



ANALISIS DAN KOORDINASI SIMPANG KARTINI DAN SIMPANG SIDODADI, SEMARANG

Ainul Mishbahul Munir, Fariz Hadiyanto, Bambang Riyanto^{*)}, Epf. Eko Yulipriyono^{*)}

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

ABSTRAK

Pertumbuhan volume lalu lintas jalan terus meningkat dengan pesat khususnya di kota Semarang. Hal ini membuat terjadinya kemacetan di kota Semarang pada jam-jam sibuk terutama pada persimpangan. Permasalahan pada persimpangan tersebut bisa diatasi dengan cara penggunaan lampu bersinyal pada persimpangan sehingga tidak terjadi konflik dan benturan, akan tetapi penggunaan sinyal pada persimpangan juga menimbulkan masalah tersendiri, seperti terjadi tundaan dan antrian, terlebih jika terdapat banyak simpang bersinyal yang saling berdekatan dalam satu ruas jalan seperti halnya pada ruas jalan Dr. Cipto Mangunkusumo Semarang yang sering kita kenal dengan jalan Dr. Cipto. Penelitian ini bertujuan untuk memperlancar arus lalu lintas pada ruas jalan Dr. Cipto dengan cara mengkoordinasi simpang Kartini dan simpang Sidodadi. Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei langsung pada kedua simpang pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari. Adapun data yang diambil adalah volume kendaraan yang melalui tiap simpang, waktu sinyal, kecepatan tempuh kendaraan yang melalui kedua simpang, panjang antrian, dan geometrik simpang. Hasil survei kemudian diproses dengan menggunakan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 sehingga didapatkan kinerja kondisi eksisting, selanjutnya dilakukan pengaturan lalu lintas dan dibandingkan hasil kinerjanya pada kondisi optimal dan kondisi skenario. Kinerja terbaik pada setiap simpang selanjutnya digunakan untuk membuat sebuah rancangan koordinasi antara kedua simpang. Hasil analisis simpang pada kondisi eksisting menunjukkan kinerja yang kurang memuaskan, pada simpang Kartini menunjukkan nilai derajat kejenuhan yang masih tinggi dibeberapa pendekat, nilai kendaraan henti yang besar, dan tundaan simpangnya pun masih besar. Pada perencanaan kondisi optimal memiliki kinerja yang lebih baik dari kondisi optimal dilihat dari nilai DS dan tundaan rata-rata simpang yang lebih kecil dari pada kondisi eksisting, sedangkan pada perencanaan kondisi skenario menghasilkan kinerja yang lebih buruk dari pada kondisi optimal, sehingga kondisi optimal direkomendasikan untuk digunakan dalam pengkoordinasian simpang bersinyal Kartini dan simpang bersinyal Sidodadi. Untuk melakukan pengkoordinasian antara kedua simpang bersinyal tersebut, perencanaan yang dilakukan adalah membuat waktu siklus kedua simpang memiliki nilai yang sama, pada jam puncak pagi waktu siklus diubah menjadi 82 detik, pada jam puncak siang menjadi 75 detik, dan jam puncak sore menjadi 100 detik. Dari jarak antar simpang dan kecepatan kendaraan didapatkan nilai offset sebesar 36 detik sedangkan bandwidth pada jam puncak pagi sebesar 25 detik, jam puncak

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

siang 22 detik, dan jam puncak sore sebesar 32 detik. Sedangkan nilai efisiensi dari koordinasi kedua simpang sebesar 30,48% untuk pagi hari, 29,33% untuk siang hari, dan 32% untuk sore hari. Diperkirakan pada jam puncak pagi pendekatan utara dapat melepaskan 2238 kendaraan/jam, pada jam puncak siang sebesar 2160 kendaraan/jam, dan pada jam puncak sore sebesar 2376 kendaraan/jam. Kinerja koordinasi yang dilakukan sudah cukup baik untuk tingkat penanganan jangka waktu pendek. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kinerja simpang yang ditinjau menjadi lebih baik dari pada kondisi awal.

