

EVALUASI DAN OPTIMASI SIMPANG BANGKONG DAN MILO KOTA SEMARANG

Marlina Julianti, Prima Setiadita, Bambang Pudjianto^{*)}, Djoko Purwanto^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Kota Semarang sebagai kota besar yang berkembang cukup pesat sebagai pusat bisnis, perdagangan, dan pemerintahan di Jawa Tengah dihadapkan pada masalah transportasi seperti kemacetan yang terjadi akibat peningkatan volume kendaraan dengan kapasitas jalan yang tidak seimbang. Hasil analisa kondisi eksisting Simpang Bangkong dengan acuan arus dominan di pendekat barat dan timur menunjukkan kinerja simpang dengan DS sebesar 1,218 yang berarti melebihi angka ideal. Panjang antrian di pendekat timur Simpang Bangkong peak pagi, siang dan sore yaitu 95 m, 219 m, dan 219 m. Untuk nilai tundaan simpang rata-rata 62,46 det/smp, 235,24 det/smp, dan 137,68 det/smp. Sementara di Simpang Milo nilai DS sebesar 1,100 yang berarti juga melebihi angka ideal. Panjang antrian di pendekat timur Simpang Milo peak pagi, siang dan sore yaitu 108 m, 242 m, dan 242 m. Untuk nilai tundaan simpang rata-rata dengan nilai sebesar 36,99 det/smp, 65,39 det/smp, dan 108,16 det/smp. Untuk mendapatkan optimasi pengoperasian Simpang Bangkong dan Milo dibuatlah simulasi dengan menampilkan 3 skenario. Skenario 1 yaitu dengan melakukan penyesuaian waktu hijau yang menghasilkan nilai DS sama di setiap pendekat kedua simpang. Skenario 2 yaitu dengan mengubah LTOR menjadi LT dengan hasil kapasitas menjadi lebih besar, DS menjadi kecil, panjang antrian lebih besar, dan tundaan menjadi kecil. Selanjutnya dibuat skenario 3 yaitu dengan melakukan perubahan menjadi sistem satu arah. Skenario 3 memiliki kinerja yang lebih baik. Untuk Simpang Bangkong nilai QL didapat 44 m, 40 m, dan 99 m. Nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 46,88 det/smp, 38,27 det/smp, dan 40,74 det/smp. Untuk Simpang Milo nilai QL sebesar 27 m, 15 m, dan 18 m. Nilai tundaan simpang rata-rata 8,81 det/smp, 32,60 det/smp, dan 7,61 det/smp. Hasil dari analisis dengan 3 skenario menunjukkan bahwa skenario sistem satu arah memiliki kinerja yang lebih baik dengan pertimbangan skenario ini memprioritaskan arus lalu lintas yang besar dari barat ke timur maupun arah sebaliknya.

kata kunci : kinerja simpang bersinyal, koordinasi simpang

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

ABSTRACT

Semarang city as a big city develop rapidly as centre business, trade, and government in Central Java faced with transportation problems such as traffic congestion caused by the volume of road vehicles with the road capacity is not balanced. The result of analysis of existing conditions with reference, Bangkong Intersection dominant currents in the western and eastern approach that shows the performance of intersections with an average degree of saturation 1,218 that means in excess of the ideal number. In the eastern approach Bangkong Intersection in the peak of morning, afternoon and evening, long queue reached 95 m, 219 m, and 219 m. To value the average intersection delay 62.46 sec/smp , 235.24 sec/smp, and 137.68 sec/smp. While in Milo Intersection, average DS values 1,100 that means in the excess of the ideal number. Long queues at the eastern approach Milo Intersection in the peak morning, afternoon and evening is 108 m, 242 m, and 242 m. To value the average intersection delay with a value of 36.99 sec/smp, 65.39 sec/smp, and 108.16 sec/smp. To get the operation optimization Simpang Bangkong and Milo made simulations by showing 3 scenarios. It was made the scenario 1 is the green time adjustments resulting DS same value in every second approach the intersection. Scenario 2 is to change LTOR into LT with the result being a greater capacity, the DS becomes small, a larger queue length, and delay be small. Next, scenario 3 is made by changing into a one-way system. Here after devised scenario 3, is one way system to produce a DS value becomes smaller, a small queue length, delay values are relatively larger. For QL values obtained Bangkong Intersection 44 m, 40 m, and 99 m. the average of intersection delay values 46.88 sec/smp, 38.27 sec/smp , and 40.74 sec/smp. For Milo Intersection, the value of QL is 27, 15 m, and 18 m. Value of the average intersection delay 8.81 sec/smp, 32.60 sec/smp , and 7.61 sec / smp. The results of the analysis with 3 scenarios show that one way system scenario has better performance with consideration of this scenario prioritize large traffic flow from west to east and toward the opposite.

