

# OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL BANGKONG KOTA SEMARANG

Eko Nugroho Julianto

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)  
Gedung E4, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229, Telp. (024) 8508102

**Abstrak:** *The position of the city of Semarang reviewed in national and regional strategic growth will have an impact that is local traffic as well as being large enough. Growth substantial traffic generating traffic flow should be assessed continuously so as not to cause a negative impact. Traffic flow is large enough without setting the appropriate traffic pattern would cause long delays and queues were quite long. Traffic patterns of a road we can see from the pattern setting which is at the intersection of the segment. The parameters studied include the number of vehicles coming out of each arm, current conditions and time of the signal. This analysis includes: basic saturation flow, traffic flow, cycle time, green time, capacity, degree of saturation and traffic behavior. Rated capacity of the intersection for the morning peak period in Simpang Kuhl has a value of 2171 pcu/hour to approach the direction of the straight east. Of the value of the degree of saturation at each approach that most had values > 0.800; especially in the morning to the east to the west and the evening to the west to the east. In the morning peak period the average intersection delay that occurred at 96.10 seconds/pcu. At peak times during the intersection delay by an average of 137.52 seconds/pcu. In the afternoon peak period with an average intersection delay of 111.77 seconds/pcu.*

**Keywords:** *Evaluation, Optimization, Intersection, Bangkong*

**Abstrak:** Posisi kota Semarang ditinjau dalam skala nasional maupun regional sangat strategis akan menimbulkan dampak pertumbuhan lalu lintas yang bersifat lokal maupun menerus yang cukup besar. Pertumbuhan lalu lintas yang cukup besar menghasilkan arus lalu lintas yang harus dikaji terus menerus sehingga tidak menimbulkan dampak negatif. Arus lalu lintas yang cukup besar tanpa disertai pengaturan pola lalu lintas yang sesuai akan menyebabkan tundaan yang cukup lama dan antrian yang cukup panjang. Pola arus lalu lintas suatu ruas jalan dapat kita lihat dari pola pengaturan simpang yang berada pada ruas tersebut. Parameter yang diteliti meliputi jumlah kendaraan yang keluar dari masing-masing lengan, kondisi saat ini dan waktu sinyalnya. Analisis ini meliputi : arus jenuh dasar, arus lalu lintas, waktu siklus, waktu hijau, kapasitas, derajat kejenuhan dan perilaku lalu lintas. Nilai kapasitas simpang untuk waktu puncak pagi di Simpang Bangkong memiliki nilai sebesar 2171 smp/jam untuk pendekat timur arah pergerakan lurus. Dari nilai derajat kejenuhan pada masing-masing pendekat yang sebagian besar memiliki nilai > 0,800; terutama pada waktu pagi untuk arah timur ke barat dan waktu sore untuk arah barat ke timur. Pada waktu puncak pagi tundaan rata-rata simpang yang terjadi sebesar 96,10 detik/smp. Pada waktu puncak siang dengan tundaan simpang rata-rata sebesar 137,52 detik/smp. Pada waktu puncak sore dengan tundaan rata-rata simpang sebesar 111,77 detik/smp.

**Kata kunci :** Evaluasi, Optimalisasi, Simpang, Bangkong

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kondisi jalan di Kota Semarang memiliki kecenderungan pada bidang horisontal yang sama sehingga memungkinkan terjadinya pertemuan sebidang atau membentuk suatu persimpangan. Adanya persimpangan tersebut akan menyebabkan terjadinya konflik yang menimbulkan beberapa permasalahan lalu lintas seperti kemacetan.

Persimpangan merupakan salah satu bagian terpenting dari suatu jaringan jalan perkotaan. Di Kota Semarang, persimpangan yang diatur dengan menggunakan APILL antara lain adalah Simpang empat yang merupakan pertemuan Jl. Brigjen Katamso, Jl. MT. Haryono dan Jl. Ahmad Yani.