kata kunci : *koordinasi, simpang bersinyal, kinerja simpang, offset, bandwidth*

ABSTRACT

Volume growth in road traffic is increasing rapidly, especially in the city of Semarang. This makes the occurrence of congestion in the city of Semarang at peak hours, especially at intersections. The problems at the intersection can be overcome by the use of lights at signalized intersections so there is no conflict and clash, but the use of a signal at the intersection also raises its own problems, such as delays and queues occur, especially if there are a lot of adjacent signalized intersections in the road as well as on the road Dr. Cipto Mangunkusumo Semarang who are familiar with the way Dr. Cipto. This study aims to smooth traffic flow on roads Dr. Cipto coordinated way Kartini intersection and Sidodadi intersection. The data was collected by surveying directly at the two junctions at peak hours in the morning, afternoon, and evening. The data is taken from the volume of vehicles that pass through each intersection, signal timing, vehicle travel speed through two intersections, queue length, and geometric intersection. The survey results are then processed using the guidelines Indonesian Highway Capacity Manual (MKJI) in 1997 to obtain the performance of the existing condition, then performed traffic control and compared the results of its performance in optimal condition and scenario conditions. Best performance at each intersection are then used to create a draft of coordination between the two junctions. Results in the condition of existing intersection analysis showed unsatisfactory performance, at the intersection of Kartini shows the degree of saturation is still high in some approach, a large value of the vehicle stop, and delay simpangnya was still great. In planning the optimal conditions has a better performance than optimal conditions seen from the DS and the average intersection delay is smaller than the existing condition, while the condition of scenario planning produces a worse performance than the optimal conditions, so the recommended optimal conditions for used in coordination signalized intersections Kartini and Sidodadi. To perform coordination between the two signalized intersections, planning done is create two junctions cycle time has the same value, the morning peak hour cycle time changed to 82 seconds, the peak daylight hours to 75 seconds, and afternoon peak hours to 100 seconds. Of the distance between the intersection and the vehicle speed obtained offset value is 36 seconds while the bandwidth at peak hours in the morning for 25 seconds, 22 seconds during peak hours, and the afternoon peak hour by 32 seconds. While the efficiency of the coordination of the two junctions of 30.48% for the morning, 29.33% for the day, and 32% for the afternoon. Estimated at morning peak hour north approach can release 2238 vehicles/hour, the afternoon peak hour of 2160 vehicles/hour, and the afternoon peak hour of 2376 vehicles/hour. Coordination performance was good enough for the level of short-term

treatment. Thus, it can be concluded that the performance of intersections to be better in terms of the initial conditions.

keywords: *coordination, intersection, intersection performance, offset, bandwidth*

LATAR BELAKANG

Seiring dengan perkembangan kota Semarang sebagai ibu kota Jawa Tengah yang semakin berkembang di iringi dengan semakin banyaknya sistem kegiatan yang terjadi di kota tersebut. Hal ini juga menyebabkan semakin banyaknya pelaku kegiatan yang beraktifitas di kota Semarang. Hal ini membuat pertumbuhan kendaraan dikota semarang semakin tumbuh signifikan pesat, Hal ini membuat kemacetan yang terjadi di kota Semarang pada jam-jam sibuk terutama pada persimpangan.

Permasalahan pada persimpangan tersebut bisa diatasi dengan cara penggunaan sinyal pada persimpangan sehingga tidak terjadi konflik dan benturan, akan tetapi penggunaan sinyal pada persimpangan juga menimbulkan masalah tersendiri, seperti terjadi tundaan dan antrian.terlebih jika terdapat banyak simpang bersinyal yang saling berdekatan dalam satu ruas jalan seperti halnya pada ruas jalan Dr.Cipto Mangunkusumo Semarang yang sering kita kenal dengan jalan Dr.Cipto.

Jalan ini terletak dikawasan timur Semarang, disepanjang jalan ini terdapat pusat pertokoan, perkantoran dan sekolah sehingga lalu lintas jalan tersebut sangat padat terutama pada pagi dan sore hari. Dijalan Dr.Cipto terdapat 3 simpang bersinyal yaitu simpang 1 (jalan Dr.Cipto dengan jalan Kartini), simpang 2 (jalan Dr.Cipto dengan jalan Sidodadi), simpang 3 (jalan Dr.Cipto dengan jalan Brigadir Jendral Katamso), dengan jarak antar simpang secara berturut-turut 500 meter dan 600 meterdan tidak jarang kendaraan harus selalu berhenti pada persimpangan yang saling berdekatan karena mendapat sinyal merah, hal ini membuat ketidaknyamanan pada pengendara karena terjadi tundaan dan antrian. Untuk itu diperlukan sebuah rekayasa lalu lintas guna mananggulangi masalah tersebut diantaranya dengan menerapkan sistem pengaturan terkoordinasi.

