

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 E-mail: en.julianto@gmail.com

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 42.80 seconds/pcu. At peak times during the intersection delay by an average of 55.10 seconds/pcu. In the afternoon peak period with an average intersection delay of 45.47 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 pendekatan timur arah pergerakan lurus. Dari nilai derajat kejenuhan pada masing-masing pendekatan 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 42,80 detik/smp. Pada waktu puncak siang dengan tundaan simpang rata-rata sebesar 55,10 detik/smp. Pada waktu puncak sore dengan tundaan rata-rata simpang sebesar 45,47 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. Untuk mengurangi konflik

tersebut, persimpangan-persimpangan yang ada di atur dengan menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).

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.

Memperhatikan kondisi dari lokasi studi, terutama pada jalan Brigjen Katamso, maka dapat disampaikan pula alasan pemilihan lokasi penelitian selain yang telah diuraikan diatas adalah adanya pengaturan lalu lintas dengan menjadikan ruas jalan Brigjen Katamso menjadi satu arah mulai dari Jembatan Banjir Kanal Timur sampai dengan Simpang Bangkong pada jam 06.00 - 08.00. Pengaturan seperti yang dilakukan pada ruas jalan Brigjen Katamso tersebut tidak dilakukan pada simpang bersinyal lainnya yang memiliki arus lalu lintas yang padat.

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.

Lingkup penelitian optimalisasi kinerja simpang bersinyal Kota Semarang adalah (a) Lokasi penelitian yang ditetapkan adalah Simpang Bangkong, yang merupakan pertemuan antara jalan Ahmad Yani, jalan Brigjen Katamso dan jalan MT Haryono, (b) Sistem sinyal yang diteliti adalah sistem sinyal dengan waktu siklus tetap (*fixed time*), (c) Data akan diperoleh langsung melalui survei yang dilakukan di lokasi penelitian yang akan dilakukan pada hari kerja normal saat kondisi lalu lintas sibuk, (d) Analisis data untuk mengevaluasi kinerja simpang menggunakan

pendekatan MKJI, (e) Dalam analisis data, diasumsikan bahwa nilai waktu pengguna jalan yang melalui Simpang Bangkong adalah sama dalam arti tidak memperhatikan tujuan serta kepentingan pengguna jalan yang melalui kedua simpang tersebut.

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.

Suatu penelitian, hendaknya dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang berkaitan atau berkepentingan dengan penelitian tersebut. Dalam penelitian ini, dimana yang dilakukan adalah mengevaluasi kinerja Simpang Bangkong, manfaat yang dapat diberikan adalah Bagi pihak pengambil keputusan, manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan suatu acuan tentang pengaturan lalu lintas yang diberlakukan saat ini ditinjau dari kinerja simpang berdasarkan MKJI 1997, sehingga pihak pengambil keputusan dapat melakukan suatu tindakan untuk lebih mengoptimalkan kinerja simpang tersebut dan Bagi pengguna jalan, manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran tentang kondisi kinerja Simpang Bangkong berdasarkan variabel kinerja simpang menurut MKJI 1997, sehingga pengguna jalan dapat mengetahui resiko yang harus ditanggung ketika melalui simpang tersebut.

Pengendalian Persimpangan Dengan APILL

Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) adalah suatu perangkat peralalan teknis yang menggunakan isyarat lampu untuk mengatur

lalu lintas di persimpangan atau pada ruas. Prinsip dasar dari persimpangan yang diatur dengan APILL ini adalah mengendalikan konflik yang terjadi pada suatu simpang dengan suatu isyarat lampu dengan cara mengatur pelepasan lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan. Keberhasilan dari pengendalian ini adalah berupa berkurangnya penundaan waktu untuk melalui persimpangan serta menurunnya angka kecelakaan pada persimpangan.

Fungsi utama lampu pengatur lalu lintas adalah mengurangi konflik-konflik yang terjadi pada persimpangan dengan menghentikan beberapa pergerakan arus kendaraan dan pada saat bersamaan memberikan kesempatan bagi arus kendaraan lain untuk bergerak. Akibat dari pergerakan arus kendaraan yang berhenti akan menimbulkan tundaan bagi arus kendaraan di belakangnya, tetapi tundaan tersebut akan diimbangi dengan peningkatan kecepatan kendaraan-kendaraan yang bergerak melalui adanya pengurangan konflik. Dengan demikian tujuan pemakaian lampu pengatur lalu lintas adalah mengurangi tundaan dan panjang antrian sehingga dapat meningkatkan kapasitas persimpangan.