Berdasarkan survei pendahuluan, kemacetan-kemacetan yang terjadi terletak pada simpul-simpul persimpangan tersebut

disebabkan adanya manuver-manuver dipersimpangan seperti berpencar (*diverging*), bergabung (*merging*), berpotongan (*crossing*), dan bersilangan (*weaving*). Adanya manuver-manuver ini menyebabkan terjadinya berbagai macam konflik (titik potong) pada persimpangan. Konflik-konflik ini mengakibatkan berkurangnya kapasitas, berkurangnya keselamatan dan menambah kelambatan untuk tiap-tiap kendaraan.

Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan pengaturan lalu lintas yang dilakukan oleh sinyal lalu lintas yang diberlakukan saat ini berdasarkan variabel kinerja simpang pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun (MKJI) 1997.

### **Karakteristik Simpang**

Untuk sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan tingkat kinerja dari fasilitas tersebut merupakan fungsi dari keadaan geometrik dan tuntutan arus lalu lintas. Dengan menggunakan sinyal lalu lintas, kapasitas simpang dapat didistribusikan pada berbagai pendekatan dengan menggunakan cara memberikan alokasi waktu hijau pada tiap-tiap pendekatnya.

Maksud dari penggunaan sinyal lalu lintas adalah untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang datang dari berbagai arah yang saling berpotongan. Sinyal lalu lintas juga dapat dipergunakan untuk memisahkan arus lalu lintas dengan arah lurus dengan arus lalu lintas yang melakukan gerakan membelok atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dengan pejalan kaki.

### **Karakteristik Sinyal Lalu Lintas**

Jika dalam suatu simpang hanya konflik primer saja yang dipisahkan, maka adalah sangat memungkinkan untuk mengatur sinyal lalu lintas dengan hanya menggunakan dua fase saja yang masing-masing untuk jalan yang berpotongan. Metode seperti tersebut dapat dipergunakan apabila gerakan belok kanan pada suatu simpang dilarang. Pengaturan sinyal lalu lintas dengan dua fase dalam beberapa kejadian akan memberikan kapasitas yang lebih besar, maka pengaturan dengan cara tersebut dianjurkan untuk digunakan sebagai dasar dalam kebanyakan analisa sinyal lalu lintas.

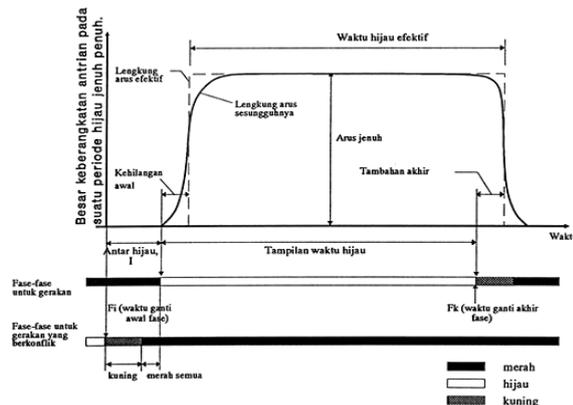
Fungsi untuk memberikan peringatan bahwa fase akan segera berakhir dipenuhi oleh sinyal dengan warna kuning. Sedangkan fungsi memberikan kesempatan kepada kendaraan terakhir untuk keluar dari daerah konflik dipenuhi oleh waktu merah semua yang juga berguna sebagai waktu pengosongan simpang diantara dua fase.

Waktu merah semua dan waktu untuk sinyal kuning biasanya sudah ditetapkan sebelumnya dan tidak berubah selama periode operasi. Jika waktu hijau dan waktu siklus juga ditetapkan sebelumnya, maka dikatakan sinyal tersebut dioperasikan secara kendali waktu tetap (*fixed time control*). Dalam sistem yang lama, pola waktu yang sama dipergunakan sepanjang hari atau sepanjang minggu. Sedangkan pada sistem yang baru, rencana waktu sinyal yang berbeda ditetapkan sebelumnya dan dipergunakan untuk waktu yang berbeda pula. Misalnya untuk pengaturan nyala lampu pada jam puncak (*peak hour*) berbeda dengan pengaturan nyala lampu lewat jam puncak (*off peak*).