PERMASALAHAN

Permasalahan pada jalan Dr.Cipto adalah dimana ketiga simpang pada jalan tersebut belum terkoordinasi sehingga pengendara harus berhenti di setiap simpang karena mendapat sinyal merahsehingga terjadi tundaan yang cukup besar.Kinerja ketiga simpang pada kondisi eksisting kurang baik sehingga lalu lintas menjadi kurang lancar.

METODOLOGI

Untuk mempermudah dalam proses *traffic counting* dan agar jumlah surveyor yang dibutuhkan tidak terlalu banyak maka dalam pengambilan data arus lalu lintas pada ketiga lokasi simpang digunakan alat bantu perekam berupa kamera digital, setelah data dinilai cukup maka dilakukan analisis simpang pada kondisi eksisting. Setelah itu karena dinilai kinerja ketiga simpang pada kondisi eksisting kurang baik maka dilakukan analisis pada

kondisi optimal dan kondisi skenario guna mencari waktu siklus dan waktu hijau yang baru sehingga didapatkan kinerja yang lebih baik dari kondisi eksisting.

pemilihan kinerja terbaik dilakukan dengan membandingkan kinerja simpang pada kondisi optimal dan kondisi eksisting dimana nilai tundaan simpang rata-rata digunakan sebagai parameter utama dalam pemilihan kinerja terbaik, setelah didapatkan kondisi dengan kinerja terbaik maka dilakukan koordinasi simpang dengan cara menyamakan waktu siklus semua simpang dimana waktu siklus terkecil mengikuti waktu siklus terbesar. Selanjutnya menyiapkan diagram ruang dan waktu untuk pengkoordinasian. Sumbu y untuk waktu dan sumbu x untuk jarak antar simpang, setelah itu membentuk lintasan dari hulu (simpang Kartini) ke hilir (simpang Sidodadi) dengan kemiringan berdasar waktu tempuh kendaraan selanjutnya meletakkan semua waktu sinyal pada diagram dan menyesuaikan waktu hijau sesuai lintasan *platoon* yang telah dibuat dengan cara menggeser secara vertikal sampai waktu hijau berada pada lintasan yang tepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arus Lalu Lintas

Untuk mendapatkan data volume arus lalu lintas simpang dilakukan survei dengan menggunakan cara perekaman menggunakan kamera digital pada pada ketiga simpang secara bersamaan pada jam puncak pagi, siang dan sore, data tersebut diambil dari arus lalu lintas yang melewati suatu pendekat per lampu hijau dengan interval waktu per 15 menit selama 1 jam. Setelah didapatkan arus lalu lintas dalam kend/jam kemudian dikalikan dengan nilai emp masing-masing jenis kendaraan (HV, LV, dan MC) untuk mendapatkan arus dalam smp/jam. Nilai inilah yang nanti dicari nilai arus 15 menit terbesar, setelah didapatkan nilai arus terbesar dengan satuan smp kemudian arus terbesar selama 15 menit tersebut dikalikan 4 sehingga arus tersebut menjadi 1 jam. Rekapitulasi volume arus lalu lintas simpang dapat dilihat pada Tabel 1.

Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1 saat memasuki simpang Milo arus lalu lintas jalan BrigJen Katamso lebih besar dari pada jalan Dr. Cipto dimana pada jam puncak pagi total volume kendaraan dari jalan Dr. Ciptosebesar 1314 smp < dari jalan BrigJen Katamso sebesar 3512 smp, pada jam puncak siang total volume kendaraan dari jalan Dr. Cipto sebesar 1604 smp < dari pada jalan BrigJen Katamso sebesar 3236 smp, dan pada jam puncak sore total volume kendaraan dari jalan Dr. Cipto sebesar 2039 smp < dari pada jalan BrigJen Katamso sebesar 3321 smp. Karena volume kendaraan pada simpang Milo pada ruas jalan BrigJen Katamso lebih besar dari pada jalan Dr. Cipto maka pada simpang Milo jalan BrigJen Katamso harus menjadi jalan yang didahulukan sehingga simpang milo tidak bisa diikuti sertakan dalam koordinasi dengan simpang Kartini dan simpang Sidodadi, jika simpang Milo dipaksakan untuk ikut dikoordinasikan dengan simpang Kartini dan simpang Sidodadi nantinya dapat memperburuk kinerja pada jalan BrigJen Katamso.

