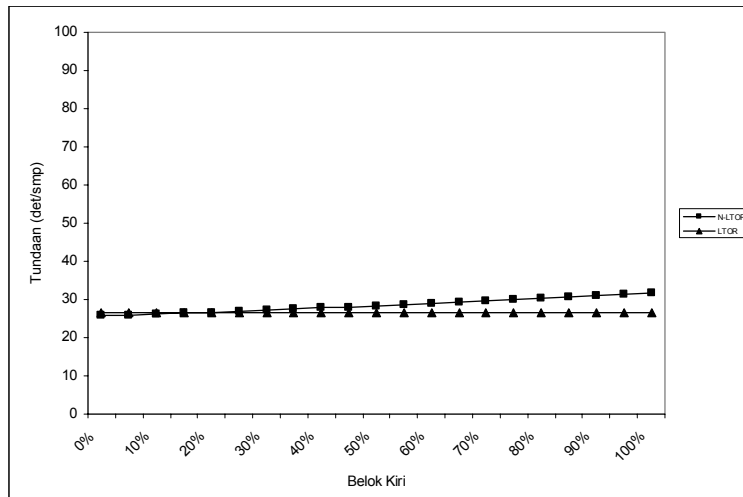
Gambar 4.9.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)

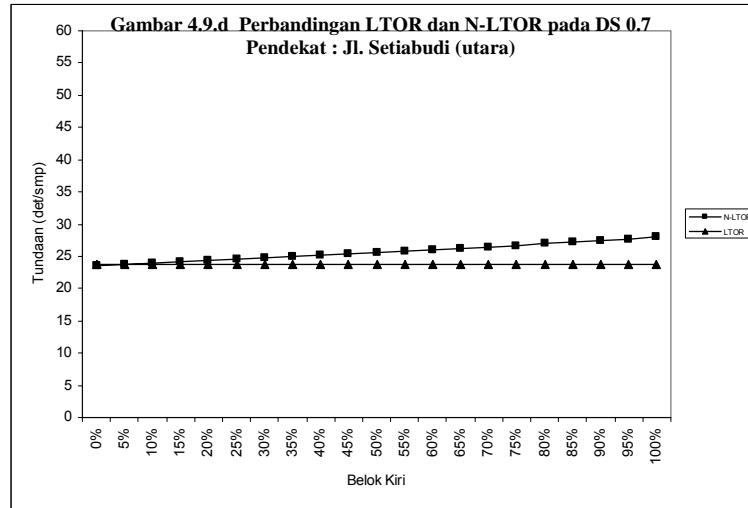


Gambar 4.9.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)



Gambar 4.9.c Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)





Gambar 4.9.e Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Setiabudi (utara)

Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 5%, pada DS 0.9 adalah 20%, pada DS 0.8 adalah 25%, pada DS 0.7 adalah 15% dan pada DS 0.6 adalah 5%.

Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekat tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

4.3.9. Simulasi pada pendekat Jl. Prof. Soedharto

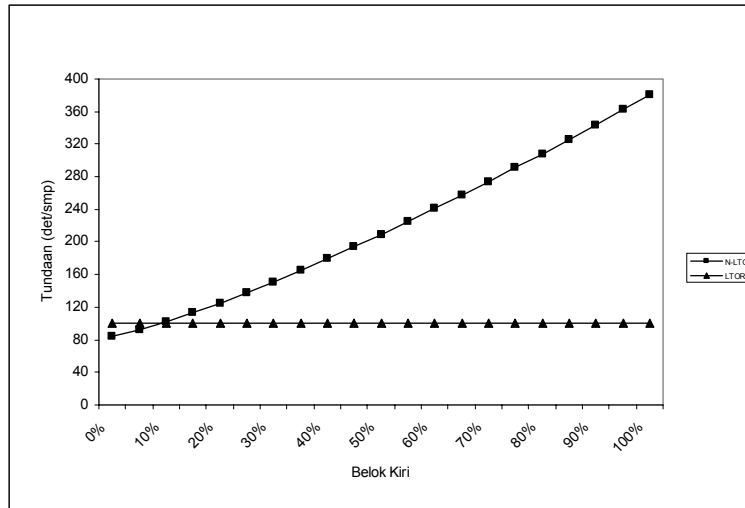
Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

Tabel IV.22 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR Pendekat : Jl. Prof. Soedharto

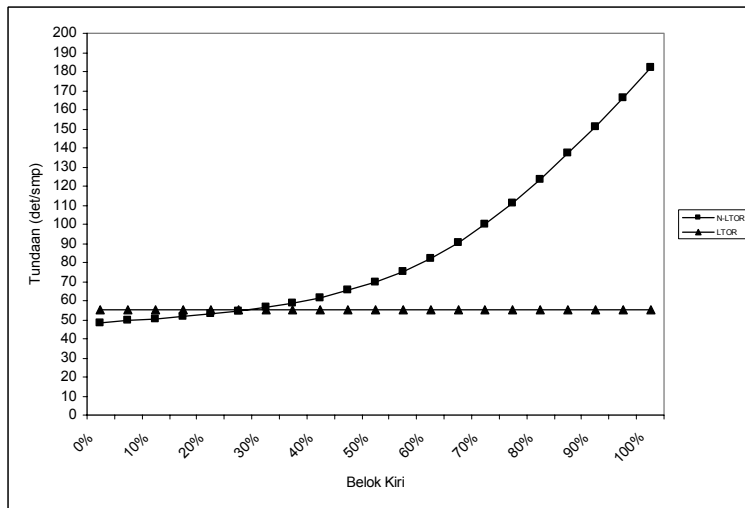
LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	84.7	100.8	48.6	54.9	42.4	45	39.4	40.6	37.3	37.7
5%	93.1	100.8	49.5	54.9	42.8	45	39.6	40.6	37.5	37.7
10%	102.6	100.8	50.5	54.9	43.1	45	39.8	40.6	37.6	37.7
15%	113.4	100.8	51.7	54.9	43.5	45	40	40.6	37.8	37.7
20%	125.1	100.8	53	54.9	43.8	45	40.3	40.6	38	37.7
25%	137.6	100.8	54.6	54.9	44.2	45	40.5	40.6	38.1	37.7
30%	150.8	100.8	56.5	54.9	44.7	45	40.7	40.6	38.3	37.7
35%	164.7	100.8	58.9	54.9	45.1	45	41	40.6	38.5	37.7
40%	179.1	100.8	61.7	54.9	45.6	45	41.2	40.6	38.7	37.7
45%	193.9	100.8	65.2	54.9	46.2	45	41.5	40.6	38.8	37.7