## Ukuran Kinerja Simpang Bersinyal Berdasarkan MKJI, 1997

### Waktu Hilang

Selama satu fase, jumlah waktu hijau ( $k$ ) dan waktu kuning ( $a$ ), dikurangi waktu hijau efektif ( $g$ ), disebut sebagai waktu yang hilang (*lost time; I*), karena ini umumnya tidak terdapat pada fase lain untuk lewatnya kendaraan.



**Gambar 1.** Model dasar arus jenuh (Akceklík, 1989)

Dalam MKJI, waktu merah semua diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus memberi kesempatan untuk kendaraan terakhir untuk melewati garis henti pada akhir sinyal (kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya (melewati garis awal henti pada sinyal hijau) pada titik yang sama. Merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti sampai ke titik konflik dan panjang dari kendaraan yang berangkat.

### Kapasitas Simpang dan Derajat Kejenuhan

Menurut MKJI 1997, perhitungan kapasitas dapat dibuat dengan pemisahan jalur tiap pendekatan, pada satu lengan dapat terdiri dari satu atau lebih pendekatan, misal dibagi menjadi dua atau lebih sub pendekatan. Hal ini

diterapkan jika gerakan belok kanan mempunyai fase berbeda dari lalu lintas yang lurus atau dapat juga dengan merubah fisik jalan yaitu dengan membagi pendekatan dengan pulau lalu lintas (*canalization*).

Arus jenuh ( $S$ ) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar ( $S_0$ ) untuk standard, dengan faktor penyesuaian ( $F$ ) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.

### Panjang antrian

Dalam MKJI, antrian yang terjadi pada suatu pendekatan adalah jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau ( $NQ$ ) yang merupakan jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ) dan jumlah smp yang datang selama waktu merah ( $NQ_2$ )

Panjang antrian ( $QL$ ) pada suatu pendekatan adalah hasil perkalian jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau ( $NQ$ ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp ( $20 \text{ m}^2$ ) dan pembagian dengan lebar masuk.

### Kendaraan berhenti

Penghitungan laju henti ( $NS$ ) untuk masing-masing pendekatan yang diidentifikasi sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti terulang dalam antrian).

### Tundaan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), tundaan ( $D$ ) pada suatu simpang dapat terjadi karena 2 (dua) hal, yaitu :

1. Tundaan lalu lintas ( $DT$ ) yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang;

2. Tundaan geometri (*DG*) yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat *j* merupakan jumlah tundaan lalu lintas rata-rata (*DT<sub>j</sub>*) dengan tundaan geometrik rata-rata (*DG<sub>j</sub>*).

## **METODOLOGI**

### **Metode**

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diajukan dalam penelitian ini adalah metode survei.

### **Pengumpulan Data**

Data-data yang digunakan untuk analisa didapatkan dengan cara pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder sesuai dengan kebutuhan penelitian. Inventarisasi data diperoleh dengan melakukan survei langsung ke lapangan dan instansi-instansi terkait. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data primer untuk analisis data, yang terdiri dari (a) Data inventaris jalan yang, (b) Data kecepatan, (c) Volume lalu lintas, (d) *Signal setting*, dan (e) Panjang antrian, dilakukan dengan melaksanakan survei dan pengamatan langsung di area studi;
2. Pengumpulan data sekunder untuk menunjang penelitian. Data tersebut didapatkan dari sejumlah laporan dan dokumen yang telah disusun oleh instansi terkait, serta hasil studi dan literatur lainnya. Data yang dibutuhkan meliputi : (a) Peta Kota Semarang dan (b) Peta Jaringan Jalan.

Pelaksanaan pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan menggunakan tiga

teknik pengumpulan data, yaitu : Survei instansional, Survei lapangan dan Dokumentasi.

### **Pelaksanaan penelitian**

Penelitian dimulai dengan inventarisasi data yang terdiri atas data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui survei geometrik simpang, *turning movement*, sistem sinyal, waktu perjalanan, volume kendaraan dan jumlah antrian pada persimpangan.

Survei dilaksanakan dengan pembagian periode waktu masing-masing selama kurang lebih 2 jam pada setiap waktu puncak, yaitu puncak pagi (06.00 - 08.00), puncak siang (13.00 - 15.00) dan puncak sore (16.30 - 18.00).