keywords: *analysis of signalized intersection, intersection coordination*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Semarang sebagai salah satu kota besar yang berkembang cukup pesat sebagai pusat bisnis, perdagangan dan pemerintahan di Jawa Tengah. Hal ini menyebabkan pergerakan penduduk ke pusat Kota Semarang menjadi semakin padat dikarenakan perekonomian di kota yang lebih meningkat diiringi dengan pertumbuhan jumlah kendaraan pribadi yang lebih mendominasi dibandingkan jumlah kendaraan umum, sehingga mengakibatkan terjadinya kepadatan lalu lintas. Pada Simpang Bangkong dan Simpang Milo dihubungkan oleh Jalan Brigjen Katamso menjadi salah satu lokasi rawan kepadatan kendaraan pada *peak hour*. untuk kondisi eksisting pengaturan lalu lintas saat *peak* pagi Jalan Brigjen Katamso diterapkan sistem satu arah, sedangkan untuk *peak* siang dan sore diterapkan kembali sistem dua arah. Hanya saja kondisi tersebut dirasa masih kurang optimal untuk kinerja kedua simpang tersebut. Oleh karena itu, dibuatlah beberapa skenario pengaturan lalu lintas yang paling optimal dan dapat digunakan untuk analisa koordinasi kedua simpang tersebut untuk memperoleh waktu sinyal dan fase pergerakan yang lebih optimal.

Kajian Permasalahan

Pokok permasalahan yang dikaji adalah:

1. Analisa kinerja Simpang Bangkong dan Simpang Milo dalam kondisi eksisting pada waktu dan hari sibuk.
2. Analisa kinerja Simpang Bangkong dan Simpang Milo dengan optimasi dari beberapa skenario pengaturan lalu lintas.
3. Analisa koordinasi Simpang Bangkong dan Simpang Milo dengan skenario satu arah untuk mendapatkan waktu sinyal dan fase pergerakan yang sesuai.
4. Perbandingan antara kinerja Simpang Bangkong dan Simpang Milo kondisi eksisting, skenario satu arah dan hasil koordinasi kedua simpang.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian pada Simpang Bangkong dan Simpang Milo sesuai dengan tinjauan penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Mengevaluasi kinerja Simpang Bangkong dan Simpang Milo pada kondisi eksisting.
2. Melakukan optimasi pada Simpang Bangkong dan Simpang Milo untuk mendapatkan fase dan waktu sinyal yang optimum, serta mengurangi derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan yang terjadi.
3. Menganalisa perbedaan kondisi antara sebelum dan sesudah optimasi.

Tujuan dari penelitian ini untuk menghasilkan atau menyediakan suatu sistem koordinasi Simpang Bangkong dan Simpang Milo yang optimum, sehingga dapat memperlancar arus lalu lintas.

Lokasi Studi

Lokasi penelitian yang ditinjau pada Tugas Akhir ini adalah di Simpang Bangkong dan Simpang Milo seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini:



Sumber : <http://maps.google.co.id>

Gambar 1. Lokasi studi

Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian di Simpang Bangkong dan Simpang Milo.
2. Tidak melakukan analisa kinerja ruas jalan, sehingga perlu adanya asumsi bahwa dengan menempuh jarak yang lebih panjang tidak mengganggu jaringan jalan yang terkait.
3. Dilakukan manajemen lalu lintas dengan menggunakan hasil analisa kondisi eksisting tanpa perubahan geometri kedua simpang tersebut.
4. Kajian ini hanya membahas kinerja lalu lintas untuk jangka pendek yang meliputi derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan kendaraan untuk persimpangan.