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
50%	209.1	100.8	69.7	54.9	46.8	45	41.7	40.6	39	37.7
55%	224.7	100.8	75.2	54.9	47.4	45	42	40.6	39.2	37.7
60%	240.7	100.8	82.1	54.9	48.2	45	42.3	40.6	39.4	37.7
65%	257.1	100.8	90.4	54.9	49	45	42.6	40.6	39.6	37.7
70%	273.7	100.8	100.2	54.9	49.9	45	43	40.6	39.8	37.7
75%	290.7	100.8	111.3	54.9	51	45	43.3	40.6	40	37.7
80%	308	100.8	123.7	54.9	52.2	45	43.6	40.6	40.2	37.7
85%	325.7	100.8	137.1	54.9	53.7	45	44	40.6	40.4	37.7
90%	343.7	100.8	151.3	54.9	55.4	45	44.4	40.6	40.7	37.7
95%	362	100.8	166.3	54.9	57.5	45	44.9	40.6	40.9	37.7
100%	380.7	100.8	181.9	54.9	60.1	45	45.3	40.6	41.1	37.7

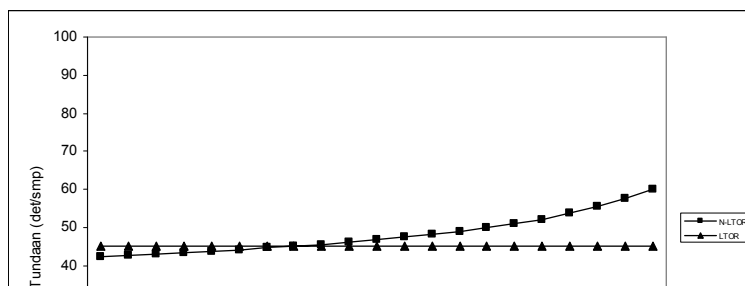
Sumber : Hasil Analisis



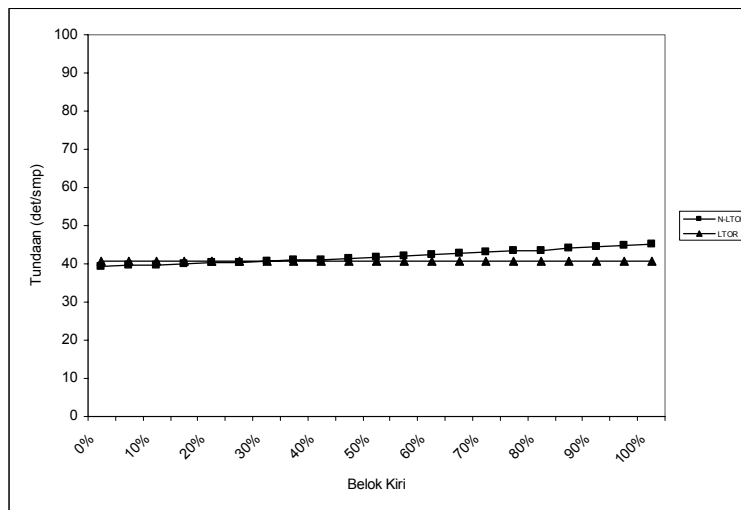
Gambar 4.10.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Prof. Soedharto



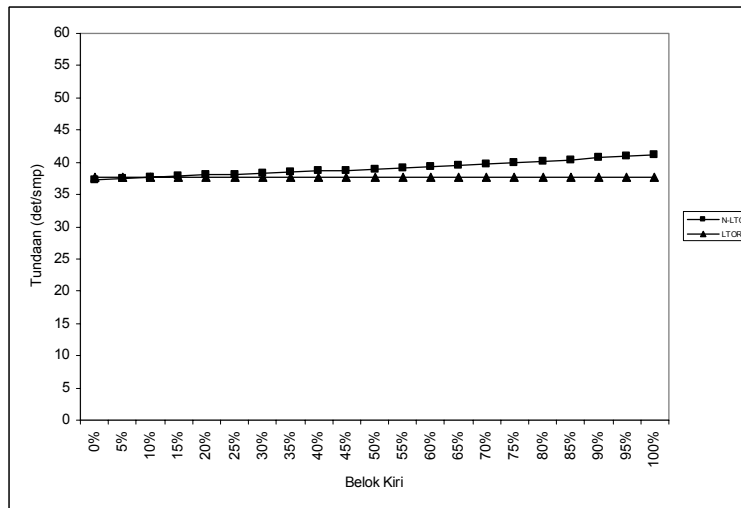
Gambar 4.10.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Prof. Soedharto



Gambar 4.10.c Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8
Pendekat : Jl. Prof. Soedharto



Gambar 4.10.d Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7
Pendekat : Jl. Prof. Soedharto



Berdasarkan simulasi diatas maka nilai LTOR pada DS 1 adalah 10%, pada DS 0.9 adalah 25%, pada DS 0.8 adalah 35%, pada DS 0.7 adalah 25% dan pada DS 0.6 adalah 10%.

Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekatan tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

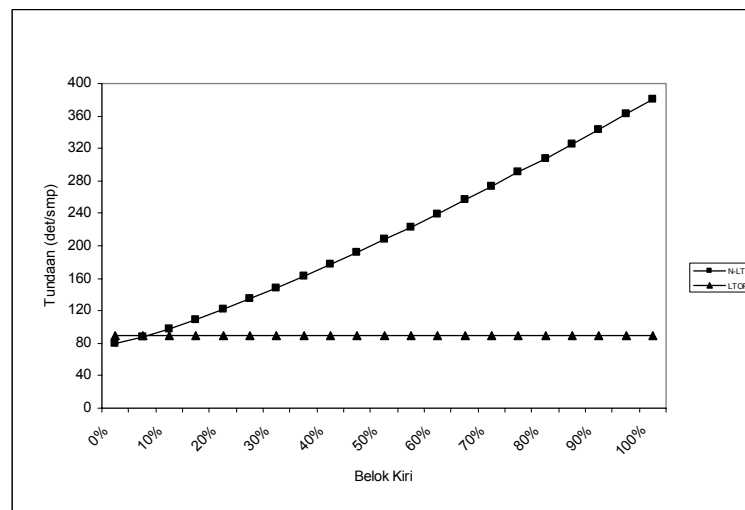
4.3.10. Simulasi pada pendekatan Jl. Mataram

Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

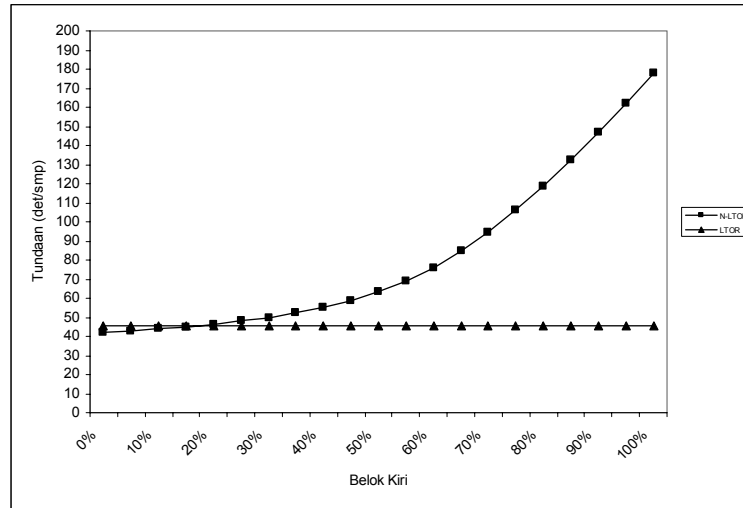
**Tabel IV.23 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR
Pendekat : Jl. Mataram**