### **Analisis Data**

Kondisi lapangan didapatkan dari data hasil survei lapangan yang meliputi jumlah fase yang ada, waktu siklus, waktu hilang total, denah geometri simpang, lebar pendekat, dan kondisi lingkungan simpang.

Penentuan arus lalu lintas didapat dari data arus lalu lintas hasil survei lapangan. Karena data hasil survei diambil tiap interval 15 menit maka harus dijumlahkan terlebih dahulu masing-masing jenis kendaraan untuk masing-masing arah pergerakan, sehingga diperoleh nilai total arus lalu lintas masing-masing jenis kendaraan untuk masing-masing arah pergerakan.

Nilai total yang didapat masih dalam kendaraan per jam (kend./jam) maka harus dikalikan terlebih dahulu dengan nilai ekuivalen mobil penumpang (*emp*) untuk kondisi terlindung maupun terlawan agar menjadi satuan mobil penumpang (*smp/jam*).

Dalam menentukan kapasitas dan derajat kejenuhan harus ditentukan terlebih dahulu tipe pendekatan apakah terlawan (O) atau terlindung (P), setelah itu ditentukan lebar efektif ( $W_e$ ), nilai arus jenuh dasar ( $S_0$ ), faktor-faktor penyesuaian, nilai arus jenuh yang disesuaikan ( $S$ ), rasio arus (FR), rasio fase (PR), waktu siklus pra penyesuaian ( $c_{ua}$ ), waktu siklus disesuaikan ( $c$ ), dan waktu hijau ( $g$ ) sehingga kemudian dapat dihitung kapasitas ( $C$ ) dan derajat kejenuhan (DS).

Penentuan perilaku lalu lintas ini meliputi penentuan jumlah kendaraan antri (NQ), panjang antrian (QL), angka henti kendaraan stop/smp (NS), jumlah kendaraan terhenti ( $N_{sv}$ ), kendaraan terhenti rata-rata stop/smp (NSTOT), tundaan lalu lintas rata-rata (DT), tundaan geometri rata-rata (DG), tundaan total, dan tundaan simpang rata-rata (DI).

Menurut MKJI 1997, besarnya waktu hijau yang pendek dari 10 detik harus dihindari

karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan. Berdasarkan hasil perhitungan waktu hijau dan waktu siklus, serta hasil penentuan waktu kuning yang disesuaikan untuk kondisi di Indonesia, maka dapat diketahui lamanya waktu masing-masing sinyal lalu lintas (*traffic signal setting*).

## HASIL DAN ANALISIS

### Road Inventory Survey

Dalam melakukan road inventory survey, yang dilakukan adalah survei geometrik simpang untuk memperoleh data fisik lengan simpang yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung kapasitas *link* dan survei rambu dan marka jalan..

Hasil pengumpulan data inventarisasi jalan yang dilakukan pada daerah studi adalah seperti tabel berikut ini.

**Tabel 1.** Kondisi lapangan Simpang Bangkong

Nama Jalan	Median	Belok kiri langsung	Pendekat			
			Lebar pendekat	Lebar masuk	Lebar LTOR	Lebar keluar
Ahmad Yani	ya	ya	11,4	6,9	4,5	8,3
Brigjen Katamso	tidak	ya	9,6	6,3	3,3	9,7
MT. Haryono	ya	ya	12,5	8,8	3,7	11,2

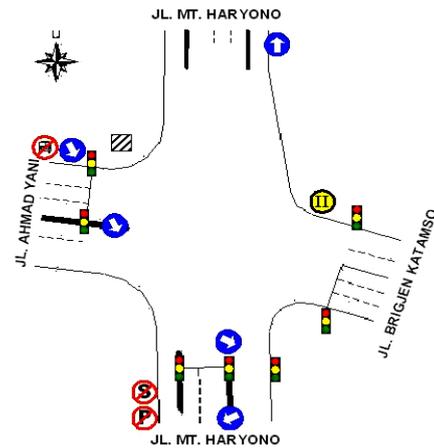
Sumber : hasil survei, Januari 2005

Lokasi penelitian dilakukan merupakan salah satu jalan utama di kota Semarang yang menghubungkan Semarang bagian timur yang salah satu peruntukannya adalah sebagai kawasan permukiman dengan pusat kota Semarang yang merupakan pusat berbagai macam aktivitas, baik pemerintahan, pendidikan maupun perdagangan. Selain itu, jalan tersebut juga merupakan jalan masuk arus lalu lintas yang berasal dari luar kota Semarang yang akan masuk ke kota Semarang.