STUDI PUSTAKA

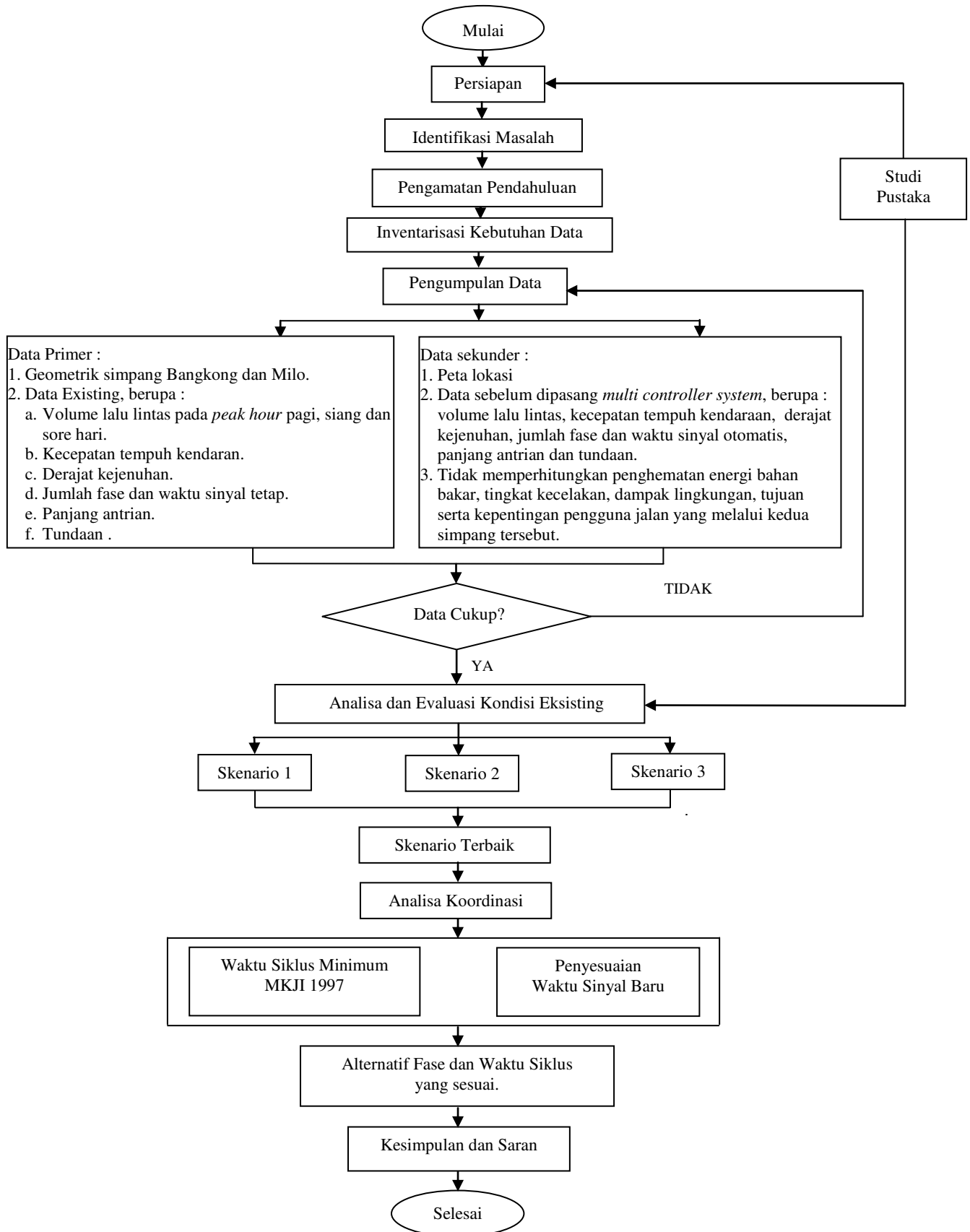
Konsep manajemen lalu lintas adalah untuk mendapatkan tingkat efisiensi dari pergerakan lalu lintas secara menyeluruh, sehingga tingkat aksesibilitas seluruh daerah cukup tinggi dengan adanya keseimbangan antara permintaan pergerakan dengan sarana penunjang yang tersedia sebagai pertimbangan utama.

Dalam penelitian ini akan dipilih optimasi yang terbaik untuk kinerja simpang dari beberapa skenario yang telah dianalisa. Selanjutnya dari hasil skenario terbaik ini akan memasuki analisa koordinasi pada kedua simpang yang ditinjau, yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas jalan dan persimpangan, sehingga mampu mengurangi kepadatan lalu lintas yang biasanya terjadi di wilayah perkotaan.

Untuk mendapatkan kinerja Simpang Bangkong dan Simpang Milo dengan waktu sinyal dan fase pergerakan yang sesuai, maka analisa kinerja menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pengkoordinasian sinyal antar simpang kali ini dapat diuraikan dengan kerangka pelaksanaan tugas akhir berikut ini :



Gambar 2. Diagram alir pengerjaan tugas akhir.

