

EVALUASI PENERAPAN BELOK KIRI LANGSUNG PADA SIMPANG BERSINYAL (STUDI KASUS SIMPANG TIGA SUPRIYADI)

Cahya Adhi W^{1*}, Imam Wahyudi², Rachmat Mudiyo²

¹ Mahasiswa/Program Magister/ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Islam Sultan Agung

Jl. Raya Kaligawe KM.4 Semarang 50112.

² Dosen /Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung
Jl. Raya Kaligawe KM.4 Semarang 50112.

*Email: cahyatransdar@gmail.com

Abstrak

UU No. 22 Tahun 2009 Tentang LLAJ pasal 112 ayat 3 melarang pengemudi langsung berbelok kiri, kecuali ditentukan lain oleh Rambu. Hal ini belum diatur pada pendekatan kaki simpang dengan kriteria bagaimana pada pasal tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas penerapan belok kiri langsung (LTOR) dan belok kiri tidak langsung (N-LTOR) pada pendekatan persimpangan bersinyal dengan indikator kinerja tundaan pada simpang dengan APILL. Metode yang digunakan MKJI 1997, PKJI 2009 berupa software KAJI dan metode Gelombang Kejut. Berdasarkan hasil analisis (%LT) kurang dari titik kritis akan lebih baik diterapkan N-LTOR, sedangkan apabila lebih dari titik kritisnya maka lebih baik diterapkan LTOR. Penerapan LTOR akan mempunyai pengaruh signifikan terhadap tundaan pada DS 1, 0.9 dan 0.8. Sedangkan pada DS 0.7, 0.6 dan 0.5 penerapan N-LTOR lebih efektif diukur dari tundaan rata-rata lalu lintas, dan optimalisasi simpang menghasilkan cycle optimum 97 detik. Panjang antrian MKJI 1997 adalah 162 meter, PKJI adalah 298 meter dan Gelombang Kejut adalah sebesar 42,84 meter.

Kata kunci: Efektifitas, Cycle time, Kinerja simpang, NLTOR, LTOR

1. PENDAHULUAN

Prasarana transportasi jalan merupakan indeks dari kinerja pelayanan. Jumlah volume kendaraan yang lebih tinggi dari jumlah kapasitas jalan yang tersedia membuat antrian sering terjadi pada pertemuan jalan. Simpang adalah suatu area yang kritis pada suatu jalan raya yang merupakan titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih (Pignataro, 1973). Simpang tiga Supriyadi merupakan simpang pertemuan jalan mayor dengan jalan minor tiga lengan. Pada simpang tersebut saat kondisi jam puncak terjadi antrian yang panjang pada kaki pendekatan simpang.

Optimalisasi penanganan dan pengendalian yang dilakukan menggunakan (APILL) Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, ditambah dengan belok kiri langsung (Left Turn On Red). Dalam penelitian ini kinerja simpang bersinyal dievaluasi dengan Metode MKJI dan Gelombang Kejut.

2. METODOLOGI

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu metode pengumpulan data primer dan data sekunder. Metode pengumpulan data primer melalui pengamatan/observasi langsung di lapangan. Survei-survei lalu lintas yang dilakukan adalah survei Traffic Counting di simpang, survei waktu siklus, survei volume serta survei tundaan kendaraan dan panjang antrian. Metode pengumpulan data sekunder adalah dengan mengambil data dari instansi terkait. Data-data sekunder yang dibutuhkan adalah data lalu lintas harian.

2.1 Analisis Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dan (PKJI)

Metode analisis Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (MKJI, 1997) dan (PKJI, 2009) digunakan untuk mengetahui kinerja simpang eksisting maupun kinerja simpang uji coba LTOR-NLTOR pada lokasi penelitian. Parameter kinerja yang digunakan adalah tundaan kendaraan, panjang antrian.