Dari hasil survei di lapangan diketahui bahwa penataan dan penggunaan lahan yang berada di sekitar persimpangan sudah sarat dengan berbagai macam kegiatan seperti perkantoran, perdagangan dan pendidikan yang dari tahun ke tahun mempunyai kecenderungan untuk selalu meningkat. Peningkatan aktivitas yang terjadi di sekitar persimpangan tersebut akan mengakibatkan terjadinya penumpukan kegiatan pada satu lokasi, namun demikian penumpukan kegiatan tersebut tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas jalan.

## Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Dalam penelitian ini, yang akan dijadikan sebagai pedoman untuk menentukan kinerja simpang yang berkaitan dengan konsumsi bahan bakar adalah tundaan yang terjadi pada tiap pendekatan. Pada tabel berikut ini ditunjukkan perbandingan nilai-nilai untuk tiap faktor tersebut. Pada tabel berikut ini ditunjukkan perbandingan nilai-nilai untuk tiap faktor tersebut.



**Gambar 2.** Road Inventory Survey Simpang Bangkok

**Tabel 2.** Nilai faktor-faktor kinerja simpang pada kondisi eksisting

Waktu	Indikator kinerja	Kode Pendekat			
		S	T <sub>ST</sub>	T <sub>RT</sub>	B
Pagi	C	1254	2171	1892	573
	DS	0.89	1.033	0.286	0.547
	QL	105	322	34	32
	NS	0.966	1.608	0.61	0.819
	NSV	1.03			
	D <sub>rata-rata</sub>	49.8	115.9	22.8	40.9
	D <sub>simpang</sub>	96.1			
Siang	C	1233	1258	985	
	DS	0.995	1.051	1.060	
	QL	147	216	257	
	NS	1.365	2.028	2.198	
	NSV	1.59			
	D <sub>rata-rata</sub>	83.9	156.3	174.1	
	D <sub>simpang</sub>	137.52			
Sore	C	1014	1587	875.4	
	DS	0.899	0.943	1.119	
	QL	89	136	344	
	NS	1.002	1.02	2.82	
	NSV	1.39			
	D <sub>rata-rata</sub>	53.4	50.9	281	
	D <sub>simpang</sub>	111.77			

Tabel 2. menyajikan nilai-nilai dari tiap faktor yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan tingkat kinerja simpang berdasarkan MKJI 1997. Dari nilai kapasitas simpang dapat diketahui bahwa besarnya kapasitas simpang dipengaruhi oleh lebar efektif dari tiap-tiap pendekatan dan lamanya waktu hijau. Pendekat pada Simpang Bangkok yang memiliki kapasitas terbesar adalah pada pendekatan timur (2171 smp/jam). Hal ini terjadi

karena pada pendekatan timur memiliki lebar pendekatan yang terbesar termasuk lebar pendekatan untuk LTOR dan lebar lajur arah barat ke timur (akibat pemberlakuan satu arah). Dalam analisis data untuk waktu puncak pagi pada kondisi eksisting, arah gerakan belok kiri langsung diabaikan dan dianggap belok kiri sesuai sinyal karena dalam kenyataan di lapangan saat pengambilan data dilaksanakan arus lalu lintas untuk belok kiri langsung

terganggu oleh kendaraan yang antri untuk bergerak lurus saat sinyal merah menyala. Untuk waktu puncak sore pada kondisi terbangun, arus lalu lintas belok kiri langsung dapat berjalan dengan lancar karena arus lalu lintas secara keseluruhan yang menuju ke barat pada sore hari lebih sedikit jika dibandingkan pada waktu puncak lainnya.