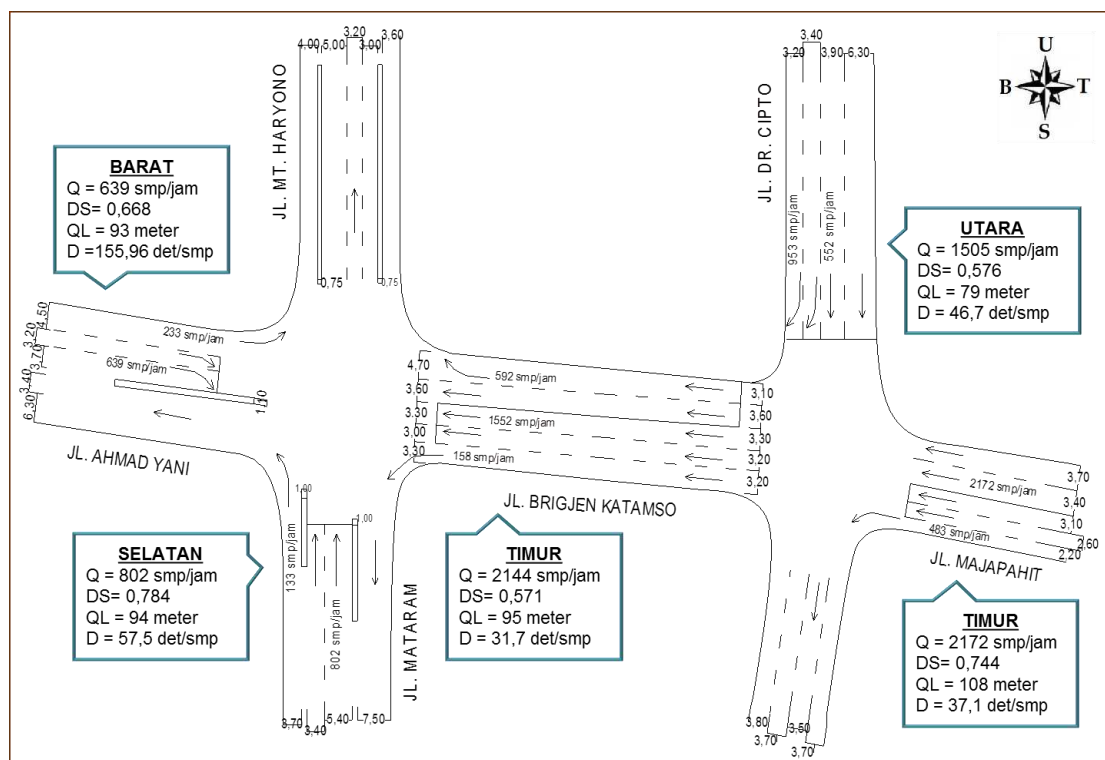
PENYAJIAN DATA

Untuk penyajian data berdasarkan hasil survei lapangan dengan pengambilan data sesuai waktu rencana, yaitu pada *peak* pagi (06.00-08.00), *peak* siang (12.00-14.00), dan *peak* sore (16.00-18.00) serta pada hari sibuk, maka disajikan data geometrik simpang, waktu dan jarak tempuh, waktu sinyal dan fase pergerakan, volume lalu lintas, panjang antrian dan lama tundaan.

ANALISA DATA DAN EVALUASI KINERJA SIMPANG EKSISTING

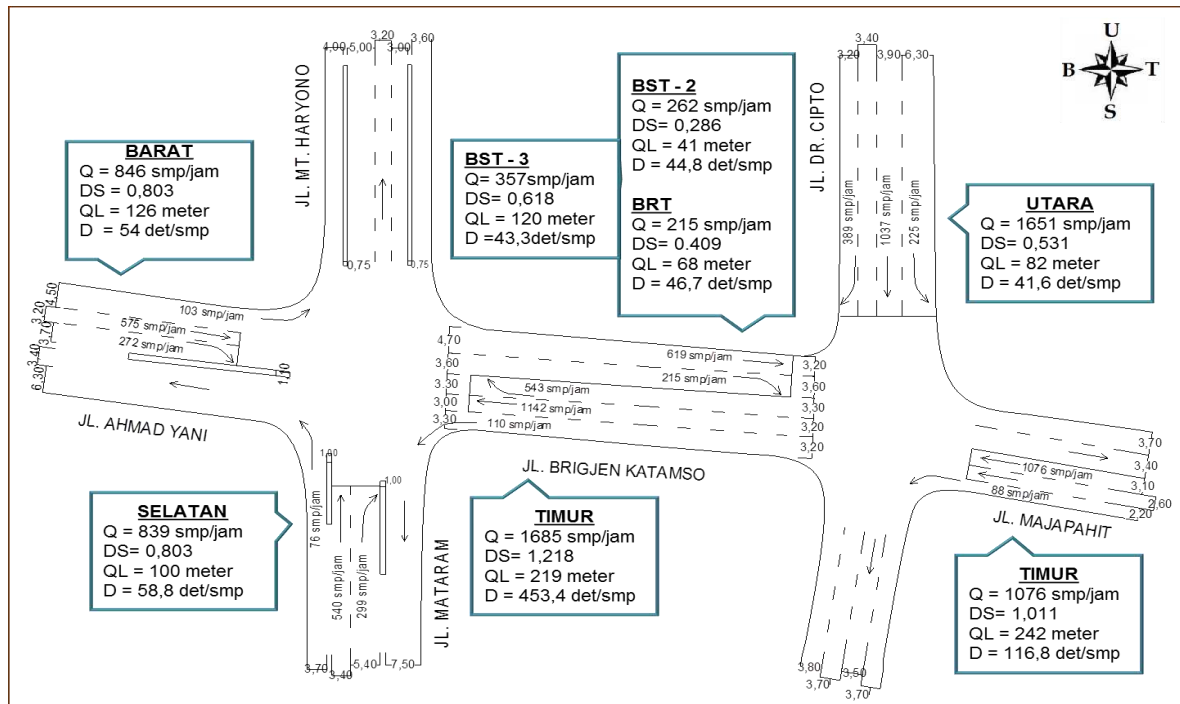
Analisa data untuk kinerja simpang eksisting dilakukan berdasarkan data *peak* pagi, siang, dan sore, yang meliputi penentuan lebar efektif pendekatan pada masing-masing simpang bergantung kondisi lalu lintasnya, perhitungan volume lalu lintas dari nilai total terbesar pada setiap periode waktu dalam satuan kend/jam yang dikalikan dengan nilai ekuivalen mobil penumpang (emp) masing-masing (HV, LV, dan MC) dalam kondisi terlindung untuk mendapatkan arus dalam satuan mobil penumpang (smp/jam). Perhitungan arus jenuh dengan faktor-faktor penyesuaian di lapangan seperti ukuran kota, hambatan samping, kelandaian, parkir, belok kanan, dan belok kiri, perhitungan kapasitas simpang berdasarkan waktu hijau (g) dan waktu siklus (c) hasil survei lapangan, perhitungan derajat kejenuhan, panjang antrian, angka henti, dan tundaan simpang.