LT	D = DT+DG									
	DS = 1		DS = 0.9		DS = 0.8		DS = 0.7		DS = 0.6	
	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	79.5	89.3	42.1	45.8	36.2	37.8	33.7	34.4	32.1	32.4
5%	88.1	89.3	42.9	45.8	36.5	37.8	33.9	34.4	32.2	32.4
10%	98.1	89.3	43.9	45.8	36.8	37.8	34	34.4	32.3	32.4
15%	109.2	89.3	45.1	45.8	37.1	37.8	34.2	34.4	32.5	32.4
20%	121.2	89.3	46.4	45.8	37.5	37.8	34.4	34.4	32.6	32.4
25%	134.2	89.3	48	45.8	37.8	37.8	34.6	34.4	32.7	32.4
30%	147.8	89.3	50	45.8	38.2	37.8	34.8	34.4	32.9	32.4
35%	162.1	89.3	52.3	45.8	38.6	37.8	35	34.4	33	32.4
40%	176.8	89.3	55.2	45.8	39.1	37.8	35.2	34.4	33.1	32.4
45%	192	89.3	58.9	45.8	39.6	37.8	35.4	34.4	33.3	32.4
50%	207.5	89.3	63.5	45.8	40.2	37.8	35.6	34.4	33.4	32.4
55%	223.5	89.3	69.2	45.8	40.8	37.8	35.8	34.4	33.6	32.4
60%	239.7	89.3	76.2	45.8	41.5	37.8	36.1	34.4	33.7	32.4
65%	256.3	89.3	84.8	45.8	42.3	37.8	36.4	34.4	33.9	32.4
70%	273.2	89.3	94.8	45.8	43.2	37.8	36.6	34.4	34	32.4
75%	290.4	89.3	106.2	45.8	44.2	37.8	36.9	34.4	34.2	32.4
80%	307.9	89.3	118.9	45.8	45.4	37.8	37.2	34.4	34.4	32.4
85%	325.7	89.3	132.5	45.8	46.9	37.8	37.6	34.4	34.5	32.4
90%	343.8	89.3	147	45.8	48.6	37.8	37.9	34.4	34.7	32.4
95%	362.2	89.3	162.3	45.8	50.8	37.8	38.3	34.4	34.9	32.4
100%	380.9	89.3	178.1	45.8	53.4	37.8	38.7	34.4	35.1	32.4

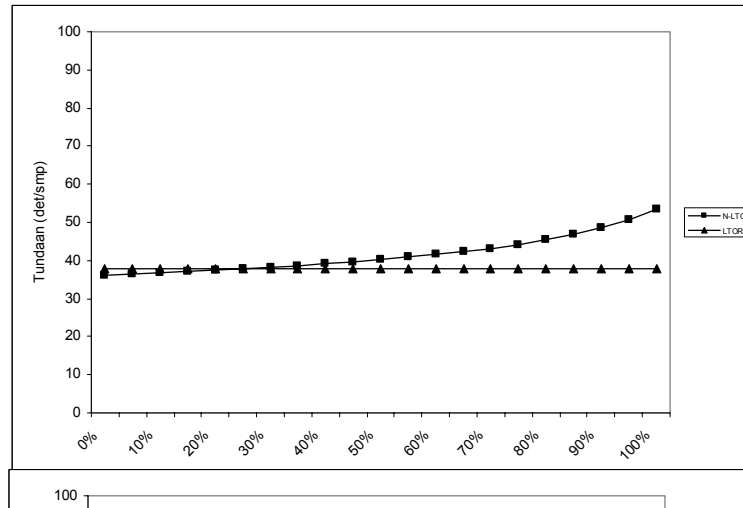
Sumber : Hasil Analisis



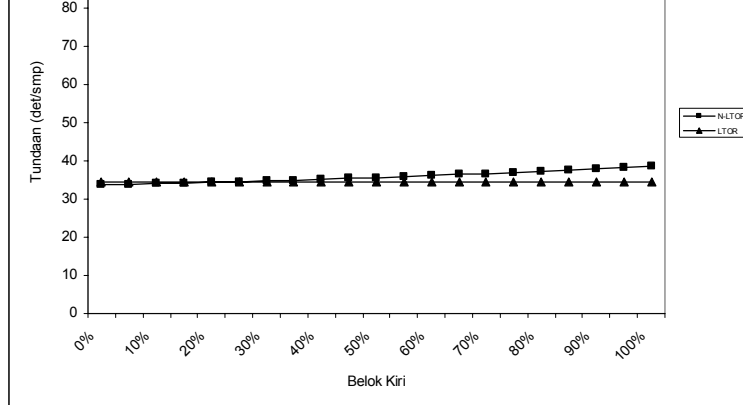
Gambar 4.11.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Mataram



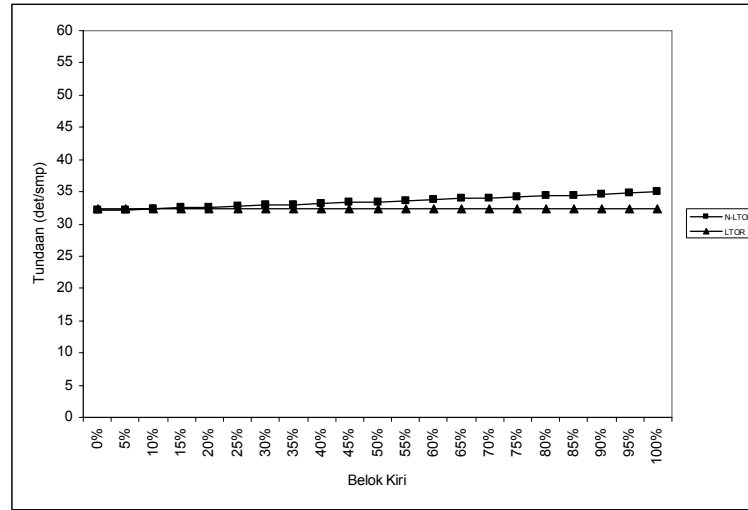
Gambar 4.11.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Mataram



Gambar 4.11.c Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Mataram



Gambar 4.11.d Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7
Pendekat : Jl. Mataram



Gambar 4.11.e Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6
Pendekat : Jl. Mataram

Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 5%, pada DS 0.9 adalah 20%, pada DS 0.8 adalah 25%, pada DS 0.7 adalah 20% dan pada DS 0.6 adalah 10%.

Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekat tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

4.3.11. Simulasi pada pendekat Jl. Tentara Pelajar

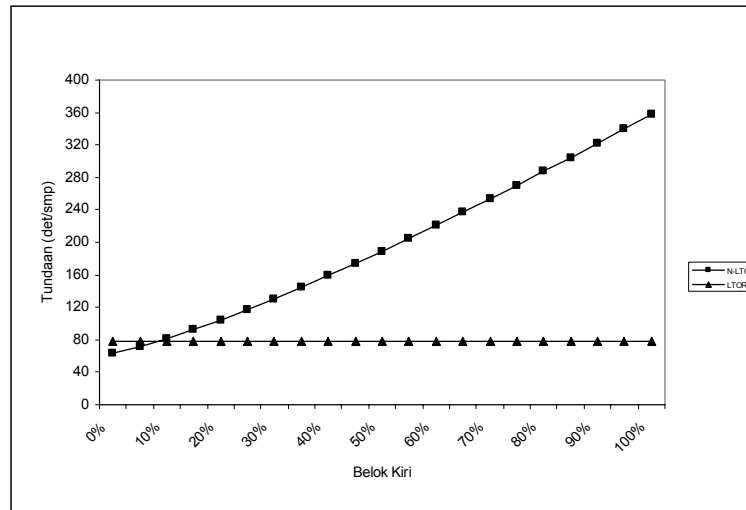
Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

SIMULASI PERBANDINGAN LTOR DAN N-LTOR PADA BEBERAPA KONDISI

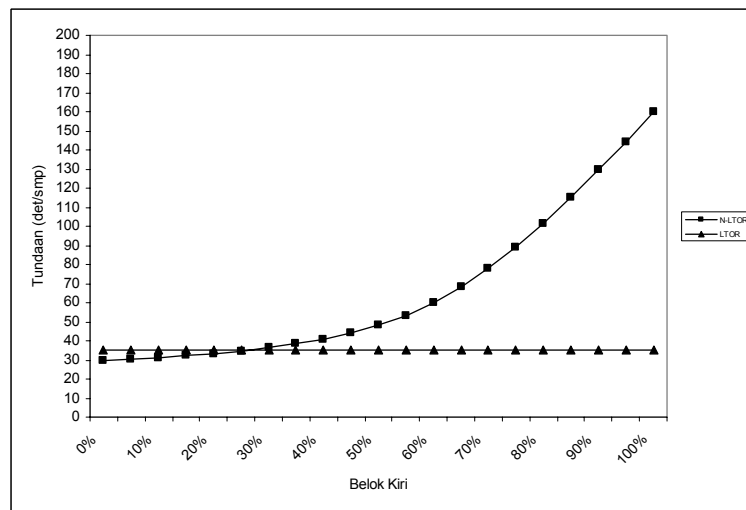
**Tabel IV.24 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR
Pendekat : Jl. Tentara Pelajar**

	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR	N-LTOR	LTOR
0%	63.1	78.4	29.6	35.4	24.4	26.7	21.9	22.9	20.1	20.5
5%	71.5	78.4	30.3	35.4	24.7	26.7	22.1	22.9	20.3	20.5
10%	81.3	78.4	31.2	35.4	25	26.7	22.3	22.9	20.5	20.5
15%	92.3	78.4	32.2	35.4	25.3	26.7	22.5	22.9	20.6	20.5
20%	104.3	78.4	33.3	35.4	25.6	26.7	22.7	22.9	20.8	20.5
25%	117.1	78.4	34.7	35.4	26	26.7	22.9	22.9	21	20.5
30%	130.6	78.4	36.3	35.4	26.4	26.7	23.1	22.9	21.2	20.5
35%	144.6	78.4	38.3	35.4	26.8	26.7	23.3	22.9	21.4	20.5
40%	159.1	78.4	40.8	35.4	27.2	26.7	23.6	22.9	21.5	20.5
45%	173.9	78.4	44	35.4	27.6	26.7	23.8	22.9	21.7	20.5
50%	189.1	78.4	48	35.4	28.1	26.7	24.1	22.9	21.9	20.5
55%	204.7	78.4	53.2	35.4	28.7	26.7	24.3	22.9	22.1	20.5
60%	220.6	78.4	59.9	35.4	29.3	26.7	24.6	22.9	22.3	20.5
65%	236.7	78.4	68.1	35.4	30	26.7	24.8	22.9	22.5	20.5
70%	253.2	78.4	77.9	35.4	30.8	26.7	25.1	22.9	22.6	20.5
75%	269.9	78.4	89.2	35.4	31.6	26.7	25.4	22.9	22.8	20.5
80%	287	78.4	101.7	35.4	32.7	26.7	25.7	22.9	23	20.5
85%	304.3	78.4	115.1	35.4	33.9	26.7	26	22.9	23.2	20.5
90%	321.9	78.4	129.4	35.4	35.2	26.7	26.4	22.9	23.5	20.5
95%	340.1	78.4	144.7	35.4	36.7	26.7	26.8	22.9	23.8	20.5
100%	359.0	78.4	161.1	35.4	38.3	26.7	27.3	22.9	24.2	20.5

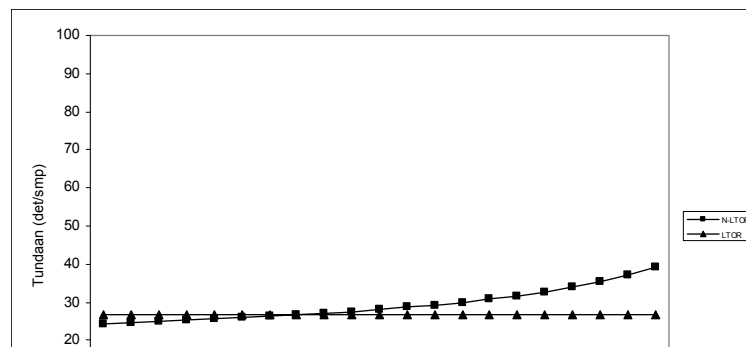
Sumber : Hasil Analisis



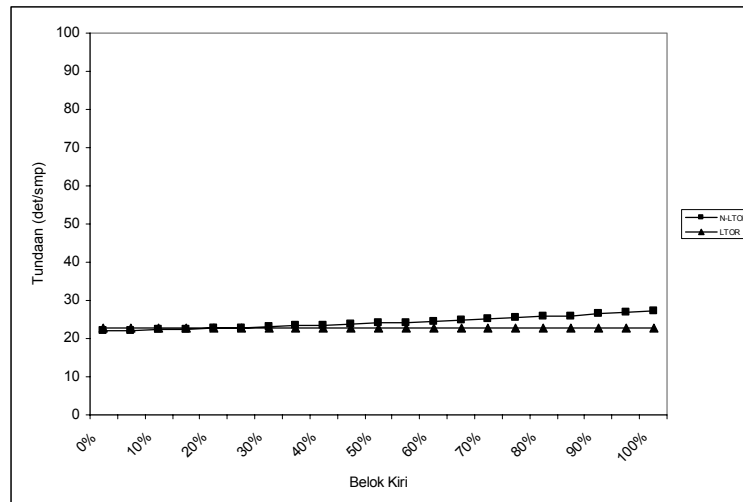
Gambar 4.12.a Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 1 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar



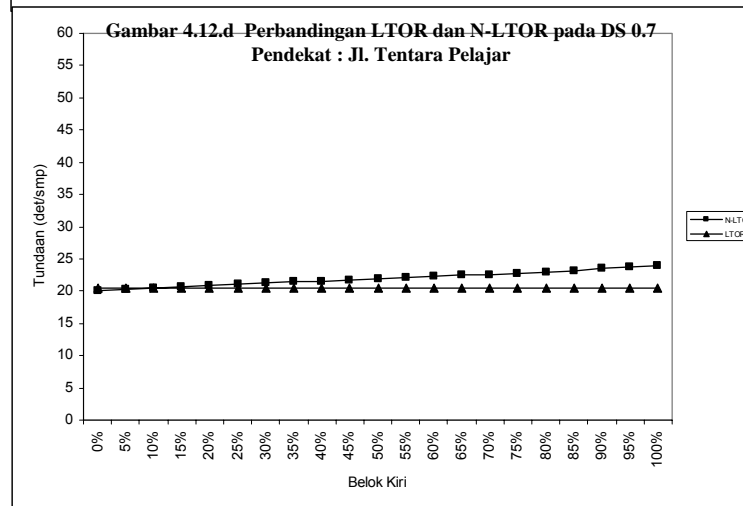
Gambar 4.12.b Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.9 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar



Gambar 4.12.c Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.8 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar



Gambar 4.12.d Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.7 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar



Gambar 4.12.e Perbandingan LTOR dan N-LTOR pada DS 0.6 Pendekat : Jl. Tentara Pelajar

Berdasarkan simulasi diatas maka titik kritis pada DS 1 adalah 10%, pada DS 0.9 adalah 25%, pada DS 0.8 adalah 35%, pada DS 0.7 adalah 25% dan pada DS 0.6 adalah 10%.

Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekatan tersebut melebihi titik kritis pada masing-masing DS, akan lebih efisien bila diterapkan LTOR karena tundaannya lebih rendah, tetapi bila nilai prosentase arus belok kirinya lebih rendah dari titik kritis maka lebih efisien diterapkan N-LTOR.

4.3.12. Rekapitulasi hasil simulasi

Berdasarkan dari simulasi terhadap seluruh lokasi penelitian didapatkan data sebagai berikut :

Tabel IV.25 Hasil Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR

No	Simpang	Pendekat	Lebar (meter)			Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR				
			(Wa)	(We)	W_{LTOR}	DS 1	DS 0.9	DS 0.8	DS 0.7	DS 0.6
						titik kritis				
1	Citarum-Dr.Cipto	Jl.Citarum	8	5	3	5%	15%	20%	10%	5%
		Jl.Widoarjo	13	10	3	5%	10%	15%	10%	5%
2	Pemuda-Gendingan	Jl.Pemuda (timur)	9.5	6	3.5	5%	20%	25%	20%	10%
3	Imam Bonjol-Indraprasta	Jl.Indraprasta	7	4	3	10%	25%	30%	25%	10%
4	S.Parman-Kaligarang	Jl.S.Parman	11	7	4	5%	20%	25%	20%	5%
		Jl.Kaligarang	8	6	2	5%	10%	10%	5%	5%
5	Pahlawan-Veteran	Jl.Veteran	7.5	4	3	10%	25%	40%	35%	20%
6	Setiabudi-Prof.Soedharto	Jl.Setiabudi (utara)	8.5	4.5	4	5%	20%	25%	15%	5%
		Jl.Prof.Soedharto	7	4	3	10%	25%	35%	25%	10%
7	Wahidin-Tentara Pelajar	Jl.Mataram	12.5	8.5	4	5%	20%	25%	20%	10%
		Jl.Tentara Pelajar	6	3	3	10%	25%	35%	25%	10%

Sumber : Hasil Analisis

Tabel IV.26 Hasil Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR

No	Pendekat	Lebar (meter)			Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR				
		(Wa)	(We)	W_{LTOR}	DS 1	DS 0.9	DS 0.8	DS 0.7	DS 0.6
					titik kritis				
1	Jl.Tentara Pelajar	6	3	3	10%	25%	35%	25%	10%
2	Jl.Indraprasta	7	4	3	10%	25%	35%	25%	10%
3	Jl.Prof.Soedharto	7	4	3	10%	25%	35%	25%	10%
4	Jl.Veteran	7.5	4	3.5	10%	25%	40%	35%	20%
5	Jl.Citarum	8	5	3	5%	15%	20%	10%	5%
6	Jl.Kaligarang	8	6	2	5%	10%	10%	5%	5%
7	Jl.Setiabudi (utara)	8.5	4.5	4	5%	20%	25%	15%	5%
8	Jl.Pemuda (timur)	9.5	6	3.5	5%	20%	25%	20%	10%
9	Jl.S.Parman	11	7	4	5%	20%	25%	20%	5%
10	Jl.Mataram	12.5	8.5	4	5%	20%	25%	20%	10%
11	Jl.Widoarjo	13	10	3	5%	10%	15%	10%	5%

Sumber : Hasil Analisis

Titik kritis tersebut berfungsi sebagai titik potong grafik (*intercept*) antara grafik simulasi perbandingan LTOR dan N-LTOR.

Sedangkan selisih rata-rata tundaan perbandingan antara penerapan antara LTOR dan N-LTOR pada beberapa kondisi derajat kejenuhan (DS) adalah sebagai berikut :

Tabel IV.27 Selisih Tundaan Rata-Rata Hasil Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR

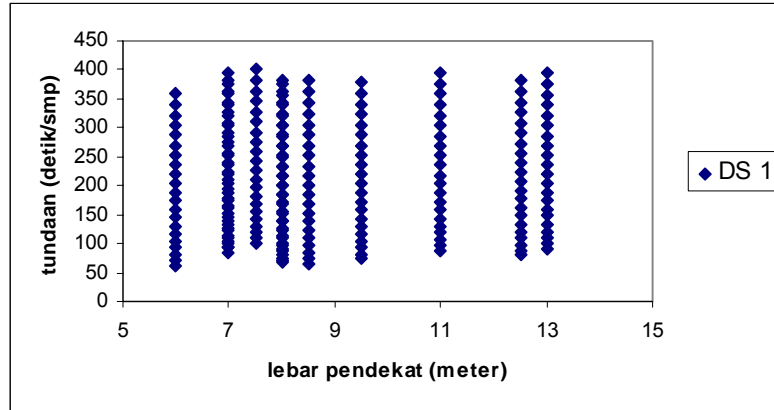
No	Pendekat	Lebar (meter)			DS 1			DS 0.9		
		(Wa)	(We)	W_{LTOR}	rata-rata N-LTOR	rata-rata LTOR	selisih rata-rata	rata-rata N-LTOR	rata-rata LTOR	selisih rata-rata
1	Jl.Tentara Pelajar	6	3	3	196.3	78.4	117.9	66.5	35.4	31.1
2	Jl.Indraprasta	7	4	3	228.3	108.2	120.1	94.5	58.7	35.8
3	Jl.Prof.Soedharto	7	4	3	217.2	100.8	116.4	87.6	54.9	32.7
4	Jl.Veteran	7.5	4	3.5	235.5	120.6	114.9	102.6	68.0	34.6
5	Jl.Citarum	8	5	3	208.3	75.8	132.5	71.6	36.4	35.2
6	Jl.Kaligarang	8	6	2	208.8	76.0	132.8	76.4	41.6	34.8
7	Jl.Setiabudi (utara)	8.5	4.5	4	208.6	78.9	129.7	71.7	38.2	33.5
8	Jl.Pemuda (timur)	9.5	6	3.5	211.3	84.0	127.3	76.8	41.7	35.1
9	Jl.S.Parman	11	7	4	226.6	98.8	127.8	92.1	56.4	35.7
10	Jl.Mataram	12.5	8.5	4	215.2	89.3	125.9	81.8	45.8	36.0
11	Jl.Widoarjo	13	10	3	227.7	97.2	130.5	93.8	55.9	37.9