Dari nilai derajat kejenuhan dapat diketahui bahwa pada waktu puncak pagi arus lalu lintas di Simpang Bangkong pada pendekatan timur lebih padat dibandingkan dengan pendekatan lainnya yang ditunjukkan dengan nilai sebesar 1,033. Pada waktu puncak siang derajat kejenuhan terbesar terjadi pada pendekatan barat sebesar 1,060 dan untuk waktu puncak sore derajat kejenuhan sebesar 1,119 terjadi pada pendekatan barat. Hal ini terjadi karena pada waktu puncak sore arus lalu lintas yang bergerak dari arah barat menuju ke timur besar sedangkan kapasitas simpang pada pendekatan barat kecil.

Demikian pula halnya dengan panjang antrian, antrian yang terjadi 322 meter. Panjang antrian pada pendekatan timur ini merupakan yang terpanjang jika dibandingkan dengan pendekatan lain pada waktu puncak pagi. Pada waktu puncak siang dan sore, antrian terpanjang terjadi pada pendekatan barat yaitu sebesar 257 meter untuk waktu puncak siang dan 344 meter untuk waktu puncak sore.

Jika dibandingkan dengan panjang jalan Brigjen Katamso antara Simpang Bangkong dan Simpang Milo yang memiliki panjang 243 meter, panjang antrian yang terjadi pada waktu puncak pagi untuk kondisi awal akan menyebabkan terjadinya macet total. Hal ini terjadi karena panjang ruas jalan tidak mampu menampung panjang antrian yang terjadi. Sehingga

pengaturan lalu lintas yang diberlakukan saat ini merupakan suatu langkah yang tepat karena dengan pengaturan lalu lintas tersebut, maka pergerakan dapat berjalan dengan baik meskipun belum mencapai kondisi yang optimal.

Nilai angka henti pada kondisi eksisting untuk waktu puncak pagi, untuk meninggalkan simpang setiap kendaraan hanya perlu berhenti satu kali. Secara keseluruhan untuk semua pendekatan, untuk meninggalkan simpang pada waktu puncak pagi untuk kondisi awal harus berhenti lebih dari 1 (satu) kali. Pada waktu puncak pagi untuk kondisi eksisting nilai kendaraan terhenti rata-rata sebesar 1,03 stop/smp. Untuk waktu puncak siang pada kondisi awal nilai kendaraan terhenti rata-rata sebesar 1,59 stop/smp sedangkan untuk waktu puncak sore nilai kendaraan terhenti rata-rata sebesar 1,39 stop/smp.

Tundaan rata-rata yang terjadi pada saat kondisi eksisting adalah sebesar 96,1 detik/smp pada waktu puncak pagi, untuk waktu puncak siang sebesar 137,52 detik/smp dan 111,77 detik/smp untuk waktu puncak sore.

### **Analisis Kinerja Simpang Setelah Optimalisasi**

Secara garis besar yang dapat membedakan antara kondisi eksisting dan kondisi setelah optimalisasi adalah terjadinya penambahan lebar untuk masing-masing pendekatan. Adapun hasilnya disajikan pada tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3**, menyajikan nilai-nilai dari tiap faktor yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan tingkat kinerja simpang berdasarkan MKJI 1997. Dari nilai kapasitas simpang dapat diketahui bahwa besarnya kapasitas simpang dipengaruhi oleh lebar efektif

dari tiap-tiap pendekat dan lamanya waktu hijau. Pendekat pada Simpang Bangkok yang memiliki kapasitas terbesar adalah pada pendekat timur (2826 smp/jam). Hal ini terjadi karena pada pendekat timur memiliki lebar pendekat yang terbesar termasuk lebar pendekat untuk LTOR dan lebar lajur arah barat ke timur (akibat pemberlakuan satu arah). Dalam analisis data untuk waktu puncak pagi pada saat optimalisasi, arah gerakan belok kiri langsung diabaikan dan dianggap belok kiri

sesuai sinyal karena dalam kenyataan di lapangan saat pengambilan data dilaksanakan arus lalu lintas untuk belok kiri langsung terganggu oleh kendaraan yang antri untuk bergerak lurus saat sinyal merah menyala. Untuk waktu puncak sore pada kondisi terbangun, arus lalu lintas belok kiri langsung dapat berjalan dengan lancar karena arus lalu lintas secara keseluruhan yang menuju ke barat pada sore hari lebih sedikit jika dibandingkan pada waktu puncak lainnya.