Hasil analisa data kinerja simpang eksisting untuk Simpang Bangkok dan Milo pada kondisi *peak* pagi disajikan pada Gambar 3 berikut ini :



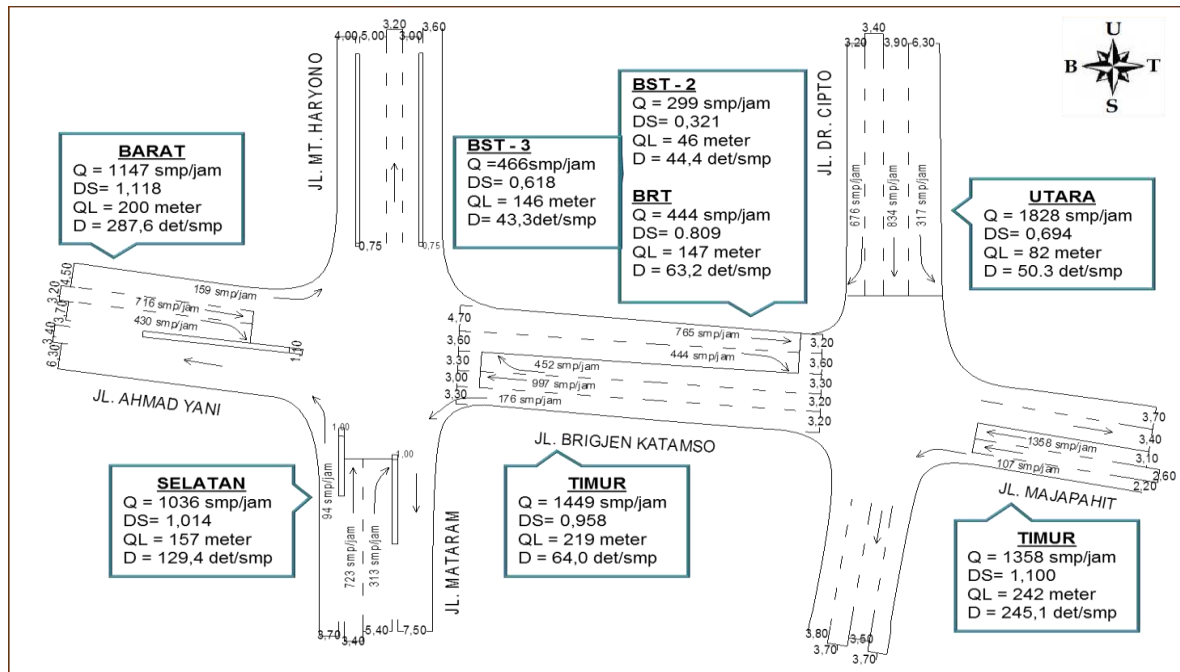
Gambar 3. Geometrik Simpang Bangkok dan Milo dengan hasil analisa data kinerja eksisting pada *peak* pagi.