Tabel 1. Volume Arus Lalu Lintas Simpang

Simpang Kartini							
Kode Pendekat	Arah	Pagi		siang		Sore	
		Total (kend/jam)	Total (smp/jam)	Total (kend/jam)	Total (smp/jam)	Total (kend/jam)	Total (smp/jam)
U	LTOR	508	221	816	278	356	178
	ST	2696	1026	1992	965	3552	1414
	RT	1712	615	1264	562	1108	565
	TOTAL	4916	1862	4072	1804	5016	2156
B	ST	1888	495	1560	568	3144	673
	RT	768	368	728	457	1120	488
	TOTAL	2656	2748	2288	1026	4264	1161
T	LTOR	412	125	392	179	448	247
	ST	2388	654	1656	532	1808	716
	TOTAL	2800	2856	2048	2159	2256	963
Simpang Sidodadi							
Kode Pendekat	Arah	Pagi		siang		Sore	
		Total (kend/jam)	Total (smp/jam)	Total (kend/jam)	Total (smp/jam)	Total (kend/jam)	Total (smp/jam)
U	LTOR	448	320	276	142	972	511
	ST	2428	1184	2964	1580	4944	1924
	TOTAL	2876	1504	3240	1722	5916	2435
B	ST	676	282	816	384	540	175
	RTOR	1980	1034	780	426	672	276
	TOTAL	2656	1316	1596	810	1212	451
T	LTOR	1228	519	492	233	720	250
	TOTAL	1228	519	492	233	720	250
Simpang Milo							
Kode Pendekat	Arah	Pagi		siang		Sore	
		Total (kend/jam)	Total (smp/jam)	Total (kend/jam)	Total (smp/jam)	Total (kend/jam)	Total (smp/jam)
U	LT	-	-	528	358	380	238
	ST	2476	982	1463	688	2168	1033
	RT	684	332	1036	559	1228	768
	Total	3160	1314	3027	1604	3776	2039
B	LT	-	-	-	-	-	-
	ST	-	-	3154	1450	4676	1687
	RT	-	-	188	110	96	52
	Total	-	-	3342	1560	1376	1739
T	LTOR	984	410	432	260	552	234
	ST	9356	3101	2860	1416	3292	1348
	RT	-	-	-	-	-	-
	Total	10340	3512	3292	1676	3844	1582

Kondisi eksisting

Setelah didapatkan data yang cukup selanjutnya dilakukan analisis pada kondisi eksisting dimana pada kondisi eksisting baik fase pergerakan, waktu siklus, dan waktu hijau seperti pada kondisi di lapangan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Fase Sinyal Kondisi Eksisting

Fase	Kartini				Sidodadi				Milo			
	Pergerakan	g (detik)	IG (detik)	Waktu siklus (detik)	Pergerakan	g (detik)	IG (detik)	Waktu siklus (detik)	Pergerakan	g (detik)	IG (detik)	Waktu siklus (detik)
1	Pagi	19	4	63		46	5	109		34	4	110
	Siang	19	4	63		48	5	103		32	4	117
	Sore	19	4	63		48	5	103		34	4	127
2	Pagi	17	4	63		43	5	109		68	4	110
	Siang	17	4	63		45	5	103		28	4	117
	Sore	17	4	63		45	5	103		28	4	127
3	Pagi	15	4	63	-	-	-		-	-	-	
	Siang	15	4	63	-	-	-		45	4	117	
	Sore	15	4	63	-	-	-		53	4	127	

Tabel 3. Kinerja Simpang Bersinyal Pada Kondisi Eksisting Pada Jam Puncak Pagi, Siang, dan Sore