2.2 Analisis

Tamin (2003) menjelaskan hubungan matematis antar parameter kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas. Hubungan antara ketiga variabel tersebut diatas disusun berdasarkan data arus lalu lintas dan kecepatan kendaraan yang diambil tiap periode 5 menitan yang disusun dalam suatu daftar secara berpasangan selanjutnya nilai kerapatan dapat dicari dengan persamaan dasar $V = D \cdot US$. Hubungan antara kecepatan (US), kerapatan (D) dan arus (V), dianalisis dengan menggunakan metode Greenshield.

2.3 Nilai Gelombang Kejut Pada Persimpangan Berlampu Lalu Lintas.

Selama waktu t_0 sampai dengan t_1 , lampu hijau menyala sehingga arus lalu lintas pada lengan persimpangan bergerak melewati persimpangan kearah hilir dengan arus kondisi A (V_A , D_A , dan S_A). Pada waktu t_1 lampu lalu lintas berubah menjadi merah dan kondisi arus lalu lintas pada garis henti (stop line) berubah menjadi kondisi B, sedangkan kondisi arus lalu lintas setela persimpangan keara hilir pada kondisi D. Tiga gelombang kejut yang terbentuk mulai t_1 pada garis henti adalah sebagai berikut :

$$\omega_{DA} = \frac{V_A - V_D}{D_A - D_D} = S_A \quad (1)$$

$$\omega_{DB} = \frac{V_B - V_D}{D_R - D_D} = 0 \quad (2)$$

$$\omega_{AB} = \frac{V_B - V_A}{D_R - D_A} = -\frac{V_A}{D_R - D_A} \quad (3)$$

(Tamin, 2003)

Hal ini menyebabkan 2 (dua) gelombang kejut baru, yaitu : ω_{DC} dan ω_{CB} , sedangkan gelombang kejut ω_{DB} berakhir. Kecepatan gelombang kejut baru tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\omega_{DC} = \frac{V_C - V_D}{D_C - D_D} \quad (4)$$

$$\omega_{CB} = \frac{V_B - V_C}{D_B - D_C} = -\frac{V_C}{D_B - D_C} \quad (5)$$

(Tamin, 2003)

Arus lalu lintas dengan kondisi D, C, B, dan A menerus terjadi sampai dengan ω_{AB} dan ω_{CB} mencapai t_3 . Selang waktu antara t_2 sampai dengan t_3 dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$t_3 - t_2 = r \cdot \left| \frac{\omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \right| \quad (6)$$

(Tamin, 2003)

Dengan r adalah durasi efektif lampu merah (detik). Panjang antrian maksimum akan terjadi pada waktu t_3 dan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q_M = \frac{r}{3600} \cdot \left| \frac{\omega_{CB} \cdot \omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \right| \quad (7)$$

(Tamin, 2003)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Simpang Bersinyal Menggunakan Metode MKJI

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisa NQ dan D sibuk

Jam	Pendekat	Panjang Antrian (m)	Kendaraan Terhenti (smp/jam)	Rerata Tundaan (dt/smp)	LOS
Sibuk Pagi	Supriyadi	66	719	30,3	D
	Brigjend Sudiarto 2	68	314	32,2	D
	Brigjend Sudiarto 4	69	822	26,4	D
Sibuk siang	Supriyadi	63	653	32,6	D
	Brigjend Sudiarto 2	51	197	41,6	E
	Brigjend Sudiarto 4	94	1202	21,6	C
Sibuk sore	Supriyadi	80	673	44,7	E
	Brigjend Sudiarto 2	65	220	59,9	E
	Brigjend Sudiarto 4	162	1687	22,8	C

Hasil analisa data

3.2 Analisa Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI

Tabel 2. Rekapitulasi hasil analisa NQ dan T

Jam	Pendekat	Panjang Antrian (m)	Kendaraan Terhenti (smp/jam)	Rerata Tundaan (dt/smp)	LOS
Sibuk Pagi	Supriyadi	88	752	40,7	E
	Brigjend Sudiarto 2	90	338	46,7	E
	Brigjend Sudiarto 4	93	862	35,5	D
Sibuk siang	Supriyadi	86	684	45,5	E
	Brigjend Sudiarto 2	68	217	65,6	F
	Brigjend Sudiarto 4	132	1267	28,9	D
Sibuk sore	Supriyadi	138	706	78,4	F
	Brigjend Sudiarto 2	105	238	121,2	F
	Brigjend Sudiarto 4	298	1821	34,7	D