Ada dua Jenis sistem utama dalam pengoperasian sinyal lalu lintas yaitu sistem sinyal *fixed-time* dan *traffic responsive*. Sistem sinyal *fixed-time* merupakan sistem operasi sinyal yang menggunakan waktu siklus tetap, modifikasi dari waktu siklus tetap ini dapat di-*setting* untuk periode waktu tertentu seperti untuk simulasi harian, mingguan atau jam sibuk dari jam tidak sibuk. Sedangkan sistem sinyal *traffic responsive* merupakan sistem operasi sinyal yang menggunakan setting waktu siklus

yang dapat berubah-ubah sesuai kondisi arus lalu lintas yang ada.

Tujuan Pengaturan Simpang Bersinyal

Pada umumnya pengaturan lalu lintas dengan menggunakan sinyal digunakan untuk beberapa tujuan, yang antara lain adalah menghindari terjadinya kemacetan pada simpang yang disebabkan oleh adanya konflik arus lalu lintas yang dapat dilakukan dengan menjaga kapasitas yang tertentu selama kondisi lalu lintas puncak, memberi kesempatan kepada kendaraan lain dan atau pejalan kaki dari jalan simpang yang lebih kecil untuk memotong jalan utama dan mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat pertemuan kendaraan yang berlawanan arah.

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 sunyal 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

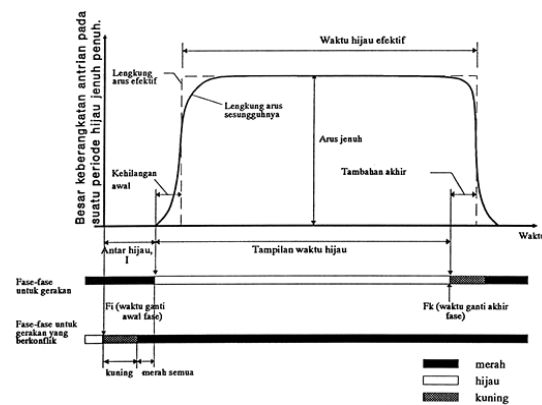
Waktu Hilang

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, dan ini ditulis sebagai berikut :

$$I = k + a - g$$

Bila b menyatakan jumlah kendaraan rata-rata yang keluar selama fase jenuh, dengan arus jenuh s , maka g (waktu hijau efektif), adalah :

$$g = \frac{b}{s}$$



Gambar 1. Model dasar arus jenuh (Akceklik, 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. Titik konflik kritis pada masing-masing fase adalah titik yang menghasilkan merah semua terbesar yang diperoleh dengan persamaan :

$$\text{Merah Semua}_i = \left[\frac{(L_{EV} - I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]_{\max}$$

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

$$LTI = \Sigma(\text{Merah Semua} + \text{Kuning})_i = \Sigma I/G_i$$

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

Kapasitas simpang dan derajat kejenuhan

Menurut MKJI 1997, perhitungan kapasitas dapat dibuat dengan pemisahan jalur tiap pendekat, pada satu lengan dapat terdiri dari satu atau lebih pendekat, misal dibagi menjadi dua atau lebih sub pendekat. 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 pendekat 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 pendekat 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 pendekat adalah hasil perkalian jumlah rata-rata antrian pada awal sinyal hijau (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk.

Jika lebar jalur dan arus lalu lintas telah digunakan pada penentuan waktu sinyal, arus yang digunakan adalah Q_{keluar} . Agar diperoleh nilai arus simpang total yang benar, penyesuaian terhadap arus tercatat untuk seluruh pendekat.

Kendaraan berhenti

Penghitungan laju henti (NS) untuk masing-masing pendekatan yang diidentifikasi sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti terulang dalam antrian). Penghitungan jumlah kendaraan terhenti (N_{SV}) untuk tiap pendekat dapat dihitung dengan persamaan :

$$N_{SV} = Q \times NS \text{ (smp/jam)}$$

Perhitungan laju henti rata-rata untuk seluruh simpang dilakukan dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kendaraan/jam, dihitung sebagai :

$$NS_{tot} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{TOT}}$$

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_J*) dengan tundaan geometrik rata-rata (*DG_J*).