Untuk hasil analisa data kinerja simpang eksisting untuk Simpang Bangkong dan Milo pada kondisi *peak* siang disajikan pada Gambar 4 berikut ini :



Gambar 4. Geometrik Simpang Bangkong dan Milo dengan hasil analisa data kinerja eksisting pada *peak* siang.

Untuk hasil analisa data kinerja simpang eksisting untuk Simpang Bangkong dan Milo pada kondisi *peak* sore disajikan pada Gambar 5 berikut ini :



Gambar 5. Geometrik Simpang Bangkong dan Milo dengan hasil analisa data kinerja eksisting pada *peak* sore

Dari hasil analisa diatas terlihat bahwa beberapa pendekat simpang pada masing-masing *peak hour* masih terdapat nilai derajat kejenuhan yang lebih besar dari 0,75 bahkan di simpang tertentu nilai derajat kejenuhannya melebihi angka 1,00, seperti di Simpang Bangkong kondisi eksisting terlihat beberapa lengan memiliki nilai derajat kejenuhan yang melebihi nilai 1,00. Nilai dari parameter-parameter tersebut menunjukkan bahwa kinerja simpang bersinyal pada lokasi penelitian dikatakan belum mampu memenuhi kebutuhan dari kendaraan yang melewatinya, sehingga dibutuhkan pengaturan lalu lintas di lokasi tersebut dengan mensimulasi beberapa skenario pengaturan lalu lintas untuk meningkatkan kinerja simpang. Berdasarkan hasil survei kondisi eksisting, didapatkan fakta bahwa kedua simpang sudah dikoordinasikan dari arah timur menuju ke barat pada *peak* siang dan sore, sedangkan untuk arah sebaliknya kendaraan masih mengalami tundaan akibat waktu merah. Fakta lain yang didapat, pada *peak* pagi masih ada bantuan polisi meskipun *traffic light* tetap dioperasikan. Hal ini menunjukkan perlu melakukan analisa koordinasi yang lebih optimal untuk kedua simpang pada setiap *peak hour*.

OPTIMASI DAN KOORDINASI KINERJA SIMPANG

Untuk meningkatkan kinerja Simpang Bangkong dan Simpang Milo disimulasikan beberapa skenario pengaturan lalu lintas sebagai berikut :

1. Optimasi kinerja simpang dengan penyesuaian waktu hijau sesuai MKJI 1997 (Skenario 1).
2. Kinerja simpang dengan skenario perubahan LTOR menjadi LT (Skenario 2).
3. Kinerja simpang dengan skenario satu arah (Skenario 3).

Perbedaan antara hasil analisa kondisi eksisting dan optimasi pada Simpang Bangkong dapat disajikan dalam Tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Hasil analisa Simpang Bangkong pada kondisi eksisting, skenario 1, 2 dan 3.

Parameter Kinerja	Pendekat	Pagi				Siang				Sore			
		Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	B	639	639	1549	639	846	846	1166	846	1147	1147	1701	1147
	S	802	802	1343	802	839	839	1144	839	1036	1036	1422	1036
	T	2144	2144	2455	2144	1685	1685	1941	1685	1449	1449	1823	1449
Kapasitas (C) (smp/jam)	B	957	903	2002	903	1053	936	1713	1165	1025	1241	2245	1468
	S	1023	1132	1736	1132	1045	928	1680	1154	1022	1121	1877	1326
	T	3755	3027	3174	3027	1383	1864	2850	2319	1513	1568	2406	1855
Waktu Hijau (g) (detik)	B	27	9	14	9	36	26	10	13	33	39	16	18
	S	27	9	13	9	28	20	9	10	28	30	13	14
	T	56	14	15	14	48	53	10	11	54	56	11	11
Waktu Siklus (c) (detik)	B												
	S	131	42	51	42	133	108	39	44	136	134	48	52
	T												
Derajat Kejenuhan (DS)	B	0.668	0.708	0.774	0.708	0.803	0.904	0.681	0.727	1.118	0.924	0.758	0.781
	S	0.784	0.708	0.774	0.708	0.803	0.904	0.681	0.727	1.014	0.924	0.758	0.781
	T	0.571	0.708	0.774	0.708	1.218	0.904	0.681	0.727	0.958	0.924	0.758	0.781
Panjang Antrian (QL) (meter)	B	93	38	61	38	126	118	55	48	200	187	91	71
	S	94	35	43	35	100	93	43	38	157	135	63	53
	T	95	44	42	44	219	219	91	40	219	219	110	99
Tundaan Simpang Rata2 (detik/smp)	B												
	S	62.46	46.88	8.83	46.88	235.24	39.79	17.57	38.27	137.68	46.90	21.67	40.74
	T												

Sumber : Hasil analisis

Sedangkan untuk perbedaan antara hasil analisa kondisi eksisting dan optimasi pada Simpang Milo disajikan dalam Tabel 2. berikut ini:

Tabel 2. Hasil analisa Simpang Milo pada kondisi eksisting, skenario 1, 2 dan 3.