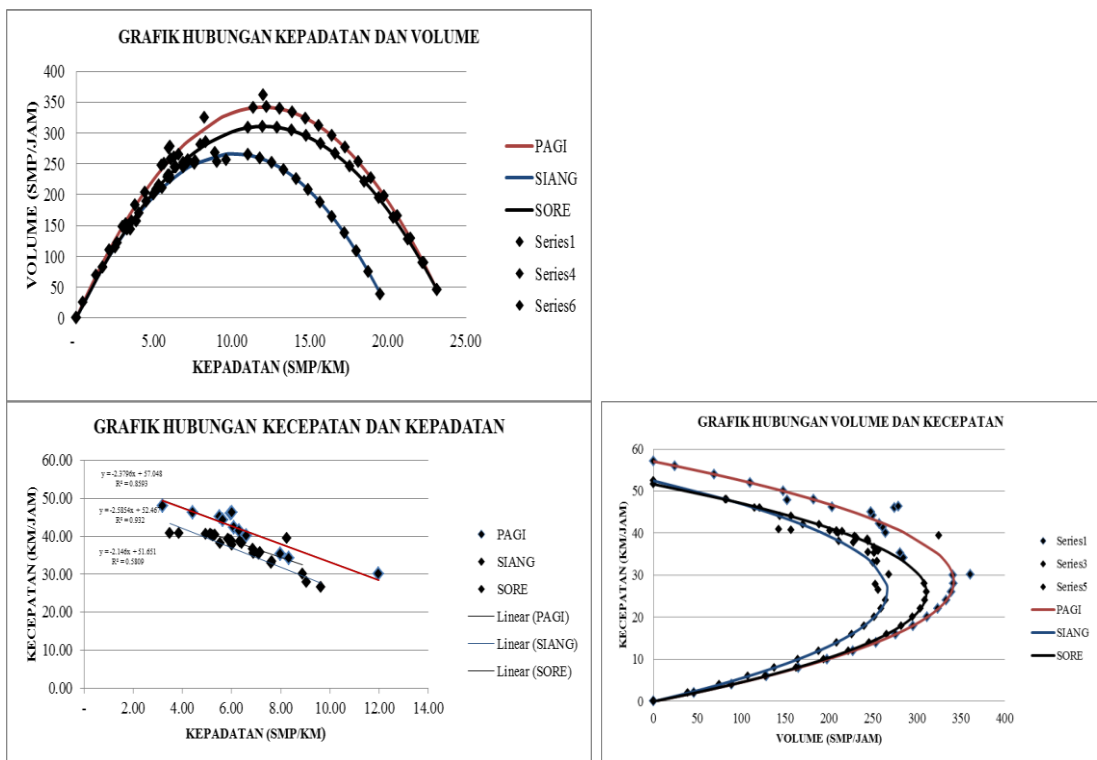
Hasil analisa data

3.3 Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas Model Greenshield.

Contoh penghitungan hubungan V-S-D periode sibuk pagi Jl. Supriyadi pendekat Timur dilakukan perhitungan analisis regresi linier hubungan matematis volume-kecepatan-kepadatan model Greenshields dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Prosedur Perhitungan Model *Greenshields*

V (smp/jam)	S (km/jam)	$V=X_i*Y_i$	$S=Y_i$	$D=V/S=X_i$	(X_i^2)
361	30.12	361.00	30.12	11.99	143.68
284.7	34.14	284.70	34.14	8.34	69.52
264.2	40.03	264.20	40.03	6.60	43.56
257.2	42.27	257.20	42.27	6.08	37.02
247.9	45.08	247.90	45.08	5.50	30.24
260.9	41.42	260.90	41.42	6.30	39.68
281	35.24	281.00	35.24	7.97	63.57
249.8	44.19	249.80	44.19	5.65	31.96
203.5	46.19	203.50	46.19	4.41	19.41
152.5	47.88	152.50	47.88	3.18	10.14
274.4	46.10	274.40	46.10	5.95	35.43
278.7	46.31	278.70	46.31	6.02	36.21
Σ		3,115.80	498.98	77.99	560.43
rata-rata			41.58	6.50	46.70