KONDISI EKSISTING										
SIMPANG	Pendekat arah	waktu	WE (m)	DS	Waktu Siklus (detik) c	Jumlah Kendaraan Antrian (NQ)	Panjang Antrian (QL) (m)	Kendaraan Henti Perpendekat stop/smp (NS)	Kendaraan Terhenti Rata-rata simpang Stop/smp	Tundaan Simpang Rata-rata
KARTINI	Dr. Cipto Utara	Pagi	12	0.83	63	29	68.33	0.9	0.81	27.509
		Siang		0.77	63	25	62	0.86	0.8	28.148
		Sore		0.9	63	33	75	0.97	0.91	31.72
	Kartini Barat (RT)	Pagi	3.5	0.73	63	7	57.14	0.93	0.81	27.509
		Siang		0.94	63	13	114	1.51	0.8	28.148
		Sore		0.9	63	12	46	1.26	0.91	31.72
	Kartini Barat (ST)	Pagi	7.5	0.22	63	4	24	0.44	0.81	27.509
		Siang		0.26	63	5	27	0.45	0.8	28.148
		Sore		0.51	63	12	67	0.55	0.91	31.72
	Katamso Timur	Pagi	7	0.91	63	18	74.29	1.16	0.81	27.509
		Siang		0.85	63	14	60	1.02	0.8	28.148
		Sore		0.94	63	22	86	1.26	0.91	31.72
SIDODADI	Dr. Cipto Utara	Pagi	11.25	0.41	100	22	56	0.59	0.37	15.1
		Siang		0.54	103	32	82	0.65	0.54	20.12
		Sore		0.69	103	44	107	0.72	0.52	20.3
	Sidodadi Barat	Pagi	3.5	0.32	100	5	57	0.58	0.37	15.1
		Siang		0.45	103	8	74	0.63	0.54	20.12
		Sore		0.32	103	5	57	0.59	0.52	20.3
	Sidodadi Timur	Pagi	-	-	-	-	-	-	-	-
		Siang		-	-	-	-	-	-	-
		Sore		-	-	-	-	-	-	-

Dari hasil analisis untuk kondisi eksisting pada simpang seperti pada tabel 3 terlihat bahwa pada beberapa pendekatan masih terdapat nilai DS >0,75, Tundaan rata-rata simpang besar, dan rasio kendaraan henti NS > 1,00.

Nilai dari parameter-parameter tersebut menunjukkan bahwa ketiga simpang bersinyal memiliki kinerja yang buruk. Dibutuhkan penataan lalu lintas untuk kawasan tersebut dengan melakukan optimalisasi dengan mencari *cycle time* dan waktu hijau. Penataan jumlah fase dan pergerakan pada kondisi optimal sama seperti pada kondisi eksisting. Perubahan penataan simpang dengan kondisi Optimal adalah dengan mencari waktu siklus baru sehingga didapatkan penyetingan simpang sinyal yang efektif.

Kondisi Optimal

Karena kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting dinilai kurang baik sehingga dilakukan perencanaan kembali dengan mengubah waktu siklus yang baru sehingga didapatkan kinerja yang lebih baik. Tahapan analisis simpang bersinyal dilakukan dengan cara perhitungan yang sama seperti pada kondisi eksisting. Fase pergerakan, waktu hijau, waktu merah dan waktu siklus hasil perhitungan dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Fase Sinyal Kondisi Optimal

Fase	Kartini					Sidodadi				
	Pergerakan	g (detik)	IG (detik)	Waktu merah (detik)	Waktu siklus (detik)	Pergerakan	g (detik)	IG (detik)	Waktu merah (detik)	Waktu siklus (detik)
1	Pagi 	25	5	52	82	Sidodadi 	17	5	18	40
	Siang 	22	5	49	75		17	5	18	40
	Sore 	32	5	65	100		21	5	15	41
2	Pagi 	20	5	57	82	Sidodadi 	13	5	22	40
	Siang 	24	5	47	75		13	5	22	40
	Sore 	25	5	71	100		10	5	26	41
3	Pagi 	22	5	55	82	Sidodadi 	-	-	-	-
	Siang 	14	5	57	75		-	-	-	-
	Sore 	28	5	68	100		-	-	-	-

Dari hasil analisis untuk kondisi optimal pada simpang seperti pada Tabel 5 terlihat bahwa pada beberapa pendekatan masih terdapat nilai DS >0,75, Nilai dari parameter-parameter tersebut menunjukkan bahwa kedua simpang bersinyal memiliki kinerja yang cukup baik akan tetapi akan dilakukan rekayasa lalu lintas dengan merubah pergerakan dari fase-fase kedua simpang tersebut. Perubahan pergerakan ini selanjutnya akan disebut sebagai kondisi skenario diharapkan kinerja simpang bisa lebih baik dari kondisi optimal. Perubahan penataan simpang dengan kondisi skenario adalah sebagai berikut :

- a) Simpang Kartini pendekatan utara yang lurus bergerak dengan pendekatan barat yang berbelok kanan di fase pertama.