No	Pendekat	Lebar (meter)			DS 0.8			DS 0.7		
		(Wa)	(We)	W_{LTOR}	rata-rata N-LTOR	rata-rata LTOR	selisih rata-rata	rata-rata N-LTOR	rata-rata LTOR	selisih rata-rata
1	Jl.Tentara Pelajar	6	3	3	29.3	26.7	2.6	24.2	22.9	1.3
2	Jl.Indraprasta	7	4	3	51.4	47.2	4.2	43.8	42.1	1.7
3	Jl.Prof.Soedharto	7	4	3	48.2	45.0	3.2	42.0	40.6	1.4
4	Jl.Veteran	7.5	4	3.5	58.6	54.9	3.7	50.5	49.2	1.3
5	Jl.Citarum	8	5	3	33.0	29.1	3.9	27.6	25.4	2.2
6	Jl.Kaligarang	8	6	2	39.8	35.7	4.1	34.8	32.5	2.3
7	Jl.Setiabudi (utara)	8.5	4.5	4	33.8	30.4	3.4	28.5	26.5	2.0
8	Jl.Pemuda (timur)	9.5	6	3.5	37.4	33.8	3.6	31.9	30.3	1.6
9	Jl.S.Parman	11	7	4	52.3	48.4	3.9	46.3	44.6	1.7
10	Jl.Mataram	12.5	8.5	4	41.7	37.8	3.9	35.8	34.4	1.4
11	Jl.Widoarjo	13	10	3	53.2	48.4	4.8	47.0	45.1	1.9

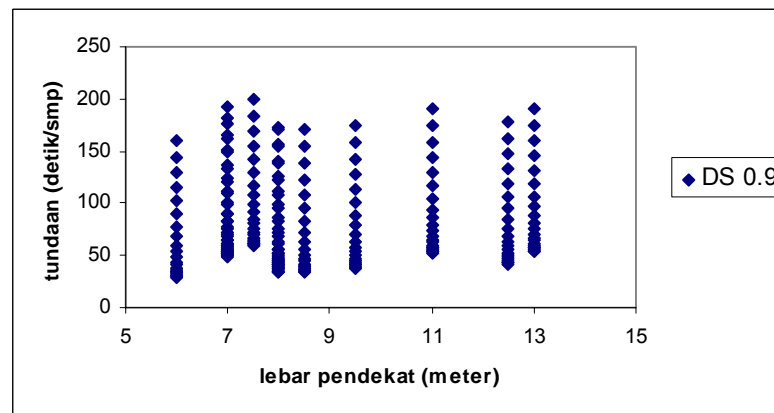
No	Pendekat	Lebar (meter)			DS 0.6		
		(Wa)	(We)	W_{LTOR}	rata-rata N-LTOR	rata-rata LTOR	selisih rata-rata
1	Jl.Tentara Pelajar	6	3	3	21.9	20.5	1.4
2	Jl.Indraprasta	7	4	3	40.4	38.8	1.6
3	Jl.Prof.Soedharto	7	4	3	39.1	37.7	1.4
4	Jl.Veteran	7.5	4	3.5	46.9	45.7	1.2
5	Jl.Citarum	8	5	3	24.8	22.9	1.9
6	Jl.Kaligarang	8	6	2	32.1	30.3	1.8
7	Jl.Setiabudi (utara)	8.5	4.5	4	25.6	23.8	1.8
8	Jl.Pemuda (timur)	9.5	6	3.5	29.4	28.0	1.4
9	Jl.S.Parman	11	7	4	43.6	42.1	1.5
10	Jl.Mataram	12.5	8.5	4	33.5	32.4	1.1
11	Jl.Widoarjo	13	10	3	44.4	43.1	1.3

Sumber : Hasil Analisis

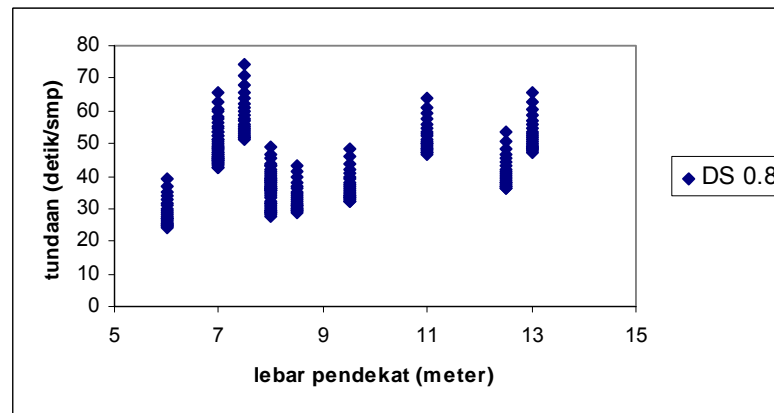
Sedangkan pola tundaan (detik/smp) berkaitan dengan lebar pendekat pada beberapa kondisi derajat kejenuhan (DS) adalah sebagai berikut :



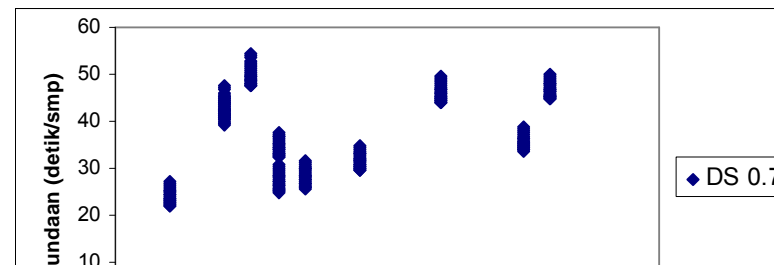
Gambar 4.13a Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 1