Gambar 1. Hubungan Volume – Kecepatan – Kepadatan Model Greenshield

3.4 Analisa Panjang Antrian Berdasarkan Gelombang Kejut

Tabel 4. Panjang Antrian Pendekat Simpang

Periode/ Pendekat	Model V- D Greenshields	ω_{AB} (km/jam)	ω_{BC} (km/jam)	QM (meter)
PAGI				
Jl. Supriyadi	$V = 57.048 D - 2.380 D^2$	-13,77	-28,52	62,86
Jl. Brigjend Sudiarto 2	$V = 69.373 D - 0.861 D^2$	-20,09	-34,69	119,34
Jl. Brigjend Sudiarto 4	$V = 53.462 D - 0.912 D^2$	-12,89	-26,73	33,19
SIANG				
Jl. Supriyadi	$V = 52.467 D - 2.585 D^2$	-16,64	-26,23	78,27
Jl. Brigjend Sudiarto 2	$V = 58.870 D - 1.346 D^2$	-18,47	-29,44	123,9
Jl. Brigjend Sudiarto 4	$V = 53.086 D - 0.708 D^2$	-12,48	-26,54	31,41
SORE				
Jl. Supriyadi	$V = 51.651 D - 2.146 D^2$	-14,41	-25,83	76,96
Jl. Brigjend Sudiarto 2	$V = 55.973 D - 1.220 D^2$	-17,28	-27,99	112,9
Jl. Brigjend Sudiarto 4	$V = 52.710 D - 0.655 D^2$	-14,48	-29,36	42,84

Tabel 5. Panjang Antrian Pendekat Simpang 3 metode

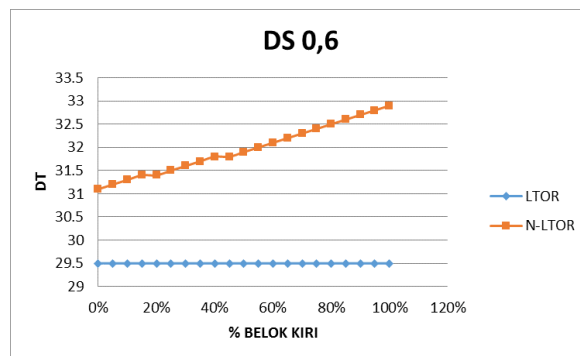
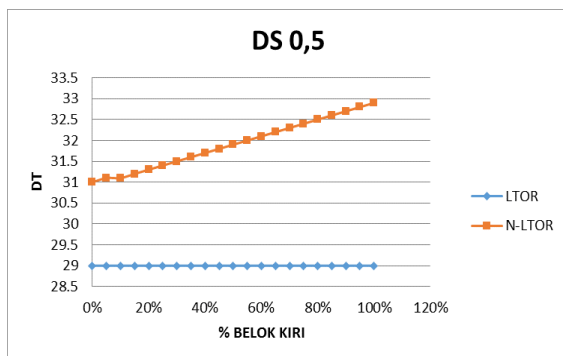
Periode/ Pendekat	Lapangan	MKJI	PKJI	QM (meter)	
Sibuk Pagi	Jl. Supriyadi	70	66	88	62,86
	Jl. Brigjend Sudiarto 2	100	68	90	119,34
	Jl. Brigjend Sudiarto 4	75	69	93	33,19
Sibuk Siang	Jl. Supriyadi	75	63	86	78,27
	Jl. Brigjend Sudiarto 2	70	51	68	123,9
	Jl. Brigjend Sudiarto 4	130	94	132	31,41
Sibuk Sore	Jl. Supriyadi	130	80	138	76,96
	Jl. Brigjend Sudiarto 2	100	65	105	112,9
	Jl. Brigjend Sudiarto 4	290	162	298	42,84