- b) Simpang Kartini pendekat utara yang berbelok kanan bergerak bersama dengan pendekat timur di dalam fase kedua.
- c) Simpang Kartini pendekat barat yang lurus bergerak bersama dengan pendekat timur berada di fase ketiga.
- d) Pada simpang Sidodadi pendekat timur yang pada kondisi optimal kiri langsung, akan tetapi pada penataan skenario pendekat timur harus mengikuti lampu lalu lintas tanpa terkecuali.
- e) Simpang Sidodadi pada pendekat utara bergerak pada fase pertama
- f) Simpang Sidodadi pendekat barat dan timur bergerak bersamaan pada fase kedua.
- g) penataan tersebut dimaksudkan agar arus berangkat dari pendekat timur tidak menjadi hambatan dan memecah platoon yang berasal dari pendekat utara.

Tabel 5. Kinerja Simpang Bersinyal Pada Kondisi Optimal Pada Jam Puncak Pagi, Siang, dan Sore

KONDISI OPTIMAL										
	Pendekat arah	waktu	WE (m)	DS	Waktu	Jumlah	Panjang	Kendaraan	Kendaraan	Tundaan
					Siklus (detik) c	Kendaraan Antrian (NQ)	Antrian (QL) (m)	Henti Perpendekat stop/amp (NS)	Terhenti Rata-rata Simpang Stop/amp	Simpang Rata-rata
SIMPANG KARTINI	Dr. Cipto Utara	Pagi	12.00	0.81	82	36	85	0.87	0.76	30.54
		Siang		0.78	75	31	72	0.86	0.71	26.31
		Sore		0.86	100	48	107	0.86	0.80	27.05
	Kartini Barat (RT)	Pagi	3.50	0.81	82	10	86	1.05	0.76	30.54
		Siang		0.78	75	10	91	0.94	0.71	26.31
		Sore		0.86	100	16	54	1.01	0.80	27.05
	Kartini Barat (ST)	Pagi	7.50	0.22	82	6	29	0.44	0.76	30.54
		Siang		0.26	75	6	29	0.45	0.71	26.31
		Sore		0.51	100	20	93	0.53	0.80	27.05
	Katamso Timur	Pagi	7	0.81	82	18	77	0.93	0.76	30.54
		Siang		0.78	75	12	54	0.96	0.71	26.31
		Sore		0.86	100	26	106	0.93	0.80	27.05
SIDODADI	Dr. Cipto Utara	Pagi	11.25	0.45	40	9	27	0.64	0.41	9.58
		Siang		0.60	40	14	37	0.71	0.61	11.91
		Sore		0.63	41	16	43	0.66	0.51	10.20
	Sidodadi Barat	Pagi	3.5	0.45	40	2	34	0.71	0.41	9.58
		Siang		0.60	40	4	46	0.80	0.61	11.91
		Sore		0.57	41	3	40	0.83	0.51	10.20
	Sidodadi Timur	Pagi	-	-	-	-	-	-	-	-
		Siang		-	-	-	-	-	-	-
		Sore		-	-	-	-	-	-	-

Kondisi Skenario

Karena kinerja simpang bersinyal pada kondisi optimal dinilai kurang baik sehingga dilakukan perencanaan kembali dengan mengubah pergerakan fase simpang bersinyal sehingga didapatkan waktu siklus yang baru diharapkan perencanaan ini menghasilkan kinerja yang lebih baik. Tahapan analisis simpang bersinyal dilakukan dengan cara perhitungan yang sama seperti pada kondisi eksisting dan optimal. Fase pergerakan, waktu hijau, waktu merah dan waktu siklus hasil perhitungan dapat dilihat dalam tabel 6.