**Tabel 3.** Nilai faktor-faktor kinerja simpang setelah optimalisasi

Waktu	Indikator kinerja	Kode Pendekat			
		S	TRT	TST	B
Pagi	C	1406	2826	1787	394.8
	DS	0.793	0.793	0.303	0.793
	QL	96	158	32	40
	NS	0.884	0.788	0.569	1.018
	NSV	0.52			
	Drata-rata	42.6	28.3	19.5	59.4
	Dsimpang	42.8			
Siang	C	1305	1407	1111	
	DS	0.94	0.94	0.94	
	QL	115	112	128	
	NS	1.067	1.054	1.094	
	NSV	0.92			
	Drata-rata	54.3	52.5	56.3	
	Dsimpang	55.1			
Sore	C	1025	1682	1102	
	DS	0.889	0.889	0.889	
	QL	88	124	119	
	NS	0.991	0.928	0.975	
	NSV	0.88			
	Drata-rata	53.3	43.1	49.8	
	Dsimpang	45.47			

Dari nilai derajat kejenuhan dapat diketahui bahwa pada waktu puncak pagi arus lalu lintas di Simpang Bangkok pada semua pendekat memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 0,793. Pada waktu puncak siang derajat kejenuhan terbesar terjadi pada semua pendekat sebesar 0,940 dan untuk waktu puncak sore derajat kejenuhan sebesar 0,889 terjadi pada semua pendekat barat. Hal ini terjadi karena dilakukan pengaturan ulang pada sinyal APILL.

Demikian pula halnya dengan panjang antrian, antrian yang terjadi 158 meter. Panjang antrian pada pendekat timur ini merupakan yang terpanjang jika dibandingkan dengan pendekat lain pada waktu puncak pagi. Pada waktu puncak siang antrian terpanjang terjadi pada pendekat barat yaitu sebesar 128 meter dan pada waktu sore, antrian yang terjadi sepanjang 124 meter untuk pendekat timur.

Jika dibandingkan dengan panjang jalan Brigjen Katamso antara Simpang Bangkok dan

Simpang Milo yang memiliki panjang 243 meter, panjang antrian yang terjadi pada waktu puncak pagi untuk kondisi setelah dilakukan optimalisasi tidak menyebabkan terjadinya macet. Hal ini terjadi karena panjang ruas jalan mampu menampung panjang antrian yang terjadi. Sehingga pengaturan lalu lintas yang diberlakukan ini merupakan suatu langkah yang tepat karena dengan pengaturan lalu lintas tersebut, maka pergerakan dapat berjalan dengan baik meskipun belum mencapai kondisi yang optimal karena masih terdapat pendekatan yang memiliki nilai derajat kejenuhan lebih dari 0,9 pada tiap-tiap waktu puncak.

Nilai angka henti setelah dilakukan optimalisasi untuk waktu puncak pagi, untuk meninggalkan simpang setiap kendaraan hanya perlu berhenti satu kali. Secara keseluruhan untuk semua pendekatan, untuk meninggalkan simpang pada waktu puncak pagi untuk kondisi awal harus berhenti lebih dari 1 (satu) kali. Pada waktu puncak pagi untuk kondisi optimal nilai kendaraan terhenti rata-rata sebesar 0,52 stop/smp. Untuk waktu puncak siang pada kondisi awal nilai kendaraan terhenti rata-rata sebesar 0,92 stop/smp sedangkan untuk waktu puncak sore nilai kendaraan terhenti rata-rata sebesar 0,88 stop/smp.