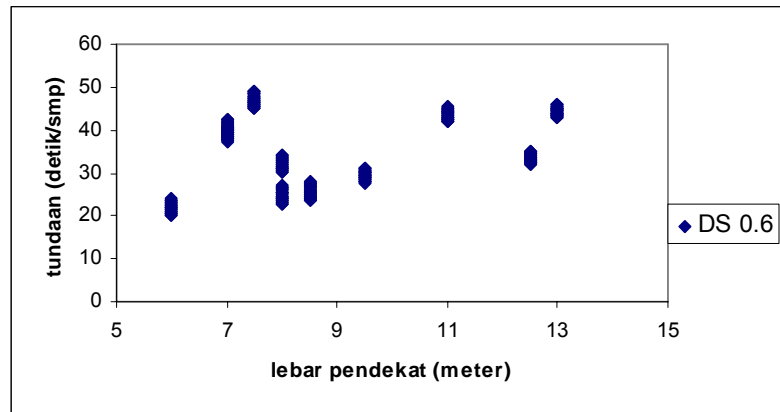
Gambar 4.13b Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 0.9



Gambar 4.13c Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 0.8



Gambar 4.13d Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 0.7



Gambar 4.13d Diagram Pencar Tundaan (detik/smp) pada DS 0.6

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

- Berikut adalah titik kritis yang digunakan sebagai acuan penerapan LTOR maupun N-LTOR :

Tabel V.1 Hasil Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR

No	Pendekat	Lebar (meter)			Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR				
		(Wa)	(We)	W_{LTOR}	DS 1	DS 0.9	DS 0.8	DS 0.7	DS 0.6
					titik kritis				
1	Jl.Tentara Pelajar	6	3	3	10%	25%	35%	25%	10%
2	Jl.Indraprasta	7	4	3	10%	25%	35%	25%	10%
3	Jl.Prof.Soedharto	7	4	3	10%	25%	35%	25%	10%
4	Jl.Veteran	7.5	4	3.5	10%	25%	40%	35%	20%
5	Jl.Citarum	8	5	3	5%	15%	20%	10%	5%
6	Jl.Kaligarang	8	6	2	5%	10%	10%	5%	5%
7	Jl.Setiabudi (utara)	8.5	4.5	4	5%	20%	25%	15%	5%
8	Jl.Pemuda (timur)	9.5	6	3.5	5%	20%	25%	20%	10%
9	Jl.S.Parman	11	7	4	5%	20%	25%	20%	5%
10	Jl.Mataram	12.5	8.5	4	5%	20%	25%	20%	10%
11	Jl.Widoarjo	13	10	3	5%	10%	15%	10%	5%

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis tersebut maka apabila komposisi kendaraan belok kiri (%LT) kurang dari titik kritis akan lebih baik diterapkan N-LTOR, sedangkan apabila lebih dari titik kritisnya maka lebih baik diterapkan LTOR.

- Pada lokasi penelitian yang mempunyai lebar pendekat (W_a) dibawah 7.5 meter (7.5 m, 7 m, 6 m) ternyata memiliki karakteristik yang hampir sama. Titik kritis pada beberapa kondisi DS menunjukkan nilai diatas 10%. Bahkan pada lokasi penelitian yang mempunyai lebar pendekat 6 m dan 7 m karakteristiknya sama.
- Titik kritis atau titik potong grafik (*intercept*) yang mempunyai kemiringan semakin berhimpitan, cenderung menunjukkan bahwa kinerja LTOR dan N-LTOR hampir sama atau mempunyai nilai selisih yang kecil. Sehingga apabila titik kritis tersebut semakin bergeser ke kanan menunjukkan bahwa prosentase

komposisi kendaraan belok kiri mempunyai pengaruh yang kecil terhadap tundaan.

- d. Pada lokasi penelitian yang mempunyai lebar pendekat diatas 7.5 meter ternyata memiliki karakteristik yang lebih variatif, akan tetapi mempunyai kesamaan pada kondisi DS 1 dimana titik kritisnya adalah 5%, sehingga pada kondisi tersebut apabila prosentase komposisi kendaraan belok kiri lebih dari 5% dari volume keseluruhan, lebih efisien diterapkan LTOR karena tingkat perbedaan tundaan yang dihasilkan cukup signifikan.
- e. Dari seluruh simulasi pada lebar pendekat yang berbeda-beda, terdapat *trend* data titik kritis yang semakin meningkat dan mencapai puncaknya pada DS 0.8. Pada kondisi DS 0.8, masih terdapat perbedaan yang signifikan pemberlakuan LTOR dan N-LTOR pada tundaan yang dihasilkan.
- f. Pada kondisi DS 0.7 dan DS 0.6, hasil analisis menunjukkan *trend* bahwa grafik LTOR dan N-LTOR hampir berhimpitan dan selisih tundaan yang dihasilkan apabila diberlakukan LTOR atau N-LTOR hanya berkisar 1 sampai 3 detik saja. Ini menunjukkan bahwa pada kondisi DS 0.7 dan 0.6 apabila diberlakukan LTOR ataupun N-LTOR tidak berpengaruh secara signifikan dan cenderung sama saja.
- g. Selisih tundaan rata-rata antara perbandingan simulasi LTOR dan N-LTOR pada DS 1 adalah 125.1 detik/smp, pada DS 0.9 adalah 34.8 detik/smp, pada DS 0.8 adalah 3.8 detik, pada DS 0.7 adalah 1.7 detik/smp, dan pada DS 0.6 adalah 1.5 detik.
- h. Berdasarkan analisis pola tundaan berkaitan dengan lebar pendekatnya menunjukkan bahwa dengan semakin menurunnya derajat kejenuhan (DS) pola sebaran tundaan akan semakin mengumpul dengan rentang semakin kecil.
- i. Berdasarkan hasil simulasi, pola distribusi titik kritis pada masing-masing kondisi derajat kejenuhan (DS) cenderung mengarah pada pola parabolik walaupun menunjukkan perbedaan yang fluktuatif. Perbedaan titik kritis pada lebar pendekat ini dimungkinkan karena adanya perbedaan *green ratio* (GR) atau perbandingan waktu hijau terhadap waktu siklus eksisting sehingga menimbulkan perbedaan pada pola tundaan yang dihasilkan.
- j. Penerapan hasil simulasi LTOR atau N-LTOR pada kondisi eksisting adalah sebagai berikut :