3.5 Simulasi Perbandingan LTOR dan N-LTOR

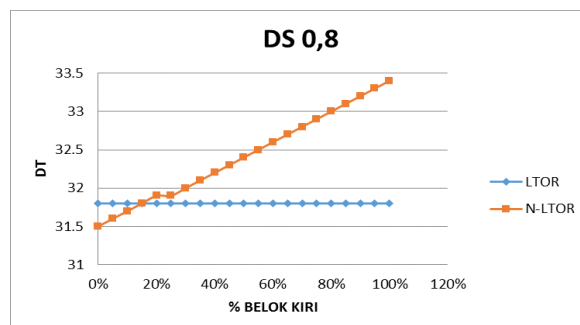
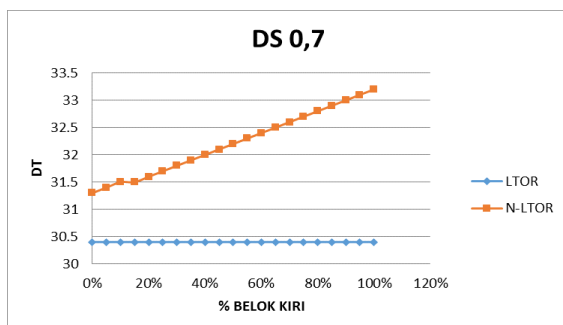
Berikut ini adalah tabel dari output KAJI dan grafik perbandingan LTOR dan N-LTOR berdasarkan hasil simulasi dari beberapa kondisi :

Tabel 6. Simulasi perbandingan LTOR dengan N-LTOR Jl. Brigjend Sudiarto 4

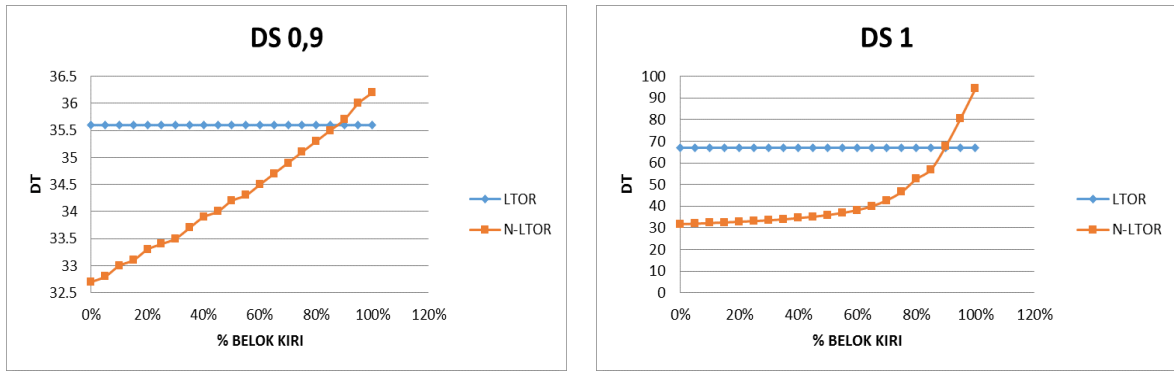
% belok kiri	DT PADA KONDISI BEBERAPA DS											
	1		0.9		0.8		0.7		0.6		0.5	
	LTOR	NLTOR	LTOR	NLTOR	LTOR	NLTOR	LTOR	NLTOR	LTOR	NLTOR	LTOR	NLTOR
0%	67	31.7	35.6	32.7	31.8	31.5	30.4	31.3	29.5	31.1	29	31
5%	67	31.9	35.6	32.8	31.8	31.6	30.4	31.4	29.5	31.2	29	31.1
10%	67	32.2	35.6	33	31.8	31.7	30.4	31.5	29.5	31.3	29	31.1
15%	67	32.5	35.6	33.1	31.8	31.8	30.4	31.5	29.5	31.4	29	31.2
20%	67	32.8	35.6	33.3	31.8	31.9	30.4	31.6	29.5	31.4	29	31.3
25%	67	33.1	35.6	33.4	31.8	31.9	30.4	31.7	29.5	31.5	29	31.4
30%	67	33.5	35.6	33.5	31.8	32	30.4	31.8	29.5	31.6	29	31.5
35%	67	33.9	35.6	33.7	31.8	32.1	30.4	31.9	29.5	31.7	29	31.6
40%	67	34.5	35.6	33.9	31.8	32.2	30.4	32	29.5	31.8	29	31.7
45%	67	35.1	35.6	34	31.8	32.3	30.4	32.1	29.5	31.8	29	31.8
50%	67	35.9	35.6	34.2	31.8	32.4	30.4	32.2	29.5	31.9	29	31.9
55%	67	36.9	35.6	34.3	31.8	32.5	30.4	32.3	29.5	32	29	32
60%	67	38.2	35.6	34.5	31.8	32.6	30.4	32.4	29.5	32.1	29	32.1
65%	67	40	35.6	34.7	31.8	32.7	30.4	32.5	29.5	32.2	29	32.2
70%	67	42.7	35.6	34.9	31.8	32.8	30.4	32.6	29.5	32.3	29	32.3
75%	67	46.6	35.6	35.1	31.8	32.9	30.4	32.7	29.5	32.4	29	32.4
80%	67	52.5	35.6	35.3	31.8	33	30.4	32.8	29.5	32.5	29	32.5
85%	67	57	35.6	35.5	31.8	33.1	30.4	32.9	29.5	32.6	29	32.6
90%	67	67.8	35.6	35.7	31.8	33.2	30.4	33	29.5	32.7	29	32.7
95%	67	80.6	35.6	36	31.8	33.3	30.4	33.1	29.5	32.8	29	32.8
100%	67	94.3	35.6	36.2	31.8	33.4	30.4	33.2	29.5	32.9	29	32.9