Tundaan rata-rata yang terjadi pada saat kondisi setelah optimalisasi adalah sebesar 42,8 detik/smp pada waktu puncak pagi, untuk waktu puncak siang sebesar 55,1 detik/smp dan 45,47 detik/smp untuk waktu puncak sore.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap kinerja Simpang Milo dan Simpang Bangkong serta konsumsi bahan bakar minyak yang digunakan untuk menempuh rute dengan awal

keberangkatan dari kedua simpang tersebut, maka yang dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah :

1. Pengaturan lalu lintas yang dilakukan saat ini, dimana pada waktu pagi diberlakukan satu arah untuk pergerakan dari timur ke barat akan menyebabkan lebar efektif pada pendekatan timur menjadi semakin besar. Akibat dari semakin besarnya lebar efektif, maka kapasitas simpang juga akan semakin besar. Kondisi ini ditunjukkan pada nilai kapasitas simpang untuk waktu puncak pagi di Simpang Bangkong memiliki nilai sebesar 2171 smp/jam untuk pendekatan timur arah pergerakan lurus.
2. Dari nilai derajat kejenuhan pada masing-masing pendekatan yang sebagian besar memiliki nilai lebih besar dari 0,800 menunjukkan bahwa lalu lintas yang melalui simpang tersebut cukup padat. Terutama pada waktu pagi untuk arah timur ke barat dan waktu sore untuk arah barat ke timur.
3. Akibat dari nilai derajat kejenuhan yang cukup tinggi ( $>0,800$ ) akan menyebabkan terjadinya antrian yang cukup panjang pada tiap-tiap pendekatan. Untuk pendekatan timur Simpang Bangkong panjang ruas jalan antara Simpang Bangkong dan Simpang Milo adalah sepanjang 243 meter, sehingga pengaturan lalu lintas dengan mengatur jalan Brigjen Katamsa menjadi satu arah pada waktu puncak pagi adalah pilihan yang tepat yang dilakukan oleh pengambil keputusan meskipun belum optimal. Bagi pengguna jalan, pengaturan lalu lintas tersebut memberikan keuntungan dalam melalui kedua simpang tersebut dengan terjadinya tundaan yang lebih singkat.

4. Untuk Simpang Bangkok, pada waktu puncak pagi tundaan rata-rata simpang yang terjadi sebesar 96,10 detik/smp. Pada waktu puncak siang dengan tundaan simpang rata-rata sebesar 137,52 detik/smp. Pada waktu puncak sore dengan tundaan rata-rata simpang sebesar 111,77 detik/smp.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, 1 (1999), *Rekayasa Lalu Lintas*, Cetakan Pertama, Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota, Jakarta, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Button, K.J. (1986), *Transport Economics*, London, Gower Publishing Company Ltd.
- DPU, (1990), *Traffic Management*, Regional Cities Urban Transport DKI Jakarta Training, Dirjen Bina Marga
- Departemen Pekerjaan Umum, (1996), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum.
- Hobbs, F.D (1979), *Traffic Planning and Engineering* Published by Pergamon Press
- Hoff and Overgaard (1992), *Road User Cost Model, Second Technical Advisory Services on Planning and Programming to the Directorate of Planning*, Directorate General of Highways, Ministry of Public Works.
- Louis J. Pignataro (1973), *Traffic Engineering, Theory and Practice*, Englewood, New Jersey, Prentice Hall, Inc.
- Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas.
- R.J. Salter (1978), *Highway Traffic Analysis and Design.*, Published by The Macmillan Press Ltd.
- R.J. Salter (1983), *Traffic Engineering.*, University of Bradford.
- Undang-Undang Nomor 14 Tahun 1992 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.
- William R. McShane, Roger P. Roess, (1990), *Traffic Engineering*, Englewood, New Jersey, Prentice Hall, Inc.
- Willumsen, L.G, Coymans, J.E (1989), *The Value of Fixed Time Signal Coordination in Developing Countries*, London, Traffic Engineering & Control.
- Zegeer, C.V, Deen, R.C (1978), *Traffic Conflict As A Diagnostic Tool in Highway Safety, Transportation Research Record 667*, Washington, D.C, USA, Transportation Research Board.