Berdasarkan pada Akcelik, 1998, tundaan lalu lintas rata-rata (*DT*) pada suatu pendekat dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

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

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 :

- a. 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;

- b. 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 ekivalen 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 pendekatnya apakah terlawan (O) atau terlindung (P), setelah itu ditentukan lebar efektif (We), nilai arus jenuh dasar (So), faktor-faktor penyesuaian, nilai arus jenuh yang disesuaikan (S), rasio arus (FR), rasio fase (PR), waktu siklus pra penyesuaian (cua), 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 (Nsv), kendaraan terhenti rata-rata stop/smp (NS_{TOT}), 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 PEMBAHASAN

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 Bangkok

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

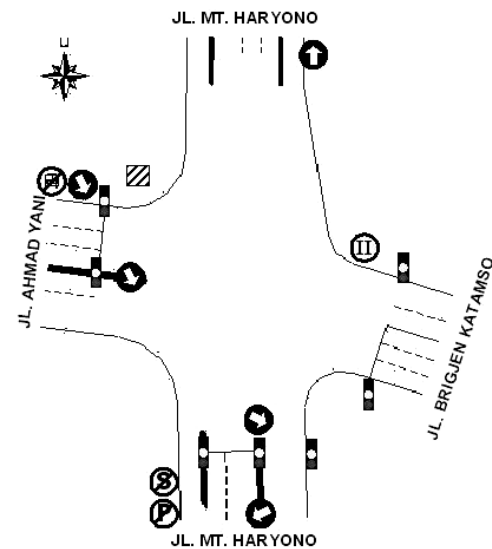
macam aktivitas, baik pemerintahan, pendidikan maupun perdagangan. Selain itu, jalan tersebut juga merupakan jalan masuk arus lalu lintas yang berasal dari luar kota Semarang yang akan masuk ke kota Semarang.

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 Simping Kondisi Eksisting

Dalam penelitian ini, yang akan dijadikan sebagai pedoman untuk menentukan kinerja simping yang berkaitan dengan konsumsi bahan bakar adalah tundaan yang terjadi pada tiap pendekat. 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 Simping Bangkok

Tabel 2. Nilai faktor-faktor kinerja simping pada kondisi eksisting

Waktu	Indikator kinerja	Kode Pendekat			
		S	T _{ST}	T _{RT}	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 _{rata-rata}	49.8	115.9	22.8	40.9
	D _{simpang}	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 _{rata-rata}	83.9	156.3	174.1	
	D _{simpang}	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 _{rata-rata}	53.4	50.9	281	
	D _{simpang}	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 pendekat dan lamanya waktu hijau. Pendekat pada Simpang Bangkong yang memiliki kapasitas terbesar adalah pada pendekat timur (2171 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 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 pendekat timur lebih padat dibandingkan dengan pendekat lainnya yang ditunjukkan dengan nilai sebesar 1,033. Pada waktu puncak siang derajat kejenuhan terbesar terjadi pada pendekat barat sebesar 1,060 dan untuk waktu puncak sore derajat kejenuhan sebesar 1,119 terjadi pada pendekat 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 pendekat barat kecil.

Demikian pula halnya dengan panjang antrian, antrian yang terjadi 322 meter. Panjang antrian pada pendekat timur ini merupakan yang terpanjang jika dibandingkan dengan pendekat lain pada waktu puncak pagi. Pada waktu puncak siang dan sore, antrian terpanjang terjadi pada pendekat 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 pendekat, 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 pendekat. 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 Bangkong 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 Bangkong 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 Bangkong 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 pendekat 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 pendekat, 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 pendekat 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 pendekat timur arah pergerakan lurus.
2. Dari nilai derajat kejenuhan pada masing-masing pendekat 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 pendekat. Untuk pendekat timur Simpang Bangkok panjang ruas jalan antara Simpang Bangkok 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 42,80 detik/smp. Pada waktu puncak siang dengan tundaan simpang rata-rata sebesar 55,10 detik/smp. Pada waktu puncak sore dengan tundaan rata-rata simpang sebesar 45,47 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 Managenent*, 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 Fix ed 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.