- a. Pendekat Jl. Tentara Pelajar pada pukul 06.00-08.00 diterapkan LTOR karena %LT 33%-37% pada DS 0.7-1. Pada pukul 08.00-14.00 dapat diterapkan N-LTOR atau LTOR karena %LT 25%-40% pada DS 0.4-0.6.
- b. Pendekat Jl. Indraprasta pada pukul 06.00-18.00 harus diterapkan LTOR karena %LT 33%-51% pada DS 0.8-1.
- c. Pendekat Jl. Prof. Soedharto pada pukul 06.00-08.00 diterapkan LTOR karena %LT 18%-19% pada DS 1. Pada pukul 08.00-15.00 dapat diterapkan N-LTOR karena %LT 19%-27% pada DS 0.5-0.9.
- d. Pendekat Jl. Veteran pada pukul 06.00-15.00 dapat diterapkan N-LTOR atau LTOR karena %LT 33%-52% pada DS 0.5-0.7. Pada pukul 15.00-18.00 harus diterapkan LTOR karena %LT 31%-37% pada DS 0.7-0.9.
- e. Pendekat Jl. Citarum pada pukul 06.00-11.00 harus diterapkan LTOR karena %LT 15-25% pada DS 0.6-1. Pada pukul 11.00-18.00 dapat diterapkan N-LTOR atau LTOR karena %LT 21%-35% pada DS 0.4-0.6.
- f. Pendekat Jl. Kaligarang pada pukul 06.00-18.00 dapat diterapkan N-LTOR atau LTOR karena %LT 21%-33% pada DS 0.4-0.6.
- g. Pendekat Jl. Setiabudi (utara) pada pukul 06.00-18.00 harus diterapkan LTOR karena %LT 26%-37% pada DS 0.6-1.
- h. Pendekat Jl. Pemuda (timur) pada pukul 06.00-16.00 dapat diterapkan N-LTOR atau LTOR karena %LT 34%-41% pada DS 0.3-0.6. Pada pukul 16.00-18.00 harus diterapkan LTOR karena %LT 36%-39% pada DS 0.7.
- i. Pendekat Jl. S.Parman pada pukul 06.00-11.00 harus diterapkan LTOR karena %LT 43%-58% pada DS 0.7-0.8. Pada pukul 11.00-18.00 dapat diterapkan N-LTOR atau LTOR karena %LT 55%-63% pada DS 0.5-0.6.
- j. Pendekat Jl. Mataram pada pukul 06.00-13.30 dapat diterapkan N-LTOR atau N-LTOR karena %LT 30%-41% pada DS 0.5-0.7. Pada pukul 13.30-18.00 harus diterapkan LTOR karena %LT 31%-41% pada DS 0.7-0.9.
- k. Pendekat Jl. Widoarjo pada pukul 06.00-18.00 dapat diterapkan N-LTOR atau LTOR karena %LT 21%-30% pada DS 0.5-0.7.

5.2 Saran - saran

- a. Perlu adanya analisis perbandingan kinerja LTOR dan N-LTOR oleh Dinas Perhubungan Kota Semarang sebelum menerapkan sistim pengaturan lalu lintas tersebut sehingga dapat diperbandingkan dampak dan manfaat sebagai akibat dari penerapannya. Kesimpulan dari penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam penerapannya. Untuk implementasi penerapan LTOR maupun N-LTOR berdasarkan jam, dapat menggunakan tambahan 1 *box* aspek merah pada APILL yang pengoperasiannya dapat diatur sesuai jamnya.
- b. Perlu standarisasi dan identifikasi yang jelas terhadap penerapan sistim LTOR atau N-LTOR sehingga tidak membingungkan pengguna jalan.
- c. Untuk memperkaya study empiris sejenis, perlu dilakukan analisis menggunakan parameter dan variabel yang berbeda misalnya simulasi dengan menggunakan *green ratio* (GR) yang proporsional sehingga didapatkan hasil yang lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- _____, *Undang Undang Nomor 14 Tahun 1992 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, Departemen Perhubungan RI, Jakarta.
- _____, *Peraturan Pemerintah No 43 tentang Prasarana dan Lalu Lintas*, Departemen Perhubungan RI, Jakarta.
- _____, 2006, *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: Km 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas Di Jalan*, Departemen Perhubungan RI, Jakarta
- _____, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- _____, 1995, *Menuju Lalu lintas dan Angkutan Jalan yang Tertib*, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta.
- _____, 1996, *Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 273 Tahun 1996 tentang Pedoman Teknis Pengaturan Lalu Lintas di Persimpangan Berdiri Sendiri dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas*, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta.
- Agus Prajitno, 2000, *Pengaruh Larangan Belok Kanan Pada Simpang Bersinyal Terhadap Kinerja Jaringan Jalan*, *Proceeding* Simposium III FSTPT Universitas Gadjahmada.
- Andrian Kaifan, 2005, *Analisa Gap Acceptance dan Tundaan di Yield Controlled T-Junction*, *Proceeding* Simposium VIII FSTPT Universitas Sriwijaya.
- Dwi Prasetyanto, 2005, *Pengaruh Penyeberang Jalan Terhadap Kehilangan Awal dan Arus Jenuh Pada Persimpangan Bersinyal di Jl. Asia Afrika/Jl. Otto Iskandardinata Bandung*, *Proceeding* Simposium VIII FSTPT Universitas Sriwijaya.
- Hobbs, FD, 1979, *Traffic Planning and Engineering*, Pegamon Press
- I Gede Permana Jati, 2003, *Analisa Kinerja Simpang Berlampu Dengan Menggunakan Metode Akcelik dan Metode IHCM 1997 Pada Kondisi Lalu Lintas Rendah*, *Proceeding* Simposium VI FSTPT Universitas Hasanuddin.
- Khisty, Jotin C; Lall, B Kent, 2005, *Transportation Engineering : An Introduction/Third Edition*, Prentice Hall Inc.
- May, D Adolf, 1990, *Traffic Flow Fundamentals*, Prentice Hall Inc.
- Morlok, K Edward, 1978, *Introductions to Transportation Engineering and Planning*, McGraw-Hill Inc.
- Muh. Isran Ramli, 2003, *Studi Pengaruh Naik Turunnya Penumpang Angkot Pada Area Pendekat Simpang Terhadap Kinerja Simpang Bersinyal di Kota Makassar*, *Proceeding* Simposium VI FSTPT Universitas Hasanuddin.
- Ogden, KW, 1988, *Traffic Engineering and Practice*, Monash University.
- Pignataro, L, 1973, *Traffic Engineering and Planning*, Prentice Hall Inc.
- Pramagista RS, 2007, *Validasi Penentuan Arus Jenuh Pada MKJI 1997 untuk Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Jalan Jenderal A. Yani dan Jalan Mayjend. DI. Panjaitan Surakarta*, *Proceeding* Simposium X FSTPT Universitas Tarumanagara

Salter, John Richard, 1989, *Traffic Engineering : Worked Examples-2nd edition*, Macmillan Education Ltd.

Sukarno, 2003, *Evaluasi Prioritas Kiri di Persimpangan SUAB Surakarta*, *Proceeding Simposium VI FSTPT Universitas Hasanuddin*.

Tamin, Z Ofyar, 2003, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Institut Teknologi Bandung.

Wahyudi Ardhayanto, 2002, *Kajian Kinerja Simpang Empat Bersinyal di Yogyakarta Bila Diperlakukan Pengaturan Jalan Satu Arah*, *Proceeding Simposium V FSTPT Universitas Indonesia*.