Parameter Kinerja	Pendekat	Pagi				Siang				Sore			
		Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	U	1505	1505	1505	1505	1651	1651	1651	1651	1828	1828	1828	1828
	B-ST2					262	262	262		299	299	299	
	B-RT					215	215	215		444	444	444	
	B-ST3					357	357	357		466	466	466	
	T	2172	2172	2956	2172	1076	1076	1311	1076	1358	1358	1608	1358
Kapasitas (C) (smp/jam)	U	2614	2574	2253	2574	3110	2164	2705	3685	2634	2058	2155	3639
	B-ST2					917	491	614		931	848	889	
	B-RT					526	282	352		548	499	523	
	B-ST3					579	767	843		579	832	744	
	T	2921	3715	4425	3715	1064	1410	2148	2401	1235	1530	1896	2704
Waktu Hijau (g) (detik)	U	33	6	9	9	43	9	31	8	36	19	15	8
	B-ST2					33	6	18		34	21	17	
	B-RT					33	6	18		34	21	17	
	B-ST3					45	19	54		53	45	30	
	T	53	13	20	13	45	19	54	7	53	45	30	8
Waktu Siklus (c) (detik)	U												
	B-ST2	131	25	38	25	136	43	112	20	138	94	71	22
	B-RT												
	B-ST3												
	T												
Derajat Kejenuhan (DS)	U	0.576	0.585	0.668	0.585	0.531	0.763	0.610	0.448	0.694	0.888	0.848	0.502
	B-ST2					0.286	0.533	0.427		0.321	0.352	0.336	
	B-RT					0.409	0.763	0.610		0.809	0.888	0.848	
	B-ST3					0.618	0.466	0.494		0.618	0.560	0.626	
	T	0.744	0.585	0.668	0.585	1.011	0.763	0.610	0.448	1.100	0.888	0.848	0.502
Panjang Antrian (QL) (m)	U	79	19	27	19	82	82	82	15	82	82	82	18
	B-ST2					41	21	39		46	206	28	
	B-RT					68	43	66		147	123	96	
	B-ST3					120	49	56		146	96	86	
	T	108	27	53	27	242	69	151	15	242	175	154	18
Tundaan Simpang Rata-rata (detik/smp)	U												
	B-ST2	36.99	8.89	11.68	8.81	63.59	43.38	40.87	7.45	108.16	39.78	30.94	7.61
	B-RT												
	B-ST3												
	T												

Sumber : Hasil analisis

Dari analisa beberapa skenario diatas, maka dipilih skenario satu arah dengan kinerja yang cukup mampu memberikan kinerja simpang yang lebih baik berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Selanjutnya data waktu sinyal pada Simpang Bangkong dan Simpang Milo akan digunakan sebagai dasar analisa koordinasi. Analisa koordinasi pada kedua simpang menghasilkan nilai waktu sinyal sebagai berikut :

1. Koordinasi simpang pada *peak* pagi menggunakan kecepatan rata-rata kendaraan sebesar 23,67 km/jam. Untuk Simpang Bangkong diperoleh waktu siklus sebesar 62 detik dengan waktu hijau pada pendekat barat sebesar 11 detik (fase 3), selatan sebesar 12 detik (fase 2), dan timur sebesar 30 detik (fase 1). Sedangkan untuk Simpang Milo diperoleh waktu siklus yang sama dengan waktu hijau pada pendekat