Gambar 2. Simulasi % Belok kiri dengan DT pada Ds 0,5 dan 0,6



Gambar 3. Simulasi % Belok kiri dengan DT pada Ds 0,7 dan 0,8

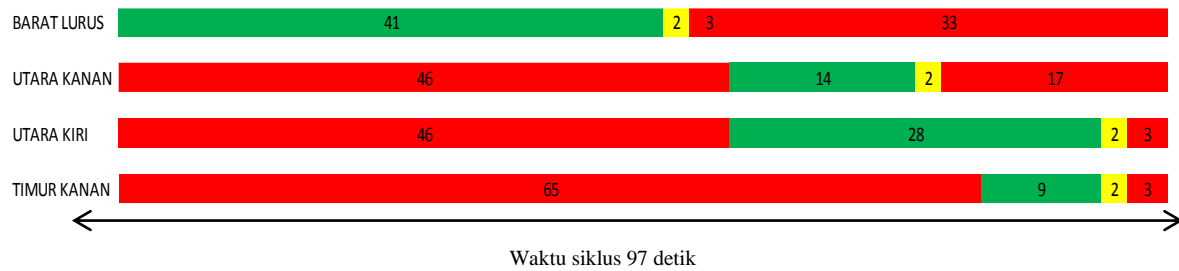


Gambar 4. Simulasi % Belok kiri dengan DT pada Ds 0,9 dan 1

Dari beberapa gambar diatas yang menggambarkan kondisi lapangan pada pendekat JL. Brigjend Sudiarto 4 kondisi sibuk pagi dengan DS 0,8 dan arus lalu lintas sebesar 2829 smp/jam dan arus lalu lintas belok kiri 591 smp/jam, sehingga prosentase arus belok kiri sebesar 26 % sehingga melebihi titik kritis yaitu pada 15% volume belok kiri, dengan demikian penerapan belok kiri langsung pada JL. Brigjend Sudiarto 4 sudah sesuai diterapkan LTOR. Sehingga apabila nilai prosentase arus belok kiri pada pendekat tersebut melebihi titik kritis pada beberapa DS tertentu 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.