Tabel 6. Fase Sinyal Simpang Kondisi Skenario

Fase	Kartini					Sidodadi				
	Pergerakan	g (detik)	IG (detik)	Waktu merah (detik)	Waktu siklus (detik)	Pergerakan	g (detik)	IG (detik)	Waktu merah (detik)	Waktu siklus (detik)
1	Pagi 	23	5	49	77	Sidodadi 	12	5	26	43
	Siang 	25	5	51	81		18	5	17	40
	Sore 	27	5	69	100		26	5	15	46
2	Pagi 	27	5	45	77	Sidodadi 	21	5	17	43
	Siang 	26	5	50	81		12	5	23	40
	Sore 	24	5	71	100		10	5	31	46
3	Pagi 	12	5	60	77	Sidodadi 	-	-	-	-
	Siang 	15	5	61	81		-	-	-	-
	Sore 	34	5	61	100		-	-	-	-

Pada Table 7 dapat dilihat kinerja simpang pada kondisi skenario di kedua simpang lebih buruk dibandingkan pada kondisi optimal, hal ini bisa dilihat dari nilai DS, antrian kendaraan, dan tundaan rata-rata simpang pada kondisi skenario yang lebih besar dibandingkan pada kondisi optimal.

Dilihat dari nilai tundaan rata-rata kedua simpang, sehingga untuk simpang Kartini perencanaan koordinasi selanjutnya digunakan penataan optimal, seperti pada simpang Sidodadi kinerja pada penataan skenario juga memiliki kinerja yang lebih buruk dari pada penataan optimal, sehingga pada simpang Sidodadi perencanaan koordinasi selanjutnya juga digunakan penataan optimal.

Nilai dari parameter-parameter yang dipilih tersebut menunjukkan bahwa kedua simpang bersinyal memiliki kinerja baik, dilihat dari nilai DS, panjang antrian, rasio berhenti dan tundaan rata-rata simpang yang kecil.

Tabel 7. Kinerja Simpang Bersinyal Pada Kondisi Skenario Pada Jam Puncak Pagi, Siang, dan Sore

KONDISI SKENARIO										
SIMPANG	Pendekat arah	Waktu	WE (m)	DS	Waktu Siklus (detik) c	Jumlah Kendaraan Antrian (NQ)	Panjang Antrian (QL) (m)	Rasio Kendaraan Henti Perpendekat stop/imp (NS)	Kendaraan Terhenti Rata-rata Simpang Stop/imp	Tundaan Simpang Rata-rata
KARTINI	UTARA (ST)	Pagi	8	0.80	77	31	78	0.89	0.75	27.51
		Siang		0.71	81	29	73	0.83	0.75	29.39
		Sore		0.90	100	47	118	0.99	1.00	58.445
	BARAT (RT)	Pagi	3.5	0.65	77	13	74	0.84	0.75	27.51
		Siang		0.81	81	17	97	0.97	0.75	29.39
		Sore		0.98	100	32	183	1.48	1.00	58.445
	UTARA (RT)	Pagi	4	0.80	77	20	100	0.91	0.75	27.51
		Siang		0.81	81	20	100	0.95	0.75	29.39
		Sore		0.98	100	34	170	1.45	1.00	58.445
	BARAT (ST)	Pagi	7.5	0.80	77	18	48	0.99	0.75	27.51
		Siang		0.81	81	21	56	0.98	0.75	29.39
		Sore		0.98	100	69	184	1.20	1.00	58.445
	TIMUR	Pagi	7	0.37	77	14	40	0.48	0.75	27.51
		Siang		0.34	81	13	37	0.47	0.75	29.39
		Sore		0.40	100	20	57	0.44	1.00	58.445
SIDODADI	Utara	Pagi	11.25	0.69	43	13	36	0.84	0.46	12.32
		Siang		0.63	40	15	41	0.71	0.59	11.98
		Sore		0.65	46	24	60	0.69	0.57	11.90
	Sidodadi Barat	Pagi	7.5	0.29	43	2	29	0.46	0.46	12.32
		Siang		0.63	40	4	46	0.84	0.59	11.98
		Sore		0.35	46	2	29	0.77	0.57	11.90
	Sidodadi Timur	Pagi	3.5	0.69	43	5	37	0.78	0.46	12.32
		Siang		0.50	40	2	29	0.74	0.59	11.98
		Sore		0.65	46	4	40	1.06	0.57	11.90

Pengkoordinasian Simpang

Setelah sebelumnya dilakukan analisis terhadap penataan kondisi eksisting, optimal, dan skenario dapat dilihat jika pada kondisi eksisting kinerja simpang kurang baik dan setelah dilakukan analisis pada kondisi optimum dan kondisi skenario didapatkan kinerja yang lebih baik dari kondisi eksisting, setelah dibandingkan kondisi optimal dan kondisi skenario disimpulkan pada perencanaan koordinasi selanjutnya pada simpang Kartini dan Sidodadi menggunakan kondisi optimal, dikarenakan kinerja pada kondisi optimal pada kedua simpang dinilai lebih baik dari pada kondisi skenario.