- utara sebesar 26 detik (fase 1) dan timur sebesar 30 detik (fase 2). Dari diagram koordinasi terdapat *offset* sebesar 41 detik dan *bandwidth* sebesar 30 detik.
2. Koordinasi simpang pada *peak* siang menggunakan kecepatan rata-rata kendaraan sebesar 28,64 km/jam. Untuk Simpang Bangkong diperoleh waktu siklus sebesar 57 detik dengan waktu hijau pada pendekat barat sebesar 15 detik (fase 3), selatan sebesar 12 detik (fase 2), dan timur sebesar 21 detik (fase 1). Sedangkan untuk Simpang Milo diperoleh waktu siklus yang sama dengan waktu hijau pada pendekat utara sebesar 30 detik (fase 1) dan timur sebesar 21 detik (fase 2). Dari diagram koordinasi terdapat *offset* sebesar 34 detik dan *bandwidth* sebesar 21 detik.
 3. Koordinasi simpang pada *peak* sore menggunakan kecepatan rata-rata kendaraan sebesar 28,64 km/jam. Untuk Simpang Bangkong diperoleh waktu siklus sebesar 65 detik dengan waktu hijau pada pendekat barat sebesar 18 detik (fase 3), selatan sebesar 14 detik (fase 2), dan timur sebesar 24 detik (fase 1). Sedangkan untuk Simpang Milo diperoleh waktu siklus yang sama dengan waktu hijau pada pendekat utara sebesar 35 detik (fase 1) dan timur sebesar 24 detik (fase 2). Dari diagram koordinasi terdapat *offset* sebesar 30 detik dan *bandwidth* sebesar 24 detik.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa optimasi dan koordinasi simpang yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil evaluasi kondisi eksisting, Simpang Bangkong dan Milo memiliki kinerja yang mendekati jenuh. Hal ini dibuktikan dengan nilai parameter kinerja yaitu derajat kejenuhan (DS), panjang antrian (QL), dan tundaan simpang rata-rata yang cukup besar. Untuk Simpang Bangkong *peak* siang, dihasilkan nilai DS sebesar 1,218, nilai panjang antrian sebesar 219 m, nilai tundaan sebesar 453,4 det/smp, dan tundaan simpang rata-rata sebesar 235,24 det/smp. Untuk Simpang Milo *peak* sore, dihasilkan nilai DS sebesar 1,100, nilai panjang antrian sebesar 242 m, nilai tundaan sebesar 245,1 det/smp, dan nilai tundaan simpang rata-rata sebesar 108,16 det/smp.
2. Pengaturan lalu lintas direncanakan dengan 3 skenario sebagai berikut :
 - a. Skenario penyesuaian waktu hijau
 - b. Skenario perubahan LTOR menjadi LT
 - c. Skenario satu arah
3. Skenario satu arah dipilih sebagai skenario dengan kinerja terbaik untuk pengaturan lalu lintas di Simpang Bangkong dan Simpang Milo, karena nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan simpang rata-rata menjadi semakin kecil.
4. Dari analisis yang dilakukan terdapat kinerja Simpang Bangkong dan Simpang Milo, beberapa faktor yang kami anggap memiliki pengaruh besar bagi peningkatan kinerja suatu simpang bersinyal yaitu lebar pendekat efektif/lebar masuk efektif (W_e) dan alokasi waktu hijau yang diberikan bagi suatu lengan pendekat pada simpang bersinyal.

Saran

Terdapat beberapa saran yang diusulkan untuk perbaikan di masa mendatang, diantaranya :

1. Waktu sinyal hasil analisis diharapkan dapat sesuai dengan skenario yang diterapkan, karena berdasarkan fakta kondisi eksisting, pengaturan pergerakan masih dibutuhkan bantuan polisi. Perlu adanya kebijakan untuk menghilangkan fungsi polisi di persimpangan serta memaksimalkan *traffic light*, hal ini akan menghindari kesalahan pengendara dalam berlalu lintas.
2. Dari analisa di kedua simpang ini, besarnya jumlah kendaraan sebenarnya sudah tidak mampu diakomodasi oleh kapasitas simpang atau jalan yang ada. Untuk itu, perlu adanya rekayasa lalu lintas secara berkala untuk memprediksi kepadatan kendaraan di lapangan.
3. Perlu melakukan simulasi arus lalu lintas dengan *trial eror* menggunakan bantuan *software* untuk mengelaborasi kapasitas jalan dengan peningkatan pertumbuhan kendaraan dalam jangka waktu tertentu.
4. Dalam analisa Simpang Bangkong dan Milo ini tidak meninjau kinerjanya yang memiliki dampak terhadap simpul simpang jalan yang lain pada jaringan jalan yang berpengaruh. Sebaiknya perlu dianalisa dalam skala yang lebih besar dalam memperbaiki kinerja jaringan jalan secara keseluruhan di Kota Semarang

DAFTAR PUSTAKA

- _____. (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Hobbs, F.D (1995), *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Edisi kedua, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Khisty, C. J dan Lall, B.K. (2003), *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Mc. Shane, W.R., dan Roess, R.P., (1990), *Traffic Engineering*, Prentice Hall., Inc., A Englewood, New Jersey.
- Morlok, E.K., (1991). *Pengantar dan Teknik Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Papacostas, C.S. and P.D. Prevedouros (2005), *Transportation Engineering and Planning*, Pearson, Prentice Hall, SI Edition ISBN 0-13-197309-6.
- Taylor, M. and Young, W. (1996). *Understanding Traffic System*. Sydney : Avebury Technical.
- Zain, E. (2010), *Analisa dan Koordinasi Sinyal Antar Simpang Pada Ruas Jalan Diponegoro*. Skripsi. S1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS, Surabaya.
- Julianto, N Eko, 2008. *Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Bangkong dan Simpang Milo Semarang Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar Minyak*. Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.