3.6 Penanganan Simpang

Pengaturan sinyal dengan 3 (tiga) fase pada Simpang dengan menggunakan metode Webster dilakukan sebagai berikut : Dengan nilai Y yaitu rasio perbandingan antara arus dengan kapasitas sebesar : Yutara = 0,128; Ytimur = 0,078; Ybarat = 0,383. Karena fase yang ditetapkan adalah 3 fase berarti nilai masing-masing nilai Y dianggap mewakili nilai Yi sehingga total Yi = 0,6. Sehingga dapat dibuat diagram waktu pengaturan sinyal dengan 3,5 (tiga setengah) fase early cut off untuk arus dari utara menuju kanan dan kiri sebagai berikut :



Gambar 5. Usulan diagram waktu pengaturan sinyal

Tabel 7. Panjang antrian setelah pengaturan ulang

Periode	Periode / Pendekat	QL	QL	Naik / Turun (m)	DT	DT	Naik / Turun (m)	ITP	ITP
		Pengaturan (m)	Existing (m)		pengaturan (detik/smp)	Existing (detik/smp)		Existing	Pengaturan
Sibuk Pagi	Utara	69.4	88.4	-19.0	32.0	40.7	-8.7	E	D
	Timur	73.6	89.9	-16.3	37.4	46.7	-9.3	E	D
	Barat	72.7	93.3	-20.6	27.8	35.5	-7.7	D	C
Sibuk Siang	Utara	67.8	86.1	-18.3	35.9	45.5	-9.6	E	D
	Timur	57.2	67.6	-10.4	53.5	65.6	-12.0	F	E
	Barat	101.5	132.5	-30.9	22.6	28.9	-6.4	D	C
Sibuk Sore	Utara	108.1	137.7	-29.7	77.3	78.4	-1.1	F	F
	Timur	87.8	105.2	-17.3	118.6	121.2	-2.5	F	F
	Barat	226.1	297.8	-71.7	34.4	34.7	-0.4	D	D
Rata-rata naik / turun (m)				-26.0			-6.4		

Hasil Analisa data

4. KESIMPULAN

Efektifitas Penerapan Belok Kiri Langsung ;

- Pada kondisi DS 0.8, titik kritisnya 20% belok kiri, dilapangan belok kiri sebesar 26%. Ini menunjukkan bahwa pada kondisi DS 0.8 dan pada simpang penelitian sudah tepat diberlakukan LTOR.
- Penerapan hasil simulasi LTOR atau N-LTOR pada kondisi eksisting adalah sebagai berikut : Pendekat Jl. Brigjend Sudiarto 4 pada pukul 06.00-08.00 diterapkan N-LTOR karena %LT 20% pada DS 0.7. Pada pukul 13.00-16.00 dapat diterapkan N-LTOR atau LTOR karena %LT 25% pada DS 0,7 dan tidak ada perbedaan signifikan. Dan pada pukul 16:30 – 18.30 dapat diterapkan LTOR karena %LT 25% pada DS > 0,8 kinerja lebih baik dari pada N-LTOR.
- Panjang antrian tertinggi dengan metode MKJI 1997 adalah 162 meter (pendekat barat jam sibuk sore), sedangkan dengan metode PKJI adalah 298 meter (pendekat barat jam sibuk sore) dan metode Gelombang Kejut adalah sebesar 42,84 meter (pendekat Timur jam sibuk siang).
- Pengoptimalan perhitungan dengan menggunakan pengaturan ulang waktu siklus total dari 105 detik menjadi 97 detik sesuai dengan ketentuan siklus optimal simpang tiga lengan yaitu 50 – 100 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) Manual Kapasitas Jalan Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (2009) Panduan Kapasitas Jalan Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Kementerian Perhubungan, 2009, Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Kementerian Perhubungan, Jakarta.
- Khisty, C.J. dan Lal, B.K., 2005, Dasar-Dasar Rekayas Transportasi, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Pignataro, L, 1973, Traffic Engineering and Planning, Prentice Hall Inc.
- Tamin, Z Ofyar, 2003, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Institut Teknologi Bandung.