Untuk mempermudah dalam pengkoordinasian simpang Kartini dan simpang Sidodadi, maka waktu siklus pada kedua simpang disamakan menggunakan waktu siklus terbesar pada waktu puncak pagi, siang, dan waktu puncak sore. Pada penelitian ini pada waktu puncak pagi waktu siklus simpang sidodadi diubah menjadi 82 detik mengikuti waktu siklus simpang kartini, Pada waktu puncak siang waktu siklus simpang Sidodadi diubah menjadi 75 detik mengikuti waktu siklus simpang Kartini, dan pada waktu puncak sore waktu siklus simpang Sidodadi diubah menjadi 100 detik mengikuti waktu siklus simpang Kartini.

Setelah dilakukan koordinasi simpang didapatkan nilai kinerja yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kinerja Koordinasi Kedua Simpang

	Bandwidth (detik)	Waktu Siklus (detik)	Efisiensi (%)	Jumlah (kend/lajur)	Volume (kend/jam)	Volume Nonstop (kend/lajur)
Pagi	25	82	30,48	17	746	2238
Siang	22	75	29,33	15	720	2160
Sore	32	100	32	22	792	2376

SIMPULAN DAN SARAN

Simpang kartini pada kondisi eksisting memiliki kinerja yang kurang baik.Simpang Milo tidak dapat di ikut sertakan dalam sistem koordinasi dengan simpang Kartini dan simpang Sidodadi dikarenakan pada simpang Milo pada jam puncak pagi, siang, dan sore arus lalu lintas dari arah jalan BrigJen Katamso lebih besar dibandingkan dengan arus lalu lintas dari arah jalan Dr.Cipto.Kondisi optimal dipilih sebagai kondisi perencanaan terbaik sehingga kondisi optimal menjadi rekomendasi dalam pengkoordinasian simpang Kartini dan Sidodadi.

Setelah dilakukan koordinasi pada kedua simpang, pada jam puncak pagi simpang Kartini menghasilkan nilai tundaan simpang rata-rata 29.969 detik/smp > kondisi eksisting 27.509 detik/smp dan pada simpang Sidodadi tundaan simpang rata-rata 12.728 detik/smp < kondisi eksisting sebesar 15.1detik/smp, pada jam puncak siang simpang Kartini tundaan simpang rata-ratanya 26.308 detik/smp < 28.148 detik/smp dan pada simpang Sidodadi menghasilkan tundaan simpang rata-rata 15.233 detik/smp < pada kondisi eksisting sebesar 20.12 detik/smp dan pada jam puncak sore simpang Kartini menghasilkan nilai tundaan simpang rata-rata 27.053 detik/smp < pada kondisi eksisting sebesar 31.72 detik/smp dan pada simpang Sidodadi menghasilkan tundaan simpang rata-rata 13.094 detik/smp < pada kondisi eksisting sebesar 20.3 detik/smp sehingga secara keseluruhan kondisi lalu lintas pada kondisi koordinasi lebih lancar dari pada kondisi eksisting.

Perlu adanya perubahan geometrik pada simpang Kartini terutama pendekat barat dan timursehingga kinerja pendekat tersebut bisa lebih baik.Diperlukan analisis jangka panjang terhadap kinerja simpang untuk mengetahui kondisi simpang di masa yang akan datang.Pemasangan rambu-rambu lalu lintas seperti tanda dilarang berhenti, tanda dilarang

parkir, dan tanda dilarang menaikkan dan menurunkan penumpang pada ruas jalan antara kedua simpang agar tidak terjadi kemacetan.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, “Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)”, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1992, “Standar Perencanaan Geometri untuk Jalan Perkotaan”, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah No.34, 2006, “ jalan – jalan di lingkungan perkotaan terbagi dalam jaringan primer dan jaringan sekunder “.
- McShane, W. R and Roess, R. P (1990). *Traffic Engineering. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey*
- Dinas Kependudukan Dan Catatan Sipil Kota Semarang, Jumlah Penduduk. <http://dispendukcapil.semarangkota.go.id/statistik/jumlah-penduduk> (di akses 10 maret